



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

INGENIERÍA CIVIL

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

TEMA

**CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO METÁLICO PARA AGUA
POTABLE CON CAPACIDAD DE 100 M³ Y REINGENIERÍA DEL
SISTEMA DE AGUA POTABLE, EN LA LOCALIDAD DE SAN COSME
ATLAMAXAC, MUNICIPIO DE TEPEYANCO**

ASESOR INTERNO

ING. J. ALFONSO MARÍN BARRERA

ASESOR EXTERNO

ING. ANA TERESA ZUÑIGA GÓMEZ

PRESENTA

RONALDO PAIZ LÓPEZ

NO. DE CONTROL

17371277

APIZACO, TLAXCALA

ENERO/2025





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
Ciencias de la Tierra

Apizaco, Tlaxcala, **21/Febrero/2025**

Oficio No. C.T./097/2025

Asunto: Liberación de Proyecto
Para Titulación Integral

ISRAEL JORGE SANCHEZ SANCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del Egresado:	Ronaldo Paiz Lopez
Carrera:	Ingeniería Civil
No. de Control:	17371277
NOMBRE DEL PROYECTO:	"Construcción De Tanque Metalico Elevado Para Agua Potable Con Capacidad De 100m ³ Y Reingeniería Del Sistema De Agua Potable En La Localidad De San Cosme Atlamaxac, Municipio De Tepeyanco"
Producto:	Titulación Integral Informe de Residencia Profesional.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar

EDUARDO CUATIANQUIZ LIMA
JEFE DEL DEPTO. CIENCIAS DE LA TIERRA



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**DEPARTAMENTO DE
CIENCIAS DE LA TIERRA**

ING. J. ALEONSO MARÍN BARRERA
ASESOR

ccp. División de Estudios Profesionales (Comuníquese la interesada)
Servicios Escolares
Archivo

ET/MPs



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel.
(241) 4172010 Ext. 117, e-mail: ctierra@apizaco.tecnm.mx





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, 04/marzo/2025

PAIZ LÓPEZ RONALDO.
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
CIVIL
CON NÚMERO DE CONTROL 17371277.
PRESENTE.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO METALICO PARA AGUA POTABLE CON CAPACIDAD DE 100 M3 Y REINGENIERIA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE SAN COSME ATLAMAXAC, MUNICIPIO DE TEPEYANCO"**. conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar 2 USB del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
ijss/aehs -



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



Dedicatoria

Dedico este trabajo, demostrando todo mi esfuerzo a mi madre, ya que ella es la heroína de mi vida, porque desde que fui un bebé hasta la actualidad, siempre me vio crecer, aprender y triunfar como persona, pero con su ayuda, pude lograr estar en este nivel en mi vida, mil gracias por todo, te amo.

Ronaldo Paiz López

Agradecimientos

Ante todos estos logros, quiero agradecer

A mis padres...

“Son el principal propósito por el cual dar gracias, me criaron de la mejor manera, para no darme por vencido, incluso en las peores situaciones, me motivaron a poder resolverlas”

A mi madrina...

“Una mujer esplendida de la cual doy millones de gracias a distancia, porque desde mi nacimiento hasta la actualidad, siempre ha estado al pendiente de mí y preocupado en todo momento”

A mi asesor externo...

“La Ing. Ana Teresa, por brindarme mucha confianza, apoyo y ser una jefa estupenda conmigo, al igual que me compartió muchos de sus conocimientos”

A mi asesor interno...

*“El Ing. Marín por aceptarme como apoyo en este último
proceso y mi último guía en el Tecnológico para
tener el éxito esperado en mí proyecto”*

Ronaldo Paiz López

Índice

Portada.....	i
Página de firmas.....	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos.....	iv
Índice.....	vi

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1. Resumen.....	1
2. Introducción	2
3. Justificación.....	3
4. Objetivos	5
4.1 General.....	5
4.2 Específicos	5
5. Generalidades de la dependencia	6
5.1 Antecedentes Históricos de la dependencia	6
5.2 Misión y Visión.....	9
5.2.1 Misión	9
5.2.2 Visión	9
5.3 Ubicación.....	10

MARCO DE REFERENCIA

6. Marco de Referencia.....	11
6.1 Caracterización del área de desarrollo del proyecto	11
6.2 Nombre del departamento	11
6.3 Antecedentes.....	14
6.4 Actividades dentro del proyecto	16
6.5 Planteamiento del problema	16
6.6 Alcances y límites	17

MARCO TEÓRICO

7. Marco Teórico	18
8. Cálculos establecidos	22

DESARROLLO

9. Descripción del proceso constructivo del proyecto	38
9.1 Previo al inicio de la obra.....	38
9.2 Zanjas.....	41
9.3 Cimbras	44
9.4 Placas y piezas.....	46
9.5 Instalación del equipo	51
9.6 Instalación y colocación de los últimos elementos	68

RESULTADOS

10. Resultados	71
11. Bibliografía.....	72
12. Anexos.....	73
12.1 Expediente técnico	73
12.2 Planos	73
12.2.1 Red de distribución 1 de 2.....	73
12.2.2 Red de distribución 2 de 2.....	73
12.2.3 Tanque elevado 1 de 2.....	73
12.2.4 Tanque elevado 2 de 2.....	73
12.2.5 Cimentación tanque elevado	73
12.2.6 Adaptación de la ecuación de Manning	73

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1. Resumen

El presente proyecto de la obra del departamento de Saneamiento de Aguas Residuales y Alcantarillado, perteneciente a la Secretaría de Infraestructura, que está situado en la comunidad de Atlamaxac, Municipio de Tepeyanco, tiene un impacto muy alto, ya que en este proyecto estará conformado por un nuevo sistema de reingeniería totalmente innovador.

Este reporte se engloba específicamente en el proceso de inicio a fin de la antes mencionada obra de reingeniería, y se desglosan en 6 capítulos, en donde se presenta en los primeros puntos la problemática con sus respectivos objetivos. En el primer capítulo se relata los antecedentes históricos junto con sus lemas de misión y visión y otros aspectos a considerar con base a los inicios de la Secretaría de Infraestructura, la cual es la principal razón del movimiento de este proyecto. El capítulo 2 se muestra el marco de referencia como la caracterización del área del desarrollo de la obra con sus antecedentes, actividades, el planteamiento del problema, los alcances y los límites. Para el capítulo 3 se describe el marco teórico, los cálculos establecidos que se hicieron para las redes se proyectan en el capítulo 4 y el diseño de agua potable en cómo conducirán por las calles de la comunidad, el diseño del tanque elevado con sus piezas y demás características que lo componen, al igual que la descripción de todo su proceso constructivo se concentran en el capítulo 5. Al final, se exponen los resultados del producto total del diseño colocados en el capítulo 6, exhibiendo las bibliografías consultadas y los anexos de los cuales son los planos generales y el expediente que ejerce la Secretaría para entregar a la Conagua.

2. Introducción

En este proyecto de la construcción de un tanque elevado metálico para agua potable con capacidad de 100 m³ y reingeniería del sistema de agua potable en la comunidad de San Cosme Atlamaxac, Municipio de Tepeyanco, del estado de Tlaxcala, se realizará debido a la falta de distribución de agua potable en la zona, ya que no está correctamente abastecida, y al momento una correcta ejecución dentro de la obra a realizar al igual optimizar costos y tiempos con la ayuda de un preciso análisis y supervisión del proyecto. Todo esto se engloba en 4 capítulos, comenzando con las generalidades de la Secretaría, ya que por el nombre de SECODUVI fue conocido por mucho tiempo, aunque tuvo otros nombres asignados, 82 años lleva de experiencia la Secretaría desde su primer antecedente oficial en la parte de la construcción así, dando continuación al segundo capítulo del marco de referencia en el cual se plantea el problema, los alcances y limitaciones. Presentando el tercer capítulo con el marco teórico en donde se realiza todo el desarrollo y análisis de la obra y por último la metodología los resultados en donde se presenta el cociente final de la aplicación del nuevo e innovador sistema de reingeniería y se presente una adecuada distribución de agua en la comunidad, es el objetivo, tomando en cuenta de igual forma una buena calidad, buenos costos y resultados, y además evitar errores en los procesos de las actividades.

3. Justificación

En la parte de la ingeniería civil y basándose en la rama del abastecimiento del agua, conlleva a estar sanos, a tener una adecuada digestión, mantiene la musculatura en buen estado, actúa refrigerando o calentando el cuerpo y ayuda a transportar el oxígeno entre las células de nuestro cuerpo.

Una red de abastecimiento de agua carece de sentido sin agua potable. El agua potable está presente en nuestras tareas cotidianas porque es esencial en la cocina, limpieza e higiene personal y otras más.

Numerosas actividades del ser humano generan residuos (las aguas grises de las urbes, los plaguicidas de la agricultura, los purines de la ganadería, etc.) que pueden filtrarse hacia reservas de agua subterránea como los acuíferos. Cuando el agua entra en contacto con estas sustancias se contamina, de modo que presenta elementos que pueden ser dañinos para la salud.

Una vez el agua ha sido recogida, pasa a ser tratada. Es el sistema que hará que sea apta para que se pueda consumir en el hogar y sea segura para el bienestar de los habitantes.

El proceso de tratamiento del agua consta de diversas etapas. En líneas generales el mecanismo sería el siguiente:

- Retención de los componentes de gran tamaño (flotantes, o de fondo o arrastrados) presentes en el agua.
- Retención de los componentes en suspensión de finas dimensiones.

- Eliminación de la turbidez del agua. Cuando el agua no está límpida y presenta color, se dice que está turbia. Para suprimir esa opacidad se somete a floculación. Para ello se añaden sustancias que facilitan que los pequeños elementos se agrupen formando otros mayores y se puedan separar.
- Filtración del agua. Es el proceso que permite acabar con los elementos que provocan su aspecto turbio.
- Desinfección del agua. Es el paso que hace posible que desaparezcan los microorganismos patógenos presentes en el líquido, para lo que normalmente se emplean compuestos que contienen cloro.

El proyecto toma en cuenta la calidad de vida de la población depende del acceso a los bienes necesarios para su supervivencia. Por ello, dicho proyecto se realizó con el fin de un resultado de mejores circunstancias de distribución de agua potable en la comunidad y un adecuado gestionamiento del proyecto por los integrantes del mandato de la comunidad, para beneficio de los habitantes.

4. Objetivos

4.1 General

- Programar y realizar de forma eficiente las acciones que garanticen la construcción de infraestructura, así como la prestación de servicios públicos de calidad, con enfoque estratégico e incluyente, que impulse un crecimiento sustentable para el municipio y sus ciudadanos.

4.2 Específicos

- Contribuir a mejorar la infraestructura de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de las poblaciones del Estado, mediante el apoyo a los Municipios con obras y servicios que conlleven a la construcción, rehabilitación y ampliación de las mismas.
- Contribuir a mejorar la infraestructura de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento de las poblaciones del Estado, mediante el apoyo a los Municipios con obras y servicios que conlleven a la construcción, rehabilitación y ampliación de las mismas.

5. Generalidades de la dependencia

5.1 Antecedentes Históricos de la dependencia

Es en el año de 1941 en donde aparece el primer antecedente de la Secretaría de Obras Públicas, Desarrollo Urbano y Vivienda, naciendo como Departamento de Obra Pública.

Posteriormente en el año de 1970, se cambia su denominación a Dirección de Obras Públicas, nivel que mantuvo hasta el año de 1980, donde mediante decreto número 131, la Dirección de Obras Públicas eleva su rango a Secretaría de Asentamiento Humanos y Obras Públicas.

El 21 de enero de 1981, fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado, el decreto número 7 que reforma la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Tlaxcala por lo que la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas cambia su denominación a Secretaría de Obras Públicas y Desarrollo Urbano (SECODUR), cuya estructura administrativa se integró con 4 Direcciones: Planeación, Proyectos, Operación de Programas e Ingeniería y Operación Urbana.

