

Rudy Alexander Rosa Pinto

PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y
MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR,
PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE
JALAPA.



Asesor General Metodológico:
Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estévez

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Informe Final de Graduación

PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y
MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR,
PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE
JALAPA.



Presentado al honorable tribunal examinador
por: Rudy Alexander Rosa Pinto.

En el acto de investidura previo a su graduación como Ingeniero Civil con énfasis en
Construcciones Rurales en el grado académico de Licenciado

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Informe Final de Graduación

PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y
MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR,
PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE
JALAPA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la

Universidad

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ing. Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Este documento es presentado por el autor, previo a obtener el título universitario de Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales en el grado académico de Licenciado.

PRÓLOGO

El presente trabajo de tesis, tiene como objetivo dar a conocer la propuesta de la construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, en la colonia El milagro zona 7 del municipio de Jalapa departamento de Jalapa, obteniendo los cálculos adecuados y presupuesto para la realización de dicho proyecto.

A lo largo de la tesis podremos encontrar temas referentes a investigaciones que se hicieron durante el proceso para la realización de tesis, en la cual se obtuvieron datos específicos y cualitativos como encuestas para hacer cálculos de muestreo y cálculos del coeficiente de correlación, breves descripciones de las actividades históricas como culturales de esta región, así también un marco teórico en el que abarcan los aspectos conceptuales.

Cabe aclarar que la presente tesis está enfocada en una sola propuesta para la construcción del proyecto antes mencionado, acorde a las necesidades propias de los pobladores, por lo que esto puede reflejarse en una propuesta de presupuesto económico para las instituciones que se encuentran abaladas para realizar este tipo de proyecto.

Por último, podremos encontrar la conclusión de esta tesis que se presenta en el último capítulo, para lo cual está enfatizada como guía para la realización de otro proyecto similar.

PRESENTACIÓN

El presente estudio fue elaborado como resultado de análisis efectuado en base a los requisitos solicitados para optar al título académico de Ingeniero Civil, conforme al reglamento de la Universidad Rural de Guatemala.

El trabajo de investigación está enfocado a la propuesta de: Construcción, tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, en colonia El milagro zona 7 del municipio de Jalapa departamento de Jalapa, en el cual tiene como objetivo mejorar la red de distribución de agua así también la calidad de vida de dicha población.

Un país mejora en desarrollo enfocándose en las necesidades de la población, la falta de atención en comunidades afectadas por parte de los entes encargados de realizar proyectos de infraestructura para mitigar daños y perjuicios a los pobladores, tal es el caso presente del ente municipal, el que debería de contribuir a un mejor desarrollo.

Actualmente, no se cuenta con la dotación de agua necesaria para la higiene personal y demás necesidades básicas.

Por tal razón se da énfasis a dicho proyecto específico con el propósito de dar un buen servicio para el consumo de los usuarios.

ÍNDICE GENERAL

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN.....	4
I.1.	Planteamiento del problema.....	5
I.2.	Hipótesis.....	6
I.3.	Objetivos.....	6
I.3.1.	General.....	6
I.3.2.	Específico.....	6
I.4.	Justificación.....	7
I.5.	Metodología.....	7
I.5.1.	Métodos.....	7
I.5.2.	Técnicas.....	8
II.	MARCO TEÓRICO.....	10
II.1.	Cemento.....	11
II.2.	Agregados.....	11
II.3.	Tubería PVC.....	12
II.4.	Tanque de mampostería.....	12
II.5.	Estudios de topografía.....	13
II.6.	AASHTO T-26 Calidad de agua para concreto.....	14
II.7.	Normas ASTM.....	14
II.8.	Normas ISO.....	15
II.9.	Norma COGUANOR.....	15
II.10.	Agua.....	16
II.11.	COGUANOR NGO. 29001-99 Agua potable.....	16
II.11.1	Parámetros analíticos en la calidad del agua.....	18