Mediante decreto número 3 publicado en el mismo medio el 6 de diciembre de 1983, fue modificada la denominación de la Secretaría, para quedar como Secretaría de Obras Públicas, Desarrollo Urbano y Ecología (SECODURE).

En la misma década de los ochentas, la situación del Estado exigió nuevas y mejores soluciones en materia de desarrollo y crecimiento de vivienda por lo que a través del decreto número 19 publicado en el Periódico Oficial el 14 de enero de 1987, nuevamente fue reformada la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado, confiriéndole nuevas atribuciones a la Secretaría y modificando su denominación como Secretaría de Obras Públicas Desarrollo Urbano y Vivienda (SECODUVI) como actualmente se conoce.

Mediante decreto número 162 publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado, de fecha 7 abril de 1998, fue expedida una nueva Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado, en la cual se mantiene la misma denominación de SECODUVI y se establece que esta Dependencia es la encargada de ejecutar y normar los programas de obras públicas del Gobierno, así como definir las políticas de ordenación de los asentamientos humanos y de vivienda en el Estado.

Dentro de las principales facultades que esta Ley prevé para la Secretaría se encuentran: La realización de las obras públicas directamente o a través de terceros; la reconstrucción y conservación de edificios y monumentos del estado; la construcción y conservación de carreteras y demás vías de comunicación de jurisdicción estatal; y coordinar la elaboración, revisión y ejecución del Plan Estatal de Desarrollo Urbano y los programas que de él emanen.

Información obtenida de: Velasco Delgado, E., & Bustamante López, C. (2006). *La ciudad de Tlaxcala y su zona conurbada*. Tlaxcala, Tlaxcala: Altres Costa-Amic.

Imagen 1 Logo oficial de la Secretaría de Infraestructura del estado de Tlaxcala



Fuente: <https://si.tlaxcala.gob.mx/index.php/contactanos>

5.2 Misión y Visión

5.2.1 Misión

Programar y ejecutar las obras públicas para impulsar el mejoramiento y modernización de la infraestructura, por medio de la coordinación interinstitucional, teniendo como eje rector el bienestar social, las necesidades de la población y el desarrollo económico, con el objetivo de alcanzar el desarrollo sostenible en apego al Plan Estatal de Desarrollo.

5.2.2 Visión

Ser una Secretaría referente del Gobierno del Estado, en la correcta administración y desempeño de funciones, por medio de la eficiencia en la planeación, control y dirección de los recursos, así como en la correcta aplicación de la normatividad relativa a la ejecución de la obra pública, para satisfacer las necesidades de la población en relación a la infraestructura.

5.3 Ubicación

Área asignada: Departamento de saneamiento de aguas residuales y de alcantarillado

Dirección: Km 1.5, Carretera Federal Puebla - Tlaxcala, Centro.

C.P.: 90000

Colonia: Centro

Ciudad: Tlaxcala de Xicohtécatl,

Estado: Tlaxcala

Teléfono: 01 (246) 465 2960

Contacto Unidad Transparencia: ext. 3935

Correo: asanchez@tlaxcala.gob.mx

Página web: <https://si.tlaxcala.gob.mx/>

GIRO, RAMO O SECTOR: Público

RFC: GET850101110

Imagen 2 Ubicación geográfica de la dependencia.



Fuente: Google Maps

MARCO DE REFERENCIA

6. Marco de Referencia

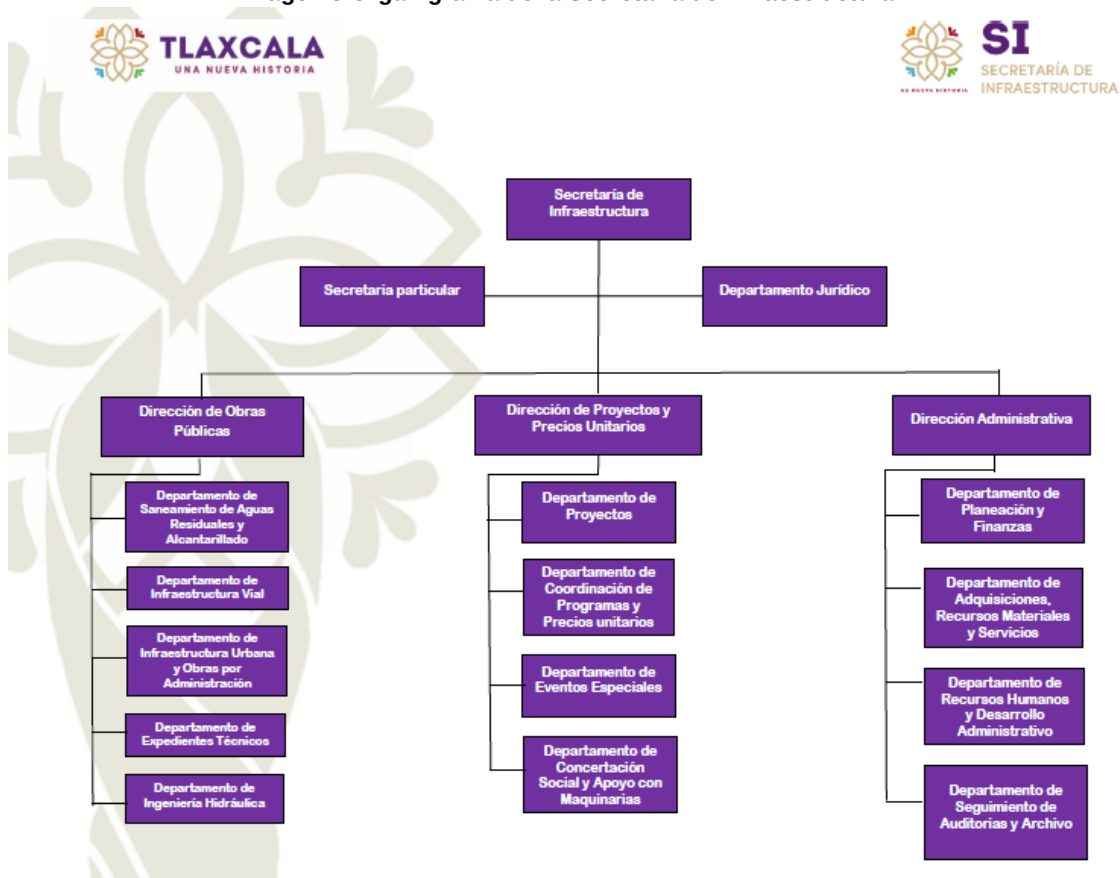
6.1 Caracterización del área de desarrollo del proyecto

6.2 Nombre del departamento

Saneamiento de Aguas Residuales y Alcantarillado es el departamento responsable que llevara a cabo la obra mencionada anteriormente.

2.1.2 Estructura departamental

Imagen 3 Organigrama de la Secretaría de Infraestructura.



Fuente: <https://si.tlaxcala.gob.mx/index.php/organigrama>

Ubicación donde se llevará a cabo el trabajo de campo:

Imagen 4: Macrolocalización del estado de Tlaxcala



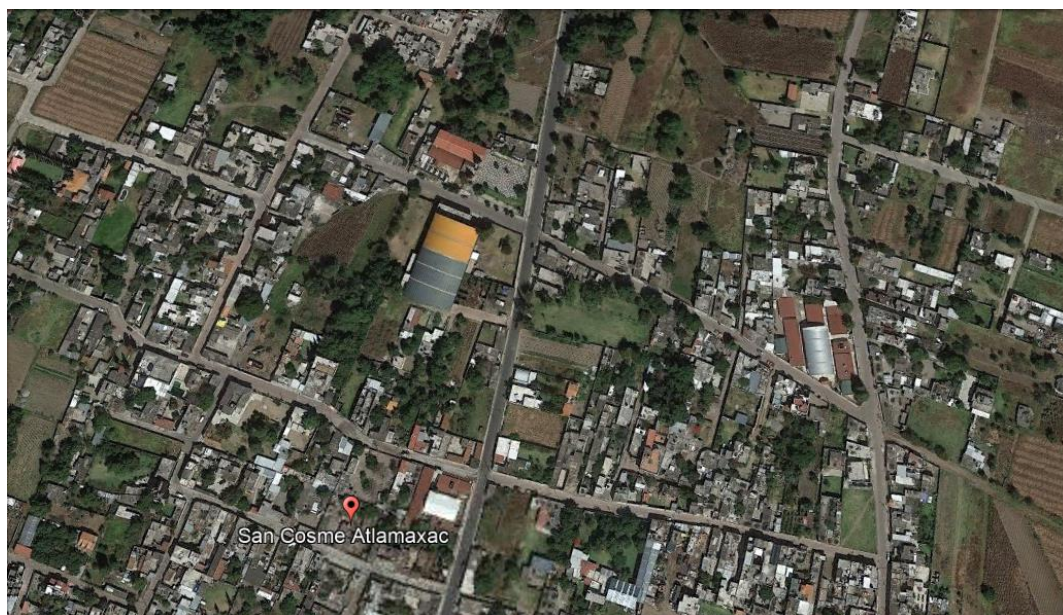
Fuente: <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>

Imagen 5: Microlocalización del municipio de Tepeyanco



Fuente: <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>

Imagen 6: Ubicación geográfica de la localidad donde se presentará la obra.



Fuente: Google Maps.

6.3 Antecedentes

Para dar inicio a este proyecto el cual lleva el nombre oficial: construcción de un tanque elevado metálico para agua potable con capacidad de 100 m³ y reingeniería del sistema de agua potable en la comunidad de San Cosme Atlamaxac, Municipio de Tepeyanco, consistió en obtener una propuesta por parte de la comunidad, en este caso la presidenta y su director de obras públicas, mostrando un proyecto que cumpliera con el principal objetivo, distribuir de manera adecuada el paso de agua potable en la zona de la localidad, y por supuesto con la ayuda de un equipamiento de un tanque elevado. El diseño de la red de agua se contempló correctamente, en el aspecto de considerar las zonas principales, las distancias que conforman las calles que están conectadas con el tanque, de igual manera tomar las presiones del agua que se distribuirán en las tuberías, pero no habrá problemas, ya que contarán con bombas y válvulas para dicho funcionamiento.

Imagen 7 Tren de descarga de agua potable



Fuente: Elaboración propia

La obra consiste en los siguientes puntos que se resumen de la siguiente manera:

Tabla 1 Resumen inicial

CONCEPTO	IMPORTE
1.-ESTACIÓN DE BOMBEO	\$271,301.06
2.-ESTACIÓN DE REBOMBEO	\$530,038.44
3.-EQUIPO DE CONTROL ELECTRICO >SISTEMA AUTOMATIZADO	\$280,570.90
4.-INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN	\$52,300.27
5.-TREN DE DESCARGA	\$254,650.14
6.-SUBESTACION SOLAR	\$1,234,288.21
7.-EQUIPO DOSIFICACIÓN DE CLORO	\$15,648.00
8.-CERCADO PERIMETRAL	\$99,299.50
9.-TANQUE ELEVADO DE 100 M3 Y CONEXIONES DE TUBERIAS	\$1,581,907.87
10.-RED DE DISTRIBUCIÓN	\$2,150,269.59
11.-TOMAS DOMICILIARIAS.	\$381,296.72
SUB-TOTAL:	\$6,851,570.69
I.V.A.	\$1,096,251.31
TOTAL	\$7,947,822.00

6.4 Actividades dentro del proyecto

En esta obra se llevará a cabo como primer punto, un análisis del proyecto, para así dar inicio al desarrollo, lo cual conlleva a los siguientes puntos, presentando:

- Planteamiento y visualización de la obra
- Actividades del análisis de la obra
- Cronograma de actividades para la obra
- Ejecución de actividades de la obra

6.5 Planteamiento del problema

La comunidad de San Cosme Atlamaxac, Municipio de Tepeyanco, afirma que los servicios básicos son vitales, por ello, en ciertas comunidades quieren ejecutar este tipo de obras. Lamentablemente la localidad no ha contado con el apoyo del estado ni con el recurso necesario para poder ejecutar una obra de este tipo y así poder solventar dicha problemática. La presidenta del municipio, Lic. Gabriela Garrido comenta que se han presentado quejas de desbordamiento de agua en cisternas de varias partes de la comunidad o que incluso les llega muy poca o nada de agua a los hogares. Tienen de igual forma contemplada la instalación de paneles solares para que se puedan recargar las bombas y así pueda haber un ahorro de energía, pero eso ya sería un extra y uso económico por parte de la presidencia para beneficio de la localidad. Por otro lado, la Secretaría de Infraestructura es la encargada de colaborar con la construcción de un tanque elevado, el cual estará

conectado con esta ampliación del sistema de la red de agua potable, y de igual manera la presidenta de la comunidad menciona la porque las nuevas y modernas bombas ejercerán una impresionante presión para que se abastezca de forma adecuada el agua en los hogares, y tenga un buen resultado en el pueblo.

6.6 Alcances y límites

La construcción del tanque elevado, la aplicación de la reingeniería del sistema de agua potable y su rehabilitación, dará un adecuado abastecimiento a los habitantes de la comunidad. La cual consiste en equipamiento de pozo, subestación eléctrica y equipo de medición, línea eléctrica en media tensión, trámites y servicios de CFE, baja tensión, tren de descarga, línea de conducción, caseta doble y cerco perimetral.

Dicha obra estará conformada por: equipos de bombeo, tuberías de UVPC, cable sumergible, variador de frecuencia solar con control automático eléctrico, válvulas de seccionamiento, válvulas check, medidores de propela, tubería de fierro, piezas especiales de fierro fundido y fierro galvanizado, válvulas de admisión y expulsión, válvulas de compuerta de vástago fijo, medidor totalizador de gasto electrónico ultrasónico digital, válvulas de globo de rosca, paneles solares, una bomba dosificadora electrónica de cloro, válvulas inyectora, postes y alambrados galvanizados. Para la construcción del tanque elevado, se ejecutará con la fabricación y colado de concreto vibrado y curado, acero de refuerzo, placa de asiento, acero estructural, tubería hidráulica de PVC, suministro e instalación de extremidad campana y/o espiga PVC hidráulica, válvulas de compuerta bridada, válvulas de control solar, entre otras.

MARCO TEÓRICO

7. Marco Teórico

En este capítulo se generalizará con el proceso de la obra desde la parte del análisis general, hasta parte general de su ejecución de obra.

Se presentó como primer paso, el inició con un par de juntas con la presidenta, la Lic. Gabriela Garrido, de la comunidad de San Cosme Atlamaxac, Municipio de Tepeyanco, donde propuso esta nueva e innovadora red de agua potable, la cual con la instalación de nuevas bombas y válvulas que ayudaran con las presiones de agua para una eficaz distribución en la localidad. Por ello, se comenzó con una evaluación de la obra, en cómo estará conformada la red, en qué calles estarán presentes y donde estará localizado el tanque, valorando todos los componentes posibles que conformaran la obra general.

Dando seguimiento a este primer concepto, muchos hogares de la comunidad, no cuentan con requerimiento de agua en general en sus hogares, incluso si se verificó sobre las tuberías de agua que ya estaban demasiado dañadas, por lo que si solicitaron el apoyo de una nueva red. Se recopilaron datos de las distancias que hay entre cada hogar, calles y al tren de descarga, las casas que cuentan con escases de agua potable. Conforme al Censo de Población y Vivienda 2020 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) con fecha censal de junio de 2020, San Cosme Atlamaxac contaba hasta ese año con un total de 3019, de dicha cifra, 1447 eran hombres y 1572 eran mujeres. Pero actualmente, en este año del 2023, se estima un censo de 3138 habitantes y en población de proyecto, 3964 habitantes.

Para cuestiones de dotación de agua potable en la comunidad, el uso humano es de 142 litros/habitante/día y de abrevadero unos 80 L/cabeza, un gasto medio de 7.7 lps, gasto máximo horario de 9.25 lps y finalmente se refleja con el gasto de bombeo en 12 hrs con 18.5 lps.

Una red de abastecimiento de agua potable es aquella que facilita que el agua avance desde el punto de captación hasta el punto de consumo en condiciones aptas para su consumo. Por aptas no solo se entiende en cuanto a condiciones sanitarias de calidad, sino también de cantidad.

El proceso de saneamiento y desinfección es el que media entre el agua en su punto de origen y el domicilio para su consumo humano, ya como agua potable. La red de abastecimiento de agua más completa es la que emplea aguas superficiales, con cuatro partes; captación y almacenamiento de agua bruta, tratamiento del agua, almacenamiento del agua tratada y distribución por medio de conducciones.

El proceso del suministro de agua potable comprende, de manera general, la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento de agua tratada y distribución del recurso hídrico. Los sistemas convencionales de abastecimiento de agua utilizan para su captación aguas superficiales o aguas subterráneas. Las superficiales se refieren a fuentes visibles, como son ríos, arroyos, lagos y lagunas, mientras las subterráneas, a fuentes que se encuentran confinadas en el subsuelo, como pozos y galerías filtrantes.

La segunda etapa consiste en la conducción del agua desde el punto de captación hasta la planta de tratamiento o el sitio de consumo; puede ser un canal abierto o red de tuberías. La siguiente etapa se refiere a la necesidad de almacenar agua en alguna reserva

cuando la fuente no presenta un caudal suficiente durante el año para satisfacer la demanda de la población.

En la etapa de tratamiento, el agua obtiene, mediante diferentes procedimientos, las características físico-químicas necesarias para consumo humano. Finalmente, la distribución del agua desde el tanque de almacenamiento de agua tratada, estaciones de rebombeo y red de tuberías, permite la entrega del agua potable al usuario final.

Debido al gran consumo de energía que tendrá la red con el apoyo de las bombas y válvulas para un mejor funcionamiento en cuestiones de presiones de agua, se contará con una instalación de paneles solares, con variador de frecuencia solar con control automático eléctrico, de esta forma, no habrá excesos de precios altos por energía de luz para el pueblo. No se debe olvidar que este sistema aun estará conectado con los pozos y tanques existentes, pues el nuevo tanque elevado estará cerca de esos mismos, a una distancia de unos 20 metros.

Las instalaciones de almacenamiento, conocidas como tanques, torres, cisternas o reservorios, por un lado, brindan almacenamiento para el agua tratada antes de su distribución para fines domésticos y de consumo, y por otro, equilibran las fluctuaciones en la cantidad y calidad del agua. Esto se hace almacenando agua durante los momentos en que hay poca demanda, por ejemplo, por la noche, y asegurándose de que haya suficiente agua para los momentos de mayor demanda, es decir, cuando muchas personas necesitan agua al mismo tiempo.

La capacidad y la ubicación de los tanques de almacenamiento son los otros dos aspectos a considerar, pues deben ser tomados en cuenta en el diseño de estos. Para

determinar la capacidad que debe tener el tanque se necesita considerar entre otros factores: las variaciones de demanda y suministro de agua, previsión de reservas en caso de interrupciones de la distribución, emergencia en casos de incendios forestales, etc. Con respecto a la ubicación, dependerá principalmente de los valores de presión en el sistema, garantizando las presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las más bajas.

En general y a groso modo, el agua potable se distribuirá comenzando por la calle Progreso, donde se encontrará el tanque, dando seguimiento por la calle 16 de septiembre, la cual es el punto central de la red, y de allí el agua se propagará con su flujo por las calles mostradas las cuales también son Vicente Guerrero, Benito Juárez, Reforma, entre otras. La tubería estará conformada de UVPC y PVC, y ya antes mencionado los sistemas de bombeo con sus respectivas piezas.

8. Cálculos establecidos

Para los cálculos que se presentan en esta sección, es muy importante tener en consideración como están establecidas las ecuaciones fundamentales de la hidráulica que se aplican, de las cuáles son dos, la de continuidad y la de energía.

La ecuación de continuidad se aplica en los nodos y la de energía en los recorridos.

La ecuación de continuidad establece que la suma de gastos en un nodo es igual cero, observando si entran o salen del nodo. En forma matemática se tiene:

$$\sum Q = 0$$

La ecuación de la energía aplicada en los recorridos se expresa:

$$E_1 + \Sigma H = E_2 + \Sigma h_{f,1-2} + \Sigma h$$

donde E_1 y E_2 son, respectivamente, la energía total $(z_i + \frac{p_i}{\gamma} + \frac{V_i^2}{2g})$ en el punto donde inicia y termina el recorrido, $\Sigma h_{f,1-2}$ es la suma de pérdidas de energía que existen en el recorrido ΣH , la suma de cargas de las bombas, y Σh la suma de pérdidas locales de energía provocadas por dispositivos como válvulas, codos, reducciones etc.

Para calcular las pérdidas de energía por fricción en la conducción, entre otras ecuaciones, existen las de Darcy-Weisbach, Hazen Williams, y Manning, de las cuales se recomienda utilizar la primera, por su carácter general y mejor modelación del fenómeno.

La ecuación de Darcy-Weisbach se expresa:

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

donde f es un coeficiente de pérdidas. L y D son la longitud y el diámetro interior del tubo, V es la velocidad media del flujo y h_f es la pérdida de energía por fricción.

El flujo en régimen turbulento es el caso que normalmente se presenta en los conductos de sistemas de agua potable. En este régimen de flujo, f depende del número de Reynolds y de la rugosidad relativa ΔD ; sus valores se obtienen aplicando la siguiente ecuación de Colebrook-White.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon/D}{3.71} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

donde:

$$Re = \frac{V D}{\nu}$$

ϵ es la rugosidad absoluta de la pared interior del tubo expresado en mm, y ν es la viscosidad cinemática del fluido en m²/s.

Se han efectuado varios estudios para obtener expresiones explícitas para el cálculo del coeficiente de pérdidas f ajustado a los resultados de la ecuación de Colebrook-White y poder así aprovechar las ventajas que tiene esta ecuación:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\epsilon/D}{3.71} + \frac{G}{Re^T} \right) \right]^2}$$

tiene ventajas sobre otras presentaciones explícitas para calcular el valor de f , donde

$G = 4.555$ y $T = 0.8764$ para $4000 < Re < 10^5$

$G = 6.732$ y $T = 0.9104$ para $10^5 < Re < 3 \times 10^5$

$G = 8.982$ y $T = 0.93$ para $3 \times 10^5 < Re < 10^8$

Sustituyendo la ecuación de Colebrook-White en la de Darcy-Weisbach, se tiene

$$h_f = \frac{0.203L}{gD^3 \left[\log \left(\frac{\epsilon/D}{3.71} + \frac{G}{Re^T} \right) \right]^2} Q^2$$

con la cual se calculan las pérdidas de energía por fricción en una conducción con los mismos resultados de las ecuaciones de Darcy-Weisbach y de Colebrook-White.

Las pérdidas locales de energía se generan en distancias relativamente cortas, por accesorios de la conducción tales como codos, tes, cruces, válvulas, etc.

Para calcular las pérdidas locales de energía se utiliza la expresión general

$$h = k \frac{V^2}{2g}$$

donde k es un coeficiente de pérdida que depende del tipo de accesorio que lo genera, g es la gravedad terrestre y V es la velocidad media del flujo, por lo general aguas abajo del dispositivo, exceptuando el caso de la llegada del flujo de una tubería a un depósito; en cuyo caso V es la velocidad en el tubo.

En el caso de un ensanchamiento brusco el valor de k es igual a 1.0 y el valor de V de la ecuación anterior de pérdidas locales, se sustituye por la diferencia de velocidades existente en los tubos aguas arriba y aguas abajo del ensanchamiento.

La adquisición de la ecuación anterior se obtiene mediante el desarrollo que se presenta en el capítulo 12.6 junto con el nombre “adaptación de la ecuación de Manning”.

Desde el momento que se tenía predeterminado el proyecto por parte de la comunidad, se estableció una serie de cálculos de la red de distribución que se hicieron para el sistema de reingeniería de agua potable en la comunidad.