II.12. Estudios de suelos.....	18
II.12.1 Granulometría.....	19
II.12.2 Límite de Atterberg.....	19
II.13. Laboratorio de suelos.....	19
II.14. Hipoclorador.....	20
II.15 Estudios preliminares y mejoramiento en la red de distribución de agua.....	21
II.16. Diseño de tanque de almacenamiento.....	62
II.17. Redes hidráulicas.....	75
II.18. Macro localización.....	121
II.18.1 Micro localización.....	124
III. PRSENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	127
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	138
IV.1 Conclusiones.....	138
IV.2 Recomendaciones.....	139
BIBLIOGRAFIA.....	141
ANEXOS.....	142

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Contenido	página
Cuadro 1.	Conocimiento sobre el desabastecimiento de agua en colonia El milagro zona7	125
Cuadro 2.	Irregular servicio de agua domiciliar todos los días en colonia El milagro zona 7	126
Cuadro 3.	Frecuencia de agua en colonia El milagro zona 7.....	127
Cuadro 4.	El agua que utiliza para consumo de donde la obtienen.	128
Cuadro 5.	Suministro de agua para colonia El milagro, zona 7 de Jalapa.....	129
Cuadro 6.	Existencia de tanque para almacenamiento y red de distribución de agua acorde a la población de colonia El milagro, zona 7.....	130
Cuadro 7.	Frecuentan el monitoreo del sistema de agua en colonia El milagro, zona 7 de Jalapa.....	131
Cuadro 8.	Suficiencia de personal para el monitoreo del sistema de agua en colonia El milagro, zona 7, de Jalapa.	132
Cuadro 9.	Frecuentan y capacitan a la población de colonia El milagro, zona 7, de Jalapa sobre el uso adecuado del agua.....	133
Cuadro10.	La población de colonia El milagro cuenta con equipo para medir la calidad del agua.	134
Cuadro11. Días sin agua en el sistema de abastecimiento, sin	150
Cuadro12.	proyecto.....	151
Cuadro13.	Días sin agua en el sistema de abastecimiento, con proyecto. Comparación de días sin agua en el sistema de abastecimiento, con y sin proyecto.....	152

Cuadro14.	Adecuado sistema de abastecimiento de agua en colonia El	
Cuadro15.	milagro, zona 7.....	153
Cuadro16.	Diseño para el sistema de abastecimiento de agua en colonia	
	El milagro, zona 7.	154
	155
	Vida útil de la tubería para abastecimiento de agua.	

ÍNDICE DE GRAFICAS

No.	Contenido	página
Cuadro 1.	Conocimiento sobre el desabastecimiento de agua en colonia El milagro zona7	125
Cuadro 2.	Irregular servicio de agua domiciliar todos los días en colonia El milagro zona 7	126
Cuadro 3.	Frecuencia de agua en colonia El milagro zona 7.....	127
Cuadro 4.	El agua que utiliza para consumo de donde la obtienen.	128
Cuadro 5.	Suministro de agua para colonia El milagro, zona 7 de Jalapa.....	129
Cuadro 6.	Existencia de tanque para almacenamiento y red de distribución de agua acorde a la población de colonia El milagro, zona 7.....	130
Cuadro 7.	Frecuentan el monitoreo del sistema de agua en colonia El milagro, zona 7 de Jalapa.....	131
Cuadro 8.	Suficiencia de personal para el monitoreo del sistema de agua en colonia El milagro, zona 7, de Jalapa.	132
Cuadro 9.	Frecuentan y capacitan a la población de colonia El milagro, zona 7, de Jalapa sobre el uso adecuado del agua.....	133
Cuadro10.	La población de colonia El milagro cuenta con equipo para medir la calidad del agua.	134
Cuadro11. Días sin agua en el sistema de abastecimiento, sin	150
Cuadro12.	proyecto.....	151
Cuadro13.	Días sin agua en el sistema de abastecimiento, con proyecto. Comparación de días sin agua en el sistema de abastecimiento, con y sin proyecto.....	152

Cuadro14.	Adecuado sistema de abastecimiento de agua en colonia El	
Cuadro15.	milagro, zona 7.....	153
Cuadro16.	Diseño para el sistema de abastecimiento de agua en colonia	
	El milagro, zona 7.	154
	155
	Vida útil de la tubería para abastecimiento de agua.	