Se inicio con los cálculos realizados con la distribución A:

La primera representación que se muestra es de los cálculos que van de la línea de alimentación:

Se tiene al pozo A donde tiene una longitud de 6.29 metros, una longitud acumulada de 14165.1 metros, un caudal de 0.00101 l/s por cada metro lineal, que es el mismo para todos los casos,

Se multiplica la longitud acumulada por el caudal (Q) y da como resultado de Q_1 un valor de 14.338 l.p.s.

$$Q_1 = L Q = 14165.1(0.00101) = 14.338 \text{ l.p.s}$$

Hay un diámetro de 6", el coeficiente de rugosidad de Manning de 19.26 establecido en la tabla de cálculo, por lo predeterminado ese valor depende del diámetro de la tubería, y para obtener el resultado de pérdida (H_{f_1}) es:

K = Coeficiente de rugosidad de Manning

L = Longitud

Q_1 = Caudal

Q_e = Gasto equivalente

$$H_{f_1} = K L \left(\frac{Q_1}{1000} \right)^2 (1.05)$$

$$H_{f_1} = (19.26)(6.29) \left(\frac{14.338}{1000} \right)^2 (1.05) = 0.0261 \text{ m}$$

Se repite ese mismo valor representando las pérdidas compuestas en H_f pérdidas de energía compuestas), se hacen iteraciones con los valores de cotas de pieza y terreno, se agregaron los valores de tubería con su diámetro de 6", de PVC.

TABLA DE CALCULO HIDRAULICO RED DE DISTRIBUCION.
LOCALIDAD: SAN COSME ATLAMAHAC
MUNICIPIO: TEPEYANCO
ESTADO : TLAXCALA
OBRA: AMPLIACION Y REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SAN COSME ATLAMAHAC,

CIRCUITOS "I" Y "II"													
CIRCUIT	CRUCE	ONGI	LONG	Q	Q1	DIA	K	Hf1	Hf COF	COTA	C. DE	UB EX	
ROPICOMU	de	a	m.	esp.	l.p.s.	pulg.	manning	m.		piez.	terreno	m	
LINEA DE ALIMENTACION.													
		POZO								2260.71	2260.71	0.00	
		PQ2C A	6.29	14165.1	0.00101	14.338	6"	19.26	0.0261	0.0261	2260.68	2260.67	0.01 6" PVI PROY
		A B	13.53	14165.1	0.00101	14.338	6"	19.26	0.0562	0.0562	2260.63	2260.63	0.00 6" PVI PROY
		B C	9.07	14165.1	0.00101	14.338	6"	19.26	0.0377	0.0377	2260.59	2260.61	-0.02 6" PVI PROY
		C 1	52.94	10583.2	0.00101	10.712	6"	19.26	0.1228	0.1228	2260.47	2258.00	2.47 6" PVI PROY
		1 2	62.11	10583.2	0.00101	10.712	6"	19.26	0.1441	0.1441	2260.32	2256.00	4.32 6" PVI PROY
		2 3	104.3	10583.2	0.00101	10.712	6"	19.26	0.2420	0.2420	2260.08	2254.00	6.08 6" PVI PROY
		3 4	52.01	10583.2	0.00101	10.712	6"	19.26	0.1207	0.1207	2259.96	2251.05	8.91 6" PVI PROY
		4 5	31.45	10583.2	0.00101	10.712	6"	19.26	0.0730	0.0730	2259.89	2250.53	9.36 6" PVI PROY
		5 6	160.57	10583.2	0.00101	10.712	6"	19.26	0.3726	0.3726	2259.51	2248.39	11.12 6" PVI PROY
		6 7	89.23	10583.2	0.00101	10.712	6"	19.26	0.2071	0.2071	2259.31	2248.14	11.17 6" PVI PROY
		7 8D	217.91	10583.2	0.00101	10.712	6"	19.26	0.5057	0.5057	2258.80	2245.82	12.98 6" PVI PROY
				3581.93									
				14165.1									
		8D								2258.80	2245.82	12.98	
I		8D 9	133.34	6155.74	0.00101	6.231	4"	161.63	0.8785	0.7573	2258.04	2244.00	14.04 4" PVI EXIST
		9 10	84.25	6022.40	0.00101	6.096	4"	161.63	0.5313	0.4564	2257.59	2242.67	14.92 4" PVI EXIST
I	II	10 11	221.86	3603.81	0.00101	3.648	4"	161.63	0.5010	1.0254	2256.56	2243.00	13.56 4" PVI EXIST
I	II	11 12	64.73	2942.53	0.00101	2.978	4"	161.63	0.0974	0.2273	2256.34	2243.51	12.83 4" PVI EXIST
I	II	12 13	102.99	2831.94	0.00101	2.866	4"	161.63	0.1436	0.3441	2255.99	2239.07	16.92 4" PVI EXIST
I	II	13 14	71.71	2632.40	0.00101	2.664	4"	161.63	0.0864	0.2183	2255.77	2240.34	15.43 4" PVI EXIST
I	II	14 15	4.27	2512.48	0.00101	2.543	4"	161.63	0.0047	0.0123	2255.76	2240.26	15.50 4" PVI EXIST
I	II	15 16	109.85	2196.62	0.00101	2.223	4"	161.63	0.0922	0.2684	2255.49	2238.80	16.69 4" PVI EXIST
I	II	16 17	43.53	2086.77	0.00101	2.112	4"	161.63	0.0330	0.1002	2255.39	2238.54	16.85 4" PVI EXIST
I		17 18	53.06	1406.64	0.00101	1.424	4"	161.63	0.0183	0.0086	2255.38	2238.25	17.13 4" PVI PROY
I		18 19	146.12	1177.42	0.00101	1.192	4"	161.63	0.0352	-0.8261	2256.21	2237.58	18.63 4" PVI PROY
								2.4215	2.5922				

		8D								2258.80	2245.82	12.98	
I		8D 8b	1.84	4427.44	0.00101	4.481	4"	161.63	0.0063	0.0076	2258.79	2245.82	12.97 4" PVI EXIST
I		8b 48	105.11	3404.66	0.00101	3.446	4"	161.63	0.2118	0.2702	2258.52	2245.50	13.02 4" PVI EXIST
I		48 49	46.37	3299.55	0.00101	3.340	4"	161.63	0.0878	0.1128	2258.41	2244.99	13.42 4" PVI EXIST
I		49 50	113.65	2565.82	0.00101	2.597	4"	161.63	0.1301	0.1786	2258.23	2245.67	12.56 4" PVI EXIST
I		50 51	83.80	2403.17	0.00101	2.432	4"	161.63	0.0841	0.1178	2258.11	2244.88	13.24 4" PVI EXIST
I		51 52	3.26	2027.95	0.00101	2.053	4"	161.63	0.0023	0.0888	2258.03	2244.81	13.22 4" PVI EXIST
I		52 53	86.79	2025.37	0.00101	2.050	4"	161.63	0.0619	0.0034	2258.02	2244.28	13.74 4" PVI EXIST
I		53 56	39.96	1574.21	0.00101	1.593	4"	161.63	0.0431	0.0613	2257.96	2243.70	14.26 4" PVI PROY
I		56 57	58.94	1438.40	0.00101	1.456	4"	161.63	0.0212	0.0614	2257.90	2243.26	14.64 4" PVI PROY
I		57 58	35.83	1333.31	0.00101	1.350	4"	161.63	0.0111	0.0322	2257.87	2243.02	14.85 4" PVI PROY
I		58 59	88.29	856.96	0.00101	0.867	4"	161.63	0.0113	0.0105	2257.86	2242.38	15.48 4" PVI PROY
I		59 60	20.30	684.13	0.00101	0.692	4"	161.63	0.0017	0.0194	2257.84	2241.96	15.88 4" PVI PROY
I		60 61	7.91	474.57	0.00101	0.480	4"	161.63	0.0003	0.0030	2257.83	2241.75	16.08 4" PVI PROY
I		61 62	76.31	466.66	0.00101	0.472	4"	161.63	0.0029	0.0011	2257.83	2241.49	16.34 4" PVI PROY
		62 62a	81.63	390.35	0.00101	0.395	2"	6515.63	0.0872	0.3692	2257.46	2240.00	17.46 2" PVI EXIST
		62a 62b	51.75	227.09	0.00101	0.230	2"	6515.63	0.0187	0.2550	2257.21	2238.34	18.87 2" PVI EXIST
		62b 62c	10.31	169.31	0.00101	0.171	2"	6515.63	0.0021	0.1343	2257.07	2238.00	19.07 2" PVI EXIST
		62c 19	150.72	150.72	0.00101	0.153	2"	6515.63	0.0240	0.8651	2256.21	2237.58	18.63 2" PVI EXIST
								0.8078	2.5922				
								CORR=	-1.0779				
									0.8399				
		10								2257.59	2242.67	14.92	
II		10 72	131.31	2334.34	0.00101	2.363	4"	161.63	0.1244	1.2980	2256.29	2239.83	16.46 4" PVI EXIST
II		72 73	69.46	2203.03	0.00101	2.230	4"	161.63	0.0586	0.0005	2256.29	2239.58	16.71 4" PVI EXIST
II		73 26	106.36	1994.13	0.00101	2.018	4"	161.63	0.0735	0.0000	2256.29	2238.17	18.12 4" PVI EXIST
II		26 27	53.23	1887.77	0.00101	1.911	4"	161.63	0.0330	0.0001	2256.29	2237.42	18.87 4" PVI EXIST
II		27 28	111.87	1553.51	0.00101	1.572	4"	161.63	0.0469	0.0037	2256.29	2236.63	19.66 4" PVI EXIST
II		28 29	22.44	1441.64	0.00101	1.459	4"	161.63	0.0081	0.0012	2256.28	2236.92	19.36 4" PVI EXIST
II		29 30	46.72	1118.67	0.00101	1.132	4"	161.63	0.0102	0.0062	2256.28	2236.00	20.28 4" PVI EXIST
II		30 31	34.61	1006.68	0.00101	1.019	4"	161.63	0.0061	0.0058	2256.27	2236.60	17.67 4" PVI EXIST
II		31 32	17.69	972.07	0.00101	0.984	4"	161.63	0.0029	0.0032	2256.27	2236.36	17.91 4" PVI EXIST
II		32 33	73.06	954.38	0.00101	0.966	4"	161.63	0.0116	0.0137	2256.26	2237.77	18.49 4" PVI EXIST
II		33 34	9.83	585.35	0.00101	0.592	4"	161.63	0.0006	0.0034	2256.25	2236.00	20.25 4" PVI EXIST
II		34 35	32.71	507.71	0.00101	0.514	4"	161.63	0.0042	1.3309	2254.92	2235.98	18.94 4" PVI EXIST
								0.3801	2.6668				

8b										2258.79	2245.820	12.97			
8b	67	131.47	1020.44	0.001012	1.033	2"	6515.63	0.9595	0.9595	2257.83	2248.000	9.83	2"	PV(EXIST	
	67	68	137.11	889.47	0.001012	0.900	2"	6515.63	0.7603	0.7603	2257.07	2250.430	6.64	2"	PV(EXIST
	68	69	54.74	586.31	0.001012	0.593	2"	6515.63	0.1319	0.1319	2256.94	2251.560	5.38	2"	PV(EXIST
	69	70	206.45	450.48	0.001012	0.456	2"	6515.63	0.2936	0.2936	2256.65	2253.000	3.65	2"	PV(EXIST
	70	71	176.79	294.03	0.001012	0.298	2"	6515.63	0.1071	0.1071	2256.54	2257.840	-1.30	2"	PV(EXIST
17										2255.39	2238.54	16.85			
	17	18	53.08	1406.64	0.001012	1.424	2"	6515.63	0.7361	0.7361	2254.66	2238.25	16.41	2"	PV(EXIST
	18	19	146.12	1177.42	0.001012	1.192	2"	6515.63	1.4198	1.4198	2253.24	2237.58	15.66	2"	PV(EXIST
	19	20	46.35	1031.30	0.001012	1.044	2"	6515.63	0.3455	0.3455	2252.89	2237.19	15.70	2"	PV(EXIST
	20	21	115.53	874.85	0.001012	0.885	2"	6515.63	0.6197	0.6197	2252.27	2236.30	15.97	2"	PV(EXIST
	21	22	147.08	635.64	0.001012	0.643	2"	6515.63	0.4165	0.4165	2251.85	2235.31	16.54	2"	PV(EXIST
	22	23	80.04	278.26	0.001012	0.282	2"	6515.63	0.0434	0.0434	2251.81	2234.96	16.85	2"	PV(EXIST
	23	24	7.39	198.22	0.001012	0.201	2"	6515.63	0.0020	0.0020	2251.81	2234.96	16.85	2"	PV(EXIST
	24	25	51.75	190.83	0.001012	0.193	2"	6515.63	0.0132	0.0132	2251.80	2234.41	17.39	2"	PV(EXIST
35										2254.92	2235.98	18.94			
	35	40	23.45	830.49	0.001012	0.841	2"	6515.63	0.1134	0.1134	2254.81	2235.990	18.82	2"	PV(EXIST
	40	42	63.89	603.86	0.001012	0.611	2"	6515.63	0.1633	0.1633	2254.64	2235.000	19.64	2"	PV(EXIST
	42	43	16.00	539.97	0.001012	0.547	2"	6515.63	0.0327	0.0327	2254.61	2235.090	19.52	2"	PV(EXIST
	43	44	88.28	523.97	0.001012	0.530	2"	6515.63	0.1699	0.1699	2254.44	2234.390	20.05	2"	PV(EXIST
	44	45	95.15	244.05	0.001012	0.247	2"	6515.63	0.0397	0.0397	2254.40	2232.450	21.95	2"	PV(EXIST
33										2256.26	2237.77	18.49			
	33	46	78.33	295.97	0.001012	0.300	2"	6515.63	0.0481	0.0481	2256.21	2236.360	19.85	2"	PV(EXIST
	46	47	53.86	156.66	0.001012	0.159	2"	6515.63	0.0093	0.0093	2256.20	2235.580	20.62	2"	PV(EXIST
52										2258.03	2244.81	13.22			
	52	52a	147.27	147.27	0.001012	0.149	2"	6515.63	0.0224	0.0224	2258.00	2247.900	10.10	2"	PV(EXIST
49										2258.41	2244.99	13.42	2"	PV(EXIST	
	49	63	26.24	687.16	0.001012	0.696	2"	6515.63	0.0868	0.0868	2258.32	2245.84	12.48	2"	PV(EXIST
	63	64	112.26	646.34	0.001012	0.654	2"	6515.63	0.3287	0.3287	2258.00	2246.88	11.12	2"	PV(EXIST
	64	65	81.59	438.78	0.001012	0.444	2"	6515.63	0.1101	0.1101	2257.89	2247.42	10.47	2"	PV(EXIST
	65	66	59.35	230.85	0.001012	0.234	2"	6515.63	0.0222	0.0222	2257.86	2250.00	7.86	2"	PV(EXIST
	66	66a	171.50	171.50	0.001012	0.174	2"	6515.63	0.0354	0.0354	2257.83	2251.34	6.49	2"	PV(EXIST

Los próximos con la distribución B:

Para esta distribución se usara de ejemplo el circuito 1, donde se tiene de cruce de 8D a 9 con su longitud de 133.34 metros de longitud, 6155.74 metros de longitud acumulada, un caudal (Q_{ϵ}) de 0.001012 l/s por cada metro lineal, un Q_1 de 6.231 l.p.s, producto de multiplicar la longitud acumulada por el caudal:

$$Q_1 = L Q = 6155.74 (0.001012) = 6.231 \text{ l.p.s}$$

Un diametro de 4", una constante de Manning (K) de 161.63, H_{f_1} se obtiene mediante la operación de:

$$H_{f_1} = K L \left(\frac{Q_1}{1000} \right)^2 (1.05)$$

$$H_{f_1} = (161.63)(133.34) \left(\frac{6.231}{1000} \right)^2 (1.05) = 0.8785 \text{ m}$$

$$\frac{H}{Q}$$

$$\frac{0.8785}{6.231} = 0.141$$

El resultado de H/Q es un factor de magnitud de corrección tanto en el circuito 1 y 2, puesto que es una red abierta, como se mencionará en el proceso constructivo la red conducirá por el pozo y el tren de descarga, bombeado al tanque elevado y al tanque de mampostería, y se con las bombas de 5 HP, ya que es una línea abierta.

La cifra de -1.0779 es el resultado de la corrección de las iteraciones

Q_2 es la suma de Q_1 (caudal) + corr (corrección), y nos da el total de 5.1527 l.p.s

$$Q_2 = Q_1 + corr.$$

$$6.231 + (-1.0779) = 5.1527 \text{ l.p.s}$$

Las correcciones son para equilibrar los circuitos y se realizó mediante el método de Cross.

Se repite el mismo proceso de de las ultimas hileras con

Las pérdidas en se obtiene de H_{f_2}

$$H_{f_2} = K L \left(\frac{Q_2}{1000} \right)^2 (1.05)$$

$$H_{f_2} = (161.63)(133.34) \left(\frac{5.1527}{1000} \right)^2 (1.05) = 0.6008 \text{ m}$$

$H/Q = 0.1166$, se agrega el valor de corrección, la suma de Q_3 de Q_2 + corrección y sale 5.7848 l.p.s

$$Q_3 = Q_2 + \text{corr.}$$

$$5.1527 + 0.6321 = 5.7848 \text{ l.p.s}$$

H_{f_3} obtenemos 0.7573 m, las cotas de pieza y terreno son valores de iteraciones

$$H_{f_3} = K L \left(\frac{Q_3}{1000} \right)^2 (1.05)$$

$$(161.63)(133.34) \left(\frac{5.7848}{1000} \right)^2 (1.05) = 0.7573 \text{ m}$$

En la parte del final se muestra el valor de la resta en metros, se anexa el valor de diametro de tuberia de 4" y de material es PVC.

[illegible]32

Un diámetro de 4", una constante de Manning (K) de 161.63, H_{f_1} se obtiene mediante la operación de

$$H_{f_1} = K L \left(\frac{Q_1}{1000} \right)^2 (1.05)$$

$$H_{f_1} = (161.63)(133.34) \left(\frac{6.231}{1000} \right)^2 (1.05) = 0.8785 \text{ m}$$

$$\frac{H}{Q}$$

$$\frac{0.8785}{6.231} = 0.141$$

Haciendo mención nuevamente que este valor de 0.141 es un factor de magnitud de corrección, por lo que no tiene unidad de medida.

La cantidad de -1.0779 es el resultado de corrección de las iteraciones Q_2 es la suma de Q_1 + corrección y nos da el total de 5.1527 l.p.s.

$$Q_2 = Q_1 + \text{corr.}$$

$$6.231 + (-1.0779) = 5.1527 \text{ l.p.s}$$

Se repite el mismo proceso de de las ultimas hileras con

H_{f_2} se obtiene de

$$H_{f_2} = K L \left(\frac{Q_2}{1000} \right)^2 (1.05)$$

$$(161.63)(133.34) \left(\frac{5.1527}{1000} \right)^2 (1.05) = 0.6008 \text{ m}$$

$H/Q = 0.1166$, se agrega el valor de corrección, la suma de Q_3 de $Q_2 + \text{corr}$ y sale

5.7848 l.p.s

$$Q_3 = Q_2 + \text{corr.}$$

$$5.1527 + 0.6321 = 5.7848 \text{ l.p.s}$$

H_{f_3} obtenemos 0.7573 m, las cotas de pieza y terreno son valores de iteraciones

$$H_{f_3} = K L \left(\frac{Q_3}{1000} \right)^2 (1.05)$$

$$H_{f_3} = (161.63)(133.34) \left(\frac{5.7848}{1000} \right)^2 (1.05) = 0.7573 \text{ m}$$

Las cotas de pieza y terreno son valores de iteraciones, señalan el valor de la resta de esos valores en metros, se anexa el valor de diámetro de tubería de 4" y de material el cual es de PVC.

TABLA DE CALCULO HIDRAULICO RED DE DISTRIBUCION.

LOCALIDAD: SAN COSME ATLAMAHAC

MUNICIPIO: PIAXTLA.

ESTADO : PUEBLA

AMPLIACION Y REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE SAN COSME ATLAMAHAC, MUNICIPIO DE TEPEYANCO, TLAXCALA

LONGITUD TOTAL DE RED

LT=

LRED= 14.165.11

Q= 14.34

qe= 0.001012

CIRCUITO	CRUCERO	LONGITUD	LONG.	CIRCUITOS "I" Y "II"		K	Hf1	H/Q	CORR.	Q2	Hf2	H/Q	CORR.	Q3	Hf3	Hf COMP.	COTAS	C. DE T.	UB EXITE
POZICION	de a	m.	acum.	esp.	Q1	DIAM.	manning	m.		l.p.s.	m.			l.p.s.	m.		piez terreno	m	
POZO	A	6.29	14165.11	0.001012	14.338	6"	19.26	0.0261									2275.71	2260.71	15.00
	B	13.53	14165.11	0.001012	14.338	6"	19.26	0.0562								0.0261	2275.68	2260.67	15.01
	C	9.07	14165.11	0.001012	14.338	6"	19.26	0.0377								0.0562	2275.63	2260.63	15.00
	1	52.94	10583.18	0.001012	10.712	6"	19.26	0.1228								0.0377	2275.59	2260.61	14.98
	2	62.11	10583.18	0.001012	10.712	6"	19.26	0.1441								0.1228	2275.47	2258.00	17.47
	3	104.3	10583.18	0.001012	10.712	6"	19.26	0.2420								0.1441	2275.32	2256.00	19.32
	4	52.01	10583.18	0.001012	10.712	6"	19.26	0.1207								0.2420	2275.08	2254.00	21.08
	5	31.45	10583.18	0.001012	10.712	6"	19.26	0.0730								0.1207	2274.96	2251.05	23.91
	6	160.57	10583.18	0.001012	10.712	6"	19.26	0.3726								0.0730	2274.89	2250.53	24.36
	7	89.23	10583.18	0.001012	10.712	6"	19.26	0.2071								0.3726	2274.51	2248.39	26.12
	8	217.91	10583.18	0.001012	10.712	6"	19.26	0.5057								0.2071	2274.31	2248.14	26.17
	9	3581.93	14165.11													0.5057	2273.80	2245.82	27.98

		80		CIRCUITO I																2273.80	2245.82	27.98																			
I	8D	9	133.34	6155.74	0.001012	6.231	4"	161.63	0.8785	0.1410	-1.0779	5.1527	0.6008	0.1166	0.6321	5.7848	0.7573	0.7573	2273.04	2244.00	29.04	4"	PVC EXIST																		
	9	10	84.25	6022.40	0.001012	6.096	4"	161.63	0.5313	0.0872	-1.0779	5.0178	0.3600	0.0717	0.6321	5.6498	0.4564	0.4564	2272.59	2242.67	29.92	4"	PVC EXIST																		
I	10	11	221.86	3603.81	0.001012	3.648	4"	161.63	0.5010	0.1373	-2.0015	1.6462	0.1020	0.0620	3.5723	5.2185	1.0254	1.0254	2271.56	2243.00	28.56	4"	PVC EXIST																		
I	11	12	64.73	2942.53	0.001012	2.978	4"	161.63	0.0974	0.0327	-2.0015	0.9769	0.0105	0.0107	3.5723	4.5492	0.2273	0.2273	2271.34	2243.51	27.83	4"	PVC EXIST																		
I	12	13	102.99	2831.94	0.001012	2.866	4"	161.63	0.1436	0.0501	-2.0015	0.8649	0.0131	0.0151	3.5723	4.4373	0.3441	0.3441	2270.99	2239.07	31.92	4"	PVC EXIST																		
I	13	14	71.71	2632.40	0.001012	2.664	4"	161.63	0.0864	0.0324	-2.0015	0.6630	0.0053	0.0081	3.5723	4.2353	0.2183	0.2183	2270.77	2240.34	30.43	4"	PVC EXIST																		
I	14	15	4.27	2512.48	0.001012	2.543	4"	161.63	0.0047	0.0018	-2.0015	0.5416	0.0002	0.0004	3.5723	4.1139	0.0123	0.0123	2270.76	2240.26	30.50	4"	PVC EXIST																		
I	15	16	109.85	2196.62	0.001012	2.223	4"	161.63	0.0922	0.0414	-2.0015	0.2219	0.0009	0.0041	3.5723	3.7942	0.2684	0.2684	2270.49	2238.80	31.69	4"	PVC EXIST																		
I	16	17	43.53	2086.77	0.001012	2.112	4"	161.63	0.0330	0.0156	-2.0015	0.1107	0.0001	0.0008	3.5723	3.6830	0.1002	0.1002	2270.39	2238.54	31.85	4"	PVC EXIST																		
I	17	18	53.06	1406.64	0.001012	1.424	4"	161.63	0.0183	0.0128	-1.0779	0.3458	0.0011	0.0031	0.6321	0.9779	0.0086	0.0086	2270.38	2238.25	32.13	4"	PVC PROY																		
I	18	19	146.12	1177.42	0.001012	1.192	4"	161.63	0.0352	0.0296	-1.0779	0.1138	0.0003	0.0028	0.6321	0.7459	0.0138	-0.8261	2271.21	2237.58	33.63	4"	PVC PROY																		
																						2.4215																			