ANEXOS

No.	Contenido	Página
Anexo 1	Árbol de problemas e hipótesis de trabajo..... Árbol de objetivos.....	
Anexo 2	Diagrama del medio de solución de la problemática.....	
Anexo 3	Boleta de investigación para la comprobación del efecto general.....	
Anexo 4	Boleta de investigación para comprobar la causa principal.....	
Anexo 5	Boleta de diagnóstico de la problemática.....	
Anexo 6	Anexo método lógico comentado sobre el cálculo de la muestra	
Anexo 7	Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.....	
Anexo 8	Anexo metodológico de la proyección lineal.....	
Anexo 9	Diagnóstico de la problemática.....	

I. INTRODUCCION

El presente trabajo de graduación se ha elaborado como un ejercicio profesional, realizado específicamente en colonia El milagro zona 7 del municipio de Jalapa, basándose en las necesidades existentes con mayor prioridad e interés tanto en población como en los entes responsables para el bienestar de la comunidad.

Colonia El milagro, actualmente cuenta con un sistema de agua potable, proveniente de un pozo mecánico que pertenece a residenciales “valle bello”, ubicado a 2 kilómetros, por lo que la distancia del pozo a dicha colonia no es funcional, ya que este quedó en absoluto sistema abierto, por lo que también se debe de tomar en cuenta la inadecuada función de abastecimiento de agua, es la observación directa que han tomado los habitantes, la impropia dotación de agua potable se ha dado porque no cuentan con un tanque propio, por lo que es necesario la construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, para satisfacer las necesidades de los pobladores.

Este trabajo ha sido desarrollado con el objetivo de brindar una herramienta de información y el lector podrá encontrar las bases necesarias de diseño para realizar cualquier proyecto. La presente investigación se estructuró de la siguiente manera:

- Planteamiento del problema, hipótesis, objetivos, objetivo general, objetivo específico, justificación, metodología, métodos, técnicas.
- Marco teórico, aspectos conceptuales, marco referencial, macro localización, micro localización.
- Presentación y análisis de resultados, cuadros y gráficas para la comprobación del efecto, cuadros y gráficas para la comprobación de la causa.
- Conclusión, recomendaciones y anexos.

I.1 Planteamiento del problema.

Colonia El milagro zona 7 del municipio de Jalapa, se ha considerado una de las colonias en deserción, esto consiste en la distancia que tiene hacia la cabecera municipal. Tomando en cuenta la red de distribución de agua potable, siendo este un sistema obsoleto de abastecimiento.

En su mayoría de habitantes, podemos decir que el 80% de la población no cuentan con la dotación necesaria para usar el servicio. La razón por la que han venido sufriendo es por el inadecuado sistema de agua que proviene del pozo mecánico de Residenciales “valle bello”, misma que se encuentra ubicada en la localidad, por lo tanto cabe mencionar que la misma tubería también cuenta con ramales de abastecimiento de agua a comunidades aledañas, siendo estas: Residenciales flor del llano, aldea Llano grande, aldea El coyote, aldea El maestrío, calzada Justo Rufino Barrios y colonia El milagro, esto ha causado polémica en los pobladores por no recibir el suficiente líquido para satisfacer sus necesidades.

La población ha tenido que buscar soluciones por sus propios medios, por lo que utilizan servicios privados de camiones cisternas para ser abastecidos de agua, ya que ellos consideran a dicho servicio muy eficaz, no obstante, las instituciones encargadas deberían de velar por el desarrollo social de la población.

Todo esto conlleva tener alternativas para resolver este problema, es de gran importancia la construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, para solucionar los problemas en el desabastecimiento de agua para consumo de los habitantes de colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

I.2. Hipótesis.

“El desabastecimiento de agua para consumo, en colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, en los últimos cinco años, es por el obsoleto sistema de distribución, debido a la inexistencia de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar.”

¿Es la inexistencia de un tanque para almacenamiento e inadecuada red de distribución de agua, la causante del desabastecimiento de agua para consumo, por obsoleto sistema de distribución en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, en los últimos cinco años?

I.3. Objetivos.

Durante el proceso de este trabajo, se han definido planteamientos directos que nos lleven a dar soluciones concretas para los habitantes de la colonia El milagro. En lo absoluto se debe aportar al desarrollo del municipio de Jalapa, para ello, se llegó a plantear la construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar con el propósito de realizar dicho proyecto, para resolver la problemática que viven los pobladores.