I	8D	8b	1.84	4427.44	0.001012	4.481	4"	161.63	0.0063	0.0014	-1.0779	5.5592	0.0097	0.0017	0.6321	4.9272	0.0076	0.0076	2273.80	2245.76	28.04
I	8b	48	105.11	3404.66	0.001012	3.446	4"	161.63	0.2118	0.0615	-1.0779	4.5240	0.3651	0.0807	0.6321	3.8919	0.2702	0.2702	2273.52	2245.50	28.02
I	48	49	46.37	3299.55	0.001012	3.340	4"	161.63	0.0878	0.0263	-1.0779	4.4176	0.1536	0.0348	0.6321	3.7856	0.1128	0.1128	2273.41	2244.99	28.42
I	49	50	113.85	2585.82	0.001012	2.597	4"	161.63	0.1301	0.0501	-1.0779	3.8750	0.2605	0.0709	0.6321	3.0429	0.1786	0.1786	2273.23	2245.67	27.56
I	50	51	83.80	2403.17	0.001012	2.432	4"	161.63	0.0841	0.0346	-1.0779	3.5103	0.1752	0.0499	0.6321	2.8783	0.1178	0.1178	2273.11	2244.88	28.24
I	51	52	3.26	2027.95	0.001012	2.053	4"	161.63	0.0023	0.0011	-1.0779	3.1305	0.1394	0.0445	0.6321	2.4985	0.0888	0.0888	2273.03	2244.81	28.22
I	52	53	86.79	2025.37	0.001012	2.050	4"	161.63	0.0619	0.0302	-1.0779	3.1279	0.0054	0.0017	0.6321	2.4959	0.0034	0.0034	2273.02	2244.28	28.74
I	53	56	99.96	1574.21	0.001012	1.593	4"	161.63	0.0431	0.0270	-1.0779	2.6713	0.1051	0.0393	0.6321	2.0392	0.0613	0.0613	2272.96	2243.70	29.26
I	56	57	58.94	1438.40	0.001012	1.456	4"	161.63	0.0212	0.0146	-1.0779	2.5338	0.1089	0.0430	0.6321	1.9018	0.0614	0.0614	2272.90	2243.26	29.64
I	57	58	35.83	1333.31	0.001012	1.350	4"	161.63	0.0111	0.0082	-1.0779	2.4275	0.0589	0.0243	0.6321	1.7954	0.0322	0.0322	2272.87	2243.02	29.85
I	58	59	88.29	856.96	0.001012	0.867	4"	161.63	0.0113	0.0130	-1.0779	1.9453	0.0230	0.0118	0.6321	1.3132	0.0105	0.0105	2272.86	2242.38	30.48
I	59	60	20.30	694.13	0.001012	0.692	4"	161.63	0.0017	0.0024	-1.0779	1.7704	0.0470	0.0265	0.6321	1.1383	0.0194	0.0194	2272.84	2241.96	30.88
I	60	61	7.91	474.57	0.001012	0.480	4"	161.63	0.0003	0.0006	-1.0779	1.5583	0.0084	0.0054	0.6321	0.9262	0.0030	0.0030	2272.83	2241.75	31.08
I	61	62	76.31	466.66	0.001012	0.472	4"	161.63	0.0029	0.0061	-1.0779	1.5503	0.0032	0.0021	0.6321	0.9182	0.0011	0.0011	2272.83	2241.49	31.34
I	62	62a	81.63	390.35	0.001012	0.395	2"	6515.63	0.0872	0.2206	-1.0779	1.4730	1.1328	0.7690	0.6321	0.8410	0.3692	0.3692	2272.46	2240.00	32.46
I	62a	62b	51.75	227.09	0.001012	0.230	2"	6515.63	0.0187	0.0814	-1.0779	1.3078	0.9551	0.7303	0.6321	0.6757	0.2550	0.2550	2272.21	2238.34	33.87
I	62b	62c	10.31	169.31	0.001012	0.171	2"	6515.63	0.0021	0.0121	-1.0779	1.2493	0.5526	0.4423	0.6321	0.6172	0.1349	0.1349	2272.07	2238.00	34.07
I	62c	19	150.72	150.72	0.001012	0.153	2"	6515.63	0.0240	0.1573	-1.0779	1.2305	0.1068	0.0868	0.6321	0.5984	0.0253	0.0253	2271.21	2237.58	33.63
								0.8078	0.7485				4.2106	2.4651				1.7524	2.5922		
								CORR=	-1.0779			CORR=	0.632063								

37

DESARROLLO

9. Descripción del proceso constructivo del proyecto

9.1 Previo al inicio de la obra

Una de las principales razones para elevar los tanques es porque a una presión más alta y al estar regulados por gravedad no es necesario el funcionamiento continuo de las bombas de agua. La ubicación estratégica del tanque puede ayudar a la presión en el sistema de distribución y con ella, llegar de mejor manera a cada rincón donde se requiera. Los tanques elevados cuando la presión del agua no es suficiente se debe colocar un sistema de bombeo que suba el agua hasta el tanque. En muchos casos se utilizan ambos tipos de depósitos de agua lo que determina un mayor volumen de agua a almacenar.

El proyecto comenzó de manera retrasada, ya que, porque intentaron hacer ajustes con el proyecto original, incluso si se presentaron ciertas modificaciones en cuestiones del plano de la red de agua potable, porque estaban considerando cambiar de lugar el tanque elevado por la bomba de agua que ya estaba instalada en la zona. A pesar de que se presentaron esos cambios en los planos, pero hubo complicaciones con el inicio de la obra, pues no le llegaba a la empresa el anticipo de pago para que así, se empezara a ejecutar la obra y los trabajadores comenzaran su labor. En compañía del Ingeniero Miguel Ángel Flores León, residente de este proyecto por parte de la Secretaría de Infraestructura, comenzamos a hacer las primeras visitas de obra, donde solo se pudo ver que iniciaron con el corte en el asfalto con una cortadora que contaba la empresa, para dar algo de inicio en la calle Hidalgo, para la colocación de la tubería, era lo único que se había presentado en ese momento.

Imagen 8 Empleado de constructora con la cortadora



Fuente: Elaboración propia

Imagen 9 Corte en la Calle Hidalgo



Fuente: Elaboración propia

Al resolver los problemas que se presentaron con la empresa, la presidenta de la comunidad y los cambios que se llegaron a modificar en el proyecto, el anticipo del pago llegó a las manos de dicha empresa, para que se iniciaran oficialmente las labores en dar inicio al proyecto, por ello, se organizó una inauguración en la zona de se colocará el tanque elevado, . Antes de la gran apertura, ya se había realizado la limpieza y trazo de como iba a estar medido y contemplado el tanque en el área La presidenta de San Cosme Atlamaxac, Municipio de Tepeyanco, Tlaxcala, la Lic. Gabriela Garrido, se reunió en el evento con los habitantes de la comunidad, su equipo de trabajo de la presidencia, Conagua y la Secretaria de Infraestructura, donde la ingeniera Ana Teresa Gómez Zuñiga, jefa de departamento de agua potable, alcantarillado y saneamiento, se procedió con la obra y el comienzo de la excavación para la cimentación del tanque.

Imagen 10 Apertura de inicio de obra



Fuente: Elaboración propia

Imagen 11 Inicio de excavación



Fuente: Elaboración propia

Imagen 12 Excavadora en ejecución



Fuente: Elaboración propia

Imagen 13 Excavadora en ejecución



Fuente: Elaboración propia

9.2 Zanjas

Posteriormente, después de unos días, se presentó la excavación para la tubería de la red en la zona del tanque elevado, por lo que las zanjas ya estaban visibles y hechas para los próximos procesos de la red de agua; en esos días las lluvias estuvieron fuertes en el estado, por ello se ve el agua dentro de los cortes de las zanjas.

Imagen 14 Zanja para la tubería de red



Fuente: Elaboración propia

Imagen 15 Zanja para la tubería de red



Fuente: Elaboración propia

Como ya se había contemplado la estructura, y como va a estar conformada la red de la tubería, va a ser larga y extensa en varias partes y calles de la comunidad, y a pesar de que hubo las ya mencionadas modificaciones, no altera nada en el proceso o incluso en el presupuesto presentado del proyecto.

Imagen 16 Zanja que conecta al tanque



Fuente: Elaboración propia

Imagen 17 Zanja que conecta al tanque



Fuente: Elaboración propia

Al excavar las zanjas, tambien comenzaron con los cortes y excavación para la cimentación con las medidas asignadas, pero como se presentaron las lluvias, el proceso de la cimentación seguia en espera.

Imagen 18 Zanja de la cimentación



Fuente: Elaboración propia

Imagen 19 Zanja de la cimentación



Fuente: Elaboración propia

La retroexcavadora seguía haciendo su labor con seguir excavando y abriendo más las zanjas, para ya iniciar la instalación y colocación de la tubería, donde las lluvias si les habían retrasado últimamente para poder excavar lo suficiente en el tramo del terreno. Además, se observó el problema de que no pusieron alguna cinta o un alambrado donde pudiera verse para anticipar a los habitantes que es zona de construcción y no se presenten accidentes como desbarrancarse un carro o una persona en bicicleta.

Imagen 20 Excavación es más tramo del terreno



Fuente: Elaboración propia

9.3 Cimbras

La empresa que lleva el proceso de construcción de la obra, se establecieron con una pequeña bodega, a unas calles de distancia, en la cual tenían el espacio suficiente para poder realizar ciertos avances con cuestiones de piezas u otros componentes que seran de suma importancia en el proyecto; y para ello estaban fabricando las dobleces de las varillas que conformarian en la cimentación del tanque elevado.

Imagen 21 Estribos de varilla



Fuente: Elaboración propia

La cimentación empezó a progresar, y luego de unos días después en una próxima visita, la colocación de varilla ya estaba en pie, en donde ya estaban colocados los estribos de varilla para columna, la cimbra de madera, junto con la fabricación de colado de concreto vibrado y curado de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, todo en general para el proceso de la plantilla de concreto. También ya estaba en pie, las contratraves con un espesor de 0.70 m y desde la línea de conducción, una altura de 1.45 m.

Imagen 22 Cimbra de madera



Fuente: Elaboración propia

Imagen 23 Inicio de contratraves



Fuente: Elaboración propia

El equipo del proceso de construcción se dividió, y para la fabricación de las piezas del tanque elevado, se realizaron en el auditorio de la presidencia, solo llevaban algunas y muy mínimas piezas ya hechas. El acero estructural será tipo A.S.T.I, puesto que toda la soldadura se hará al arco eléctrico, en la soldadura manual se utilizarán electrodos E-7018, donde la soldadura se hará siguiendo las normas de la A.W.S (Sociedad Americana de Soldadura). En el caso de los tornillos serán de acero A-307 con rondana, (es un tipo de tuerca, la cual ayuda a realizar un mejor apriete de tornillos y son de acero inoxidable) y no habrá excepciones en que los obreros tendrán que estar calificados para este tipo de trabajo.