I.3.1. Objetivo General.

Abastecer de agua para consumo a colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

I.3.2. Objetivo Específico.

Mejorar el sistema de abastecimiento de agua en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

I.4. Justificación.

Los habitantes de colonia El milagro, cuentan con un servicio de agua proveniente de Residenciales “valle bello”, el cual ya se encuentra obsoleto por el poco abastecimiento de agua para el consumo, cuando no existe la suficiente agua para las personas, es probable que puedan contraer infecciones que dañen al organismo humano, por lo que han tomado la decisión de contratar servicios privados de camiones cisternas para que estén abastecidos del vital líquido, para mitigar enfermedades que puedan propagarse. Del mismo modo podemos mencionar, que la crisis por el desabastecimiento de agua corresponde al 80% de la población actual, ya que no cuentan con la suficiente agua para satisfacer sus necesidades cotidianas.

La falta de un tanque de almacenamiento en colonia El milagro, ha sido la causa principal a los problemas que han venido atravesando, pues esto evita al desarrollo de las personas. Se tiene entendido que la solución más precisa y concreta a la petición que se hace para la problemática, se enfoca en la construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, para la colonia El milagro zona 7, dicho proyecto está destinado para ese lugar con el fin de contribuir y mejorar a las condiciones de vida de los pobladores.

I.5 Metodología.

La metodología que a continuación se presenta, se basa en la forma adecuada para utilizar las técnicas profesionales y los métodos específicos realizados para la elaboración de dicho proyecto de investigación.

I.5.1 Métodos.

Los métodos que se utilizaron en la investigación están en relación a la formulación de la hipótesis y destinados a su comprobación. Para la formulación fue necesario utilizar el método deductivo ya que dicho método fue empleado en el marco lógico, para comprobar dicha hipótesis, también se ha usado el método inductivo ya que éste

cuenta con los métodos de análisis, síntesis y estadístico, los cuales forman parte del anexo para la comprobación y formulación de hipótesis, presentándose de la siguiente manera:

I.5.1.1 Método científico.

Para este método fue preciso exponer la investigación del proyecto, para asistir la veracidad del problema que la colonia estaba atravesando, puesto que la información obtenida por los pobladores es de gran utilidad en la comprobación de la hipótesis, tanto que puede ser sometida a la revisión si esta no llegase a ser factible.

I.5.1.2 Método deductivo.

Para el método deductivo se usaron términos generales con énfasis en la investigación de la construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, para lo cual se utilizaron:

- La guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.
- Bases del libro: diseño y cálculo de tanques, norma técnica internacional que es utilizada para la construcción de tanques de almacenamiento de agua.
- Así mismo de los conocimientos adquiridos en los cursos de construcciones rurales e ingeniería aplicada proporcionados por la Universidad Rural de Guatemala. En este método, la hipótesis fue parte de esta investigación tomando como base independiente la ubicación de la variable dentro del marco lógico.

I.5.1.3 Método inductivo.

Este método tiene el propósito de guiar la particularidad y definición, para obtener resultados directos que nos lleven a identificar el problema que tiene colonia El milagro zona 7 de Jalapa, puesto que este método nos ha servido de mucha importancia para demostrar los resultados específicos.

I.5.2 Técnicas.

En la investigación, se utilizaron técnicas formuladas y comprobadas en la hipótesis planteada. Para dar a conocer las técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis se procede a lo siguiente:

- Observación directa: La técnica que se ha utilizado de forma directa, se enfoca en la existencia problemática de la colonia mencionada anteriormente, debido a que los pobladores están exhaustos con el desabastecimiento de agua que tienen para su consumo, el cual les impide desarrollarse con plenitud
- Investigación documental: Esta técnica se ha utilizado con el fin de determinar si el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la colonia El milagro zona 7, podrían haber adquirido algún documento con similitud en dicha investigación que se está ejecutando, así mismo se puede determinar puntos específicos y aportes de investigaciones que se han hecho con respecto al tema que se ha estudiado. La documentación, reglamentos y normas que se han obtenido en bibliografías y páginas de internet, fueron utilizados con el fin del transcurso de revisión documental.