9.4 Placas y piezas

Imagen 24 Placas y piezas de acero



Fuente: Elaboración propia

Imagen 25 Placas y piezas de acero



Fuente: Elaboración propia

Pero después de varios meses, e incluso se presentó el problema de que, a los trabajadores de la empresa, en este caso el arquitecto, maestro albañil y algunos de sus peones, les robaron su camioneta con herramienta, equipo de trabajo, su laptop con los generadores y otros archivos de la obra. Ante estos acontecimientos, uno de los maestros de la obra, pidió su cambio después del asalto que se presentó, y se trasladó para otro estado con un proyecto diferente, y fue como incluso hubo más movilidad con los avances esperados.

El proceso de construcción del tanque se puso en marcha, y en su caso con los tipos de materiales, en su mayoría como lo son: canutos de placa, casquetes de placa, placas de refuerzo, tubo demasías, cartabón, anclas, placas base, columnas, incluyendo placas para columnas y/o conexión, tensores, arriostramientos, orejas de izaje para placas, son del tipo

A-36, mientras las dos bridas de acero que se proporcionaran que son de 4" de diámetro, estarán conformadas de 150 LB, y en cuestiones de peso, vareara dependiendo de qué piezas sean.

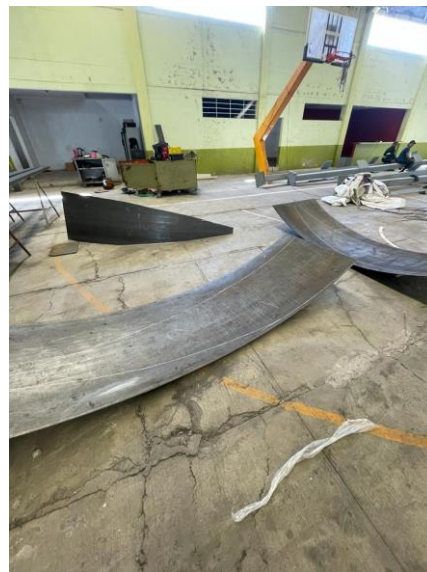
Específicamente para la placa de cimentación se presenta 4 Agros, (orificios, donde los cuales representan vértices en las placas base) de 28 mm (1 1/8") y para ancla de 25 mm (1"), 0.40 x 0.40 m de los lados. El arriostramiento contendrá un canal de 6" 8 mm de espesor de alma, y un canal 4" 7.52 mm de espesor de alma. Para el perfil columna la placa corrida de 5/16" y un canal de 6" con 11 mm de espesor del alma. El PL de conexión tipo, cartabón para unión de tirantes, acompañado de una placa de conexión tipo de 1/2" y ya en el detalle de la unión columna arriostramientos y tensores unidos con la placa de conexión tipo 1/2" y arriostramientos CE tipo 6".

Imagen 26 Placas de conexión tipo 1/2"



Fuente: Elaboración propia

Imagen 27 Piezas del tanque



Fuente: Elaboración propia

Imagen 28 Arriostramientos



Fuente: Elaboración propia

Imagen 29 Unión de placas del tanque



Fuente: Elaboración propia

Se tardó un buen tanto de tiempo para que pudieran avanzar con la torre del tanque elevado, pues fue en ese entonces cuando les robaron el equipo y herramienta para el próximo proceso de la ejecución, y en cuestiones de especificaciones, la solera será de $2 \times 2 \frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$ ", cartabón entrelazados con un tirante de $1 \frac{1}{4}$ ", una columna por supuesto con 2 canales de 6" x 19.30 kg/m y placa de $\frac{5}{16}$ " corrida, y al final por la parte de abajo, está constituido por un conector para tensores en placa $\frac{3}{8}$ ", 2 barrenos laterales de 35 mm de diámetro, un barrenos superior de 35 mm, se tiene que soldar la barra redonda de $1 \frac{1}{4}$ " por los dos lados y acompañados de 16 piezas.

Imagen 30 Elevación tanque elevado torre 10 M



Fuente: Elaboración propia

Imagen 31 Visualización de placas



Fuente: Elaboración propia

El tanque tendrá una altura de 10 m, con ciertos espesores de placa, para el fondo, 1er canuto, 2do y 3ero serán de 0.79 cm (5/16”) y para el 3er anillo de 0.65 cm (1/4”).

Considerando la parte superior de dicho tanque, tenemos 2 ángulos de 2” X 3/16” para soporte de tubo y un registro para entrada hombre. Las placas y demás piezas ya habían comenzado a estar listas a base de los próximos días, y se veía más el avance cuando el tanque ya estaba casi armado por completo, ya solo era cuestión de que lo fueran soldando al unir las piezas.

Imagen 32 Avance del tanque



Fuente: Elaboración propia

Imagen 33 Apreciación frontal



Fuente: Elaboración propia

Imagen 34 Empleados en acción



Fuente: Elaboración propia

Imagen 35 Ultimas placas del tanque



Fuente: Elaboración propia

9.5 Instalación del equipo

Incluso, se presentó este asunto por sorpresa de que ya habían instalado unas válvulas en la red de la tubería de agua, en ciertas partes de las calles principales. Válvulas de compuerta bridada de 125 PSI de 2", 4" y 6", dependiendo de la tubería que le tocara de diámetro en las calles, va a estar colocada alguna de estas para un mejor gasto de agua en la comunidad; y se reitera que estarán conformadas con su respectiva caja de operación.

Imagen 36 Válvula de 2"



Fuente: Elaboración propia

Imagen 37 Válvula de 4"



Fuente: Elaboración propia

Imagen 38 Válvula de 6"



Fuente: Elaboración propia

Se trasladó por la parte trasera donde está la construcción del tanque elevado, en la parte del tren de descarga de agua potable de la comunidad, donde reemplazarían la tubería y algunas otras piezas que ya estaban gastadas y en malas condiciones, por ello se colocó la nueva tubería y se observó el proceso de como las iban colocando a la profundidad.

Imagen 39 Tubería de reemplazo



Fuente: Elaboración propia

Imagen 40 Colocación de equipo de grúa



Fuente: Elaboración propia

Se arribó al lugar con todo el equipo especializado para realizar la instalación. Una vez colocada la grúa, se realizó el acoplamiento de la bomba con el motor, hubo una aplicación en el empate del cableado a prueba de agua y posteriormente se instala la bomba, seguido de la tubería, junto con el cable, hasta llegar al cabezal de descarga. Una vez realizado todo esto, se arranca el equipo por primera vez, para asegurarnos que todo se encuentre funcionando correctamente. Se verifica rotación, flujo de agua, valores eléctricos y nivel dinámico.

Imagen 41 Colocación de tubería 1



Fuente: Elaboración propia

Imagen 42 Colocación de tubería 2



Fuente: Elaboración propia

Imagen 43 Colocación de tubería 3



Fuente: Elaboración propia

Imagen 44 Colocación de tubería 4



Fuente: Elaboración propia

Había un gran número de tubos de PVC donde se tenían que colocar adecuadamente para así reemplazar algunas piezas del tren de descarga, por ello, con la ayuda de la grúa y del mecanismo que se usó con el equipo, pudo lograrse esta operación.

Imagen 45 Colocación del tren de descarga 1 Imagen 46 Colocación del tren de descarga 2



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Imagen 47 Colocación del tren de descarga 3 Imagen 48 Colocación del tren de descarga 4



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, quedaron los últimos detalles con el tanque, por lo que ya solo les faltaba soldar las piezas y terminar de colocar unas piezas en un hueco superior, del lado de donde se encuentran los 2 ángulos y por debajo de la entrada hombre, pero en sí, ya se estaba concluyendo esto, para que después se colocara sobre la torre.

Imagen 49 Soldadura trasera del tanque



Fuente: Elaboración propia

Imagen 50 Soldadura frontal del tanque



Fuente: Elaboración propia

Basándose por la parte de la tubería, por el momento cabe recalcar que la manguera que van a colocar es para los paneles solares, solo es cuestión de meter el cable y listo, estaría puesta esa parte. Se había contemplado una tubería de 4", pero se hizo el cambio por la de 6", donde se presentó en la calle el punto medio de distribución y así habría una mayor presión del agua, esto fue en la calle Avenida Florida. También se metió adocreto, pero existe el problema que se está abriendo, ya que no coinciden las medidas. Y en las otras calles de 4" y 6", se colocaron para que así hubiera mejor empuje y se fuera directo con la tubería de 2", situada en la calle Independencia, donde hay cierta parte de terracería y así se presentara mayor flujo o gasto de agua.

Imagen 51 Colocación de adocreto



Fuente: Elaboración propia

Imagen 52 Colocación de adocreto



Fuente: Elaboración propia

Imagen 53 Conexión para tubería de 2"



Fuente: Elaboración propia

Imagen 54 Conexión en calle Independencia



Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se comenzó la instalación de las conexiones que darán inicio en el tren de descarga, pero lo que habían colocado de nueva tubería, fue temporal, porque está contemplado reemplazar toda la tubería del tren, para que todo este nuevo renovado. Predeterminadamente se va a bombear el agua durante 10 horas, y se ejecutarán 6 horas en óptimas condiciones, así serán menores horas sol y más de consumo, con la ayuda de los paneles solares, y por ello se ahorrará un 60% de consumo y los solenoides no dependerán de la red eléctrica del estado y se seguirán ejecutando. Recordando que las funciones de las bombas funcionaran mediante conexión de internet en cuestión de su operación, y así no depender de la energía de Comisión Federal de Electricidad.

Imagen 55 Tren de descarga



Fuente: Elaboración propia

Imagen 56 Espacio de inyectores



Fuente: Elaboración propia

Entre el tren de descarga y el tanque habrá dos inyectores, de los cuales se encargarán de clorar el agua para que así vaya directo al tanque elevado con el agua en las mejores condiciones para las tuberías de la comunidad. El primero que está al lado del tren, va directo al tanque con la ayuda de una conexión de cruz, no de T, reiterando ese punto, y con el compartimento de las válvulas que se instalarán, y el segundo se seguirá ejecutando, que ese está del otro lado.

La tubería que van conectadas con los inyectores del cloro es de PVC, se verán a simple vista algo sencillos, pero estarán muy bien asegurados y un buen tiempo de durabilidad con la presión de agua, y al final van conectadas con las tuberías de color naranja.

Imagen 57 Tubería de PVC



Fuente: Elaboración propia

Imagen 58 Espacio de inyector



Fuente: Elaboración propia

Imagen 59 Conexiones de inyectores



Fuente: Elaboración propia

Imagen 60 Tubería de conexión



Fuente: Elaboración propia

Presenciando en las anteriores imágenes, las tuberías naranjas son las que estarán conectadas al tubo de inyección del cloro, el inyector del cloro va a arrancar el agua ya clorada, de esa manera la avienta al pozo y finalmente hacia el tanque. En las próximas imágenes se aprecia la tubería, donde se colocarán las dos bombas.

Imagen 61 Tubería de bombas



Fuente: Elaboración propia

Imagen 62 Tubería de bombas



Fuente: Elaboración propia

El tanque elevado se transportó a la zona de la torre, para la colocación de los gajos que irán en la parte inferior y serán unidos y soldados al final. Las medidas de dichos gajos son de 2.94 metros x 0.72 metros x 0.15 metros

También dicho tanque contará con la colocación de una rejilla arriba para mayor seguridad y será de forma galvanizada. Las bombas inyectan la presión a la red y con los solenoides del tren de descarga serán de 4" y 6", en donde también se hizo la bitácora de que serán dos solenoides de 4" y una de 6"

Debajo de la torre se instalará una expulsora de aire acompañada de otra, donde estará a un cierto nivel debajo de la torre que será la conexión de PVC y de ahí conectada a la red. Por otro lado, la escalera, pero afectará si se pondrá al centro, entonces se pondrá por un costado del tanque y la torre, porque restringe la bajada de la misma escalera.

Imagen 63 Tanque elevado



Fuente: Elaboración propia

Imagen 64 Colocación de gajos



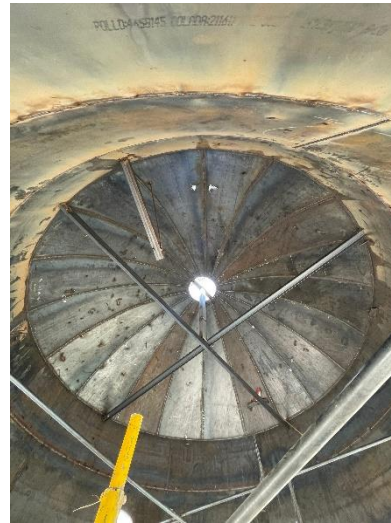
Fuente: Elaboración propia

Imagen 65 Gajos del tanque



Fuente: Elaboración propia

Imagen 66 Vista interior del tanque



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se obtuvieron unos gabinetes, de los cuales son los que llevaran el control con red de internet para las bombas y haya ese ahorro de consumo de energía, que ya se había mencionado anteriormente, en el mayor de los casos que no se pague el recibo de cobro de internet, simplemente deja de transmitir señal de red, pero el mayor de los beneficios es este, porque ya no dependerán de fuertes y grandes facturas de cobro por energía, con los paneles solares, se ahorrará mucho dinero la comunidad con este nuevo sistema en su red de agua potable.

Imagen 67 Gabinete de control de internet



Fuente: Elaboración propia

Imagen 68 Interior del gabinete



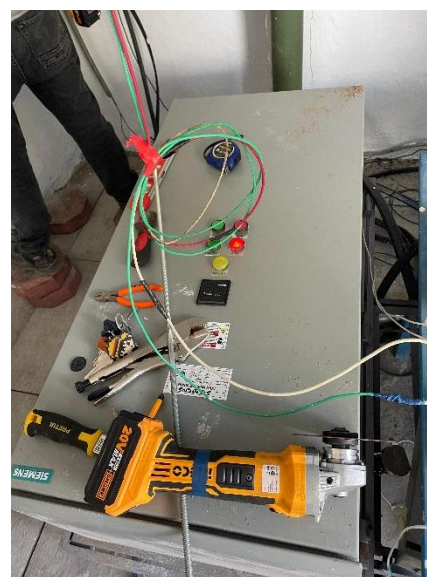
Fuente: Elaboración propia

Imagen 69 Interior del gabinete



Fuente: Elaboración propia

Imagen 70 Instalación de los controles



Fuente: Elaboración propia

Estas son algunas imágenes de las piezas que formarán parte de las conexiones de las bombas, con sus respectivos modelos, los cuales son los carretes flexibles, engranes y las bombas mencionadas con su respectiva placa del modelo, y son de 4 caballos de fuerza y ahora ya serán de 5.5, de las cuales me mostraron de una camioneta por parte de la empresa, ya que estaban totalmente resguardadas por el robo que se presentó la última vez con el equipo y herramienta.

Imagen 71 Carrete flexible



Fuente: Elaboración propia

Imagen 72 Engranes de bombas



Fuente: Elaboración propia

Imagen 73 Bomba Altamira TR10 XE55-1



Fuente: Elaboración propia

Imagen 74 Tubería de bomba



Fuente: Elaboración propia

Una buena toma y apreciación del tanque y la torre, donde se empezará con la colocación de los gajos en la parte inferior, al igual que falta que lo pinten y en la torre coloquen los tensores y la escalera. También se estaba soldando unas de las partes del barandal y de la parte superior de tanque.

Imagen 75 Tanque elevado y su respectiva torre



Fuente: Elaboración propia

Se hicieron mediciones de los gajos e incluso del tanque, para la anotación de bitácora y las evidencias en los reportes donde les piden auditorías a los ingenieros en la Secretaría de Infraestructura, corroborando las medidas predeterminadas y en sus reportes también se fueran registrando, hubo una mínima diferencia en el caso de los gafos de medio centímetro, pero en realidad no variaba mucho en cuestiones de piezas.

Imagen 76 Medición de tanque



Fuente: Elaboración propia

Imagen 77 Medición de gajos



Fuente: Elaboración propia

Aquí se presenta la fabricación de la escalera que se colocara a un costado del tanque y de la torre, igual de acero reforzado y así habrá una mayor seguridad con el operador del tanque cuando suba.

Imagen 78 Fabricación de escalera Imagen 79 Fabricación de escalera



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Después de unos días, se presentó en avance de la colocación de todos los gajos en la parte inferior del tanque, donde de igual forma ya estaban soldados, ya solo faltaba que soldaran unas pequeñas aberturas, pero ya eran mínimas, y como se puede apreciar, se pintó la parte superior. Concluyendo esta parte, solo queda montarlo a la torre en donde colocaran los tensores.

Imagen 80 Tanque elevado



Fuente: Elaboración propia

Imagen 81 Tanque elevado con su torre



Fuente: Elaboración propia

En este caso, cuando anclarán, meterán postes, por ello no habrá mampostería, pero si castillos por el nivel y solo hay cadena, al igual que tepetate. Para detener el poste de la malla y no quede débil y se pueda hacer del otro lado en la esquina. Y en la cimbra de la cadena se colocarán los castillitos para el amarre de la misma cadena.

Imagen 82 Cadena y relleno de muro



Fuente: Elaboración propia

Imagen 83 Escalera para el tanque



Fuente: Elaboración propia

Se reemplazó toda la tubería del tren de descarga, para que se cumpliera todo el material contemplado en los generadores y presupuesto, así no se presentaran inconvenientes con la presión del agua al tanque. Por otra parte, la instalación de los gabinetes, fue todo un éxito, pues ya están listos para su funcionamiento y ejecución con las bombas.

Imagen 84 Tren de descarga



Fuente: Elaboración propia

Imagen 85 Gabinetes instalados



Fuente: Elaboración propia

9.6 Instalación y colocación de los últimos elementos

Basándose por el lado de la red de la tubería del sistema de agua potable de las calles de la comunidad de Atlamaxac, Municipio de Tepeyanco que están contempladas en el plano de la red, ya se están adoquinando para darle cierre y conclusión a la instalación de tubería, se presentó otro pequeño problema, el cual fue el robo de los cubitos de adoquín por parte de algunos habitantes de la localidad, por lo que se requirió una mayor supervisión y avance rápido en este proceso de cierre de tubería.

Imagen 86 Colocación de adoquín Imagen 87 Colocación de adoquín



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Días posteriores, se colocó el tanque sobre la torre, por ello, se requirió del apoyo de una grúa para su adecuada posición y no se mostrara algún accidente o desorden. Fue repentina la sorpresa porque aún no se terminaba de soldar algunas piezas como los gajos y otras partes de la base, tanto interior como exterior.

Imagen 88 Colocación del tanque



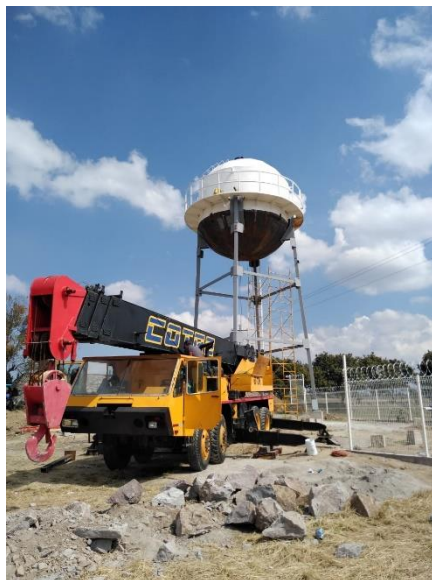
Fuente: Elaboración propia

Imagen 89 Colocación del tanque



Fuente: Elaboración propia

Imagen 90 Colocación del tanque



Fuente: Elaboración propia

Imagen 91 Colocación del tanque



Fuente: Elaboración propia

Reiterando que igual se colocó la escalera, que se mencionó anteriormente, donde ya está completamente reforzada y los usuarios pueden subir sin problemas para evitar accidentes, y se reforzó de igual manera los gajos y vértices que componen a la torre.

Imagen 92 Tanque elevado



Fuente: Elaboración propia

Imagen 93 Tanque elevado



Fuente: Elaboración propia

Imagen 94 Tanque elevado



Fuente: Elaboración propia

Imagen 95 Tanque elevado



Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS

10. Resultados

Después de que se presentaron ciertas modificaciones en los generadores y en plano de la red en donde estaría construido el tanque elevado en la zona que se le había asignado, el plano de proyecto terminado, se presentará cuando la obra esté concluida. Por ello aquí está la tabla de avance físico-financiero, por parte de la Secretaría de Infraestructura, donde muestra los porcentajes de las actividades del proyecto:

CONCEPTO DE OBRA	AVANCE FÍSICO			AVANCE FINANCIERO		
	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PONDERACIÓN 100%	COSTO (MILES)	PONDERACIÓN 100%	PROGRAMACIÓN CALENDARIZADA
1.-ESTACIÓN DE BOMBEO	EQUIPO	1.00	4%	\$ 271,301.06	3.68%	1-1 (1 SEMANA)
2.-ESTACIÓN DE REBOMBEO	PZA	1.00	16%	\$ 1,234,288.21	16.74%	13-16 (4 SEMANAS)
3.-EQUIPO DE CONTROL ELECTRIC > SISTEMA AUTOMATIZADO	M	70.00	1%	\$ 15,648.00	0.21%	17-20 (4 SEMANAS)
4.-INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN	EQUIPO	1.00	1%	\$ 52,300.27	0.71%	5-8 (4 SEMANAS)
5.-TREN DE DESCARGA	PZA	1.00	3%	\$ 254,650.14	3.45%	3-4 (2 SEMANAS)
6.-SUBESTACION SOLAR	PZA	1.00	16%	\$ 1,234,288.21	16.74%	1-2 (2 SEMANAS)
7.-EQUIPO DOSIFICACIÓN DE CLORO	M	1242.00	1%	\$ 99,299.50	1.35%	13-20 (8 SEMANAS)
8.-CERCADO PERIMETRAL	PZA	1.00	1%	\$ 99,299.50	1.35%	15-20 (6 SEMANAS)
9.-TANQUE ELEVADO DE 100 M3 Y CONEXIONES DE TUBERIAS	M	64.01	25%	\$ 1,581,907.87	21.45%	5-20 (16 SEMANAS)
10.-RED DE DISTRIBUCIÓN	M	2055.00	25%	\$ 2,150,269.59	29.16%	5-20 (16 SEMANAS)
11.-TOMAS DOMICILIARIAS.	PZA	250.00	7%	\$ 381,296.72	5.17%	13-20 (8 SEMANAS)

100%	\$ 7,374,549.06	100.00%
------	-----------------	---------

11. Bibliografía

- Diario Oficial de la Federación*. (2023). Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5692912&fecha=21/06/2023#gsc.tab=0
- Inegi*. (s.f.). Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/>
- Secretaría de Infraestructura*. (2023). Obtenido de <https://si.tlaxcala.gob.mx/>
- Velasco Delgado, E., & Bustamante López, C. (2006). *La ciudad de Tlaxcala y su zona conurbada*. Tlaxcala, Tlaxcala: Altres Costa-Amic.
- Agua, C. N. (1997). *Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Coyoacán, México.
- Oxfam Intermon*. (s.f.). Obtenido de <https://blog.oxfamintermon.org/la-importancia-del-abastecimiento-de-agua/>

12. Anexos

12.1 Expediente técnico

12.2 Planos

12.2.1 Red de distribución 1 de 2

12.2.2 Red de distribución 2 de 2

12.2.3 Tanque elevado 1 de 2

12.2.4 Tanque elevado 2 de 2

12.2.5 Cimentación tanque elevado

12.2.6 Adaptación de la ecuación de Manning