I.5.2.1 Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Las técnicas que a continuación veremos son técnicas que se utilizaron para determinar la comprobación de la hipótesis:

- Encuesta: Para el desarrollo de esta investigación, se hicieron encuestas muy discretas que nos aportaron información, utilizando “boletas de investigación”, con el objeto de determinar la causa y efecto de una variable, y así comprobar la hipótesis formulada.

- Muestreo: Para determinar el muestreo, se tomó el caso de las personas que habitan la parte alta de la colonia, ya que el caso está detallado con el problema directo que se ve en el desabastecimiento de agua. Consecuentemente la falta de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, se ha establecido un cálculo para determinar la magnitud de los vecinos afectados.
- Determinación de la población a investigar: La técnica empleada en atención a este tema se ha comprobado las variables dependiente e independiente (causa y efecto), para poder derivar un estudio a la población de colonia El milagro, con el propósito de realizar un muestreo estadístico que sea propicio para las entrevistas de las personas.

II. MARCO TEORICO

II.1. Cemento.

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tienen la propiedad de endurecerse después de tener contacto con el agua, el producto resultante de esta mezcla es llamado: Clinker y se convierte en cemento cuando se le agrega cierta proporción de yeso para evitar la contracción de la mezcla al fraguar cuando se le añade agua y al endurecerse posteriormente.

El cemento es utilizado como un aglomerante que mezclado con agua, agregados pétreos como arenas y gravas crean una mezcla uniforme y moldeable con un fraguado seguro conociéndole como hormigón, ya que se obtienen características plásticas con propiedades adherentes que solidifican y endurecen progresivamente durante un periodo de varias semanas, su uso está generalizado en la construcción y en la ingeniería civil conforme a la norma ASTM C150.

II.2 Agregados.

Les llaman agregados a los elementos inertes del concreto ya que no intervienen dentro de las reacciones químicas, la tecnología moderna establece que este material tiene el mayor porcentaje de participación dentro de la unidad cubica, el cual influye características diversas y propiedades en el mismo.

La influencia de este material tiene efectos importantes no solo en el acabado y calidad final sino también sobre la trabajabilidad y la consistencia al estado plástico, así como la durabilidad, resistencia, propiedades elásticas y térmicas, cambios volumétricos y peso unitario del concreto endurecido.

Los agregados son la fase discontinua de materiales embebidos que ocupan el 75% del volumen, por lo que a los agregados se le conoce como material imprégnate aglomerado con cemento, cal y agua formando morteros, tanto así que a los agregados se definen en: Agregados finos y agregados gruesos.

II.3 Tubería PVC.

PVC, es la denominación por la cual se conoce como: policloruro de vinilo, un plástico que surge a partir de la polimerización del monómero de cloro etileno (también conocido como cloruro de vinilo). Los componentes del PVC se derivan del cloruro de sodio y del gas natural o del petróleo, e incluyen cloro, hidrogeno y carbono.

En su estado original, el PVC es un polvo amorfo y blanquecino, la resina resultante de la mencionada polimerización es un plástico que puede emplearse de múltiples maneras ya que permite objetos flexibles o rígidos.

Una de las propiedades más interesantes del PVC es que resulta ser termoplástico al ser sometido al calor, se vuelve blando y se puede moldear con facilidad al enfriarse recupera la solidez anterior sin perder la nueva fisonomía. La tubería de PVC se puede referir como rasgos principales siguientes:

- Es muy resistente a la abrasión (Desgaste causado por la fricción).
- Su densidad es baja de 1.4 g/cm^3 .
- Es bastante resistente al impacto y a fuerzas externas (fuerza mecánica), lo cual lo vuelve muy adecuado para el ámbito de la construcción y la edificación.
- Es muy versátil, y admite la combinación con un gran número de aditivos.

II.4 Tanque de mampostería.

Las estructuras de mampostería, son formadas por piedras labradas o no labradas unidas con mortero que se utilizan para construir tanques de almacenamiento y otros

trabajos como cajas y cabezales de alcantarillas, muros de retención y protección, estribos de puentes etc.

La piedra debe de estar exenta de tierra, arcilla u otro material que pueda evitar la buena adherencia del concreto, puede comprender entre 10 y 20 cms. si son pequeñas, y entre 20 y 30 cms. cuando son grandes, las cuales deben de estar sometida a un peso específico de 1.39 kg/cm^2 . Para la construcción de un tanque de mampostería se debe de tomar en cuenta el inicio de agua entrante como el desfogue de la misma, para que su nivel corresponda de forma adecuada conforme esté señalado el proyecto. Se debe de tomar en cuenta su regularización, su ventilación efectiva y que también incluya una caja de válvula que sea necesaria y suficiente para poder aislar el tanque tanto de la línea alimentadora de conducción como las líneas correspondientes a la red de distribución, esto servirá para poder vaciar el tanque a fin de una inspección y limpieza del mismo. Los requisitos sanitarios de un tanque de mampostería son los siguientes:

- Estar cerrado para evitar contaminación en el agua.
- Evitar la entrada de luz solar para que no se forme lana dentro del tanque.
- Tener un sistema de limpieza.
- Tener una escotilla al tanque para inspección de mantenimiento y operación de limpieza del mismo.

II.5 Estudios de topografía.

El estudio de topografía consiste en realizar un levantamiento topográfico en un lugar determinado. El objetivo de este estudio se percibe principalmente en la posición del terreno entre dos puntos sobre un plano horizontal. Antes de contratar un estudio, es bueno saber qué es y para qué sirve, pues en realidad se define como un conjunto de acciones realizadas sobre un terreno con herramientas adecuadas para obtener una representación gráfica, una vez obtenido el plano este resulta muy útil para cualquier obra que se vaya a realizar sobre el terreno, de esta forma podemos conocer los puntos de interés y la posición exacta mediante la latitud, longitud y elevación o cota. Para

realizar un estudio es necesario disponer de varios instrumentos como el nivel, teodolito o estación total, el cual está referido al principio de una serie de etapas básicas que van desde la edificación y señalamiento del terreno hasta deslindes y amojonamientos. Los levantamientos topográficos se definen en dos:

- Levantamiento topográfico planimétrico: Es la serie de acciones para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano.
- Levantamiento topográfico altimétrico: Es la operación para obtener las alturas respecto al plano de comparación.

II.6 AASHTO T-26 Calidad de agua para concreto.

Esta norma nos sirve para la alcalinidad del agua el cual está basado en la norma AASHTO T-26, misma que se ha adaptado a nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que esta norma está sujeta a revisión y actualización continua, por lo tanto, no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondiente, además de determinar las obligaciones de su uso e interpretación.

La norma AASHTO T-26, nos dice que el agua para el uso con cemento debe de ser clara, libre de aceites, libre de ácido, alcalinidad, cloruros, materia orgánica y otras sustancias nocivas. La evaluación de agua para concreto deberá de ser presentado por el productor de hormigón, quien está sujeto a proporcionar los datos de prueba de las muestras de agua de otras fuentes, para determinar las propiedades químicas utilizando un laboratorio de confianza.

II.7 Normas ASTM.

Estas normas fueron creadas en el año de 1,898 por ASTM International (American Society for Testing and Materials), es una de las organizaciones internacionales más grandes del mundo en el desarrollo de normas. Las normas ASTM International se

usan en investigaciones y proyectos de desarrollo, sistemas de calidad, comprobación y aceptación de productos y transacciones comerciales por todo el mundo. Son unos de los componentes integrales de las estrategias comerciales competitivas de hoy en día. Estas normas son utilizadas y aceptadas mundialmente, están desarrolladas en acuerdos voluntarios para una gama de materiales abarcando áreas tales como: petróleo, construcción, energía, medio ambiente etc. Se diferencian algunas normas ASTM de uso común:

- ASTM A 105 = Contador de agua potable.
- ASTM A 589 = Aceros de buena calidad.
- ASTM 316 = Norma de calidad superior.

II.8 Normas ISO.

Son el conjunto de normas orientadas a ordenar la gestión de una empresa desde sus distintos ámbitos, establecidas por el Organismo Internacional de Estandarización (ISO), esta fue creada en el año de 1,947 y representada por 91 estados del mundo. A comienzos de los años '80 la ISO designó una serie de comités técnicos para el desarrollo de normas comunes que fueran aceptadas por todos los países, llamándose así también normas ISO-9000. Existen muchas normas ISO, además de actualizarse periódicamente aparecen nuevas normas cada vez más, para dar una mayor identificación y clasificación agrupándose en diferentes series con una nomenclatura específica las cuales las podemos mencionar de la siguiente manera:

- Gestión de calidad (ISO 9000)
- Gestión del medio ambiente (ISO 14000)
- Gestión de riesgos y seguridad (ISO 22000, ISO 27001, ISO 22301 y otras)
- Gestión de responsabilidad social (ISO 26000).

II.9 Norma COGUANOR.

La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), es el organismo nacional de normalización y certificación, creado en el año de 1962 de conformidad con lo que establece el artículo 1 del Decreto No. 1523 del Congreso de la República de Guatemala. Su principal labor es el desarrollo de actividades con la finalidad de contribuir la competitividad de las empresas y favorecer la subida de la calidad de los productos y servicios que ofertan las distintas empresas en el mercado nacional e internacional.

II.10 Agua.

El agua es la sustancia líquida que no tiene olor, sabor ni color, cuya molécula está compuesta por 2 átomos de Hidrogeno y 1 de Oxigeno (H_2O). El agua la podemos encontrar en todo el globo terráqueo, siendo el 70% recubierta en océanos de la superficie del planeta, el resto la podemos encontrar en mantos freáticos, yacimientos, lagunas, ríos etc. El agua es un elemento esencial para la supervivencia de toda vida terrestre, sin embargo, actualmente por escrúpulos humanos han ido contaminando el agua a razón de la industrialización que usan el agua para lavar los productos de

fabricación, la cual es desechada como un líquido inservible y contaminado por medio de tuberías, que tienen desembocadura en ríos, lagos o mares. La demanda de agua es muy importante para el diseño de línea de conducción y red de distribución, dependiendo de los factores que se presentan en ciudades, municipios, aldeas, colonias o residenciales, que se beneficien según la región en la que se encuentre. Para el efecto es necesario conocer los aspectos como el número de la población, costumbres de aseo y limpieza entre otros.

II.11 COGUANOR NGO. 29001-99 Agua potable.

En la república de Guatemala se constituyen normas como la NGO. 29001-99 de la primera revisión, con el objetivo de fijar los valores de las características que definen

la calidad del agua potable, dicha norma debe de cumplir con los estándares y los parámetros de la calidad de agua potable. A continuación, se presenta algunas de las normas COGUANOR que debemos de consultar:

COGUANOR NGO 4 010	Sistema internacional de unidades (SI)
COGUANOR NGO 29 011h2	Aguas. Ensayos físicos. Determinación del color método de referencia.
COGUANOR NGO 29 011h12	Aguas. Ensayos físicos. Determinación de la turbiedad.
COGUANOR NGO 29 012h14	Aguas. Determinación de metales. Dureza.
COGUANOR NGO 29 012h15	Aguas. Determinación de metales. Hierro.
COGUANOR NGO 29 013h3	Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Alcalinidad.
COGUANOR NGO 29 013h7	Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Cloruro.
COGUANOR NGO 29 013h13	Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Fluoruro.
COGUANOR NGO 29 013h18	Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Nitrógeno (nitrato)
COGUANOR NGO 29 013h19	Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Nitrógeno (nitrito).
COGUANOR NGO 29 013h21	Aguas. Determinación de constituyentes orgánicos no metálicos Oxígeno disuelto. Método de referencia.
COGUANOR NGO 29 013h23	Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Potencial hidrógeno (pH).

Fuente: Norma COGUANOR NGO. 29001-99. octubre de 2010. Abril 2,020.

La norma COGUANOR NGO. 29001-99 menciona las siguientes definiciones:

- Agua potable: (Ap) Es aquella que, por sus características de calidad especificadas en esta norma, es apta y adecuada para el consumo humano.
- Límite máximo aceptable (Lma): Es el valor de la concentración de cualquier característica de agua, arriba del cual, el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial, pero sin que implique un daño a la salud del consumidor.
- Límite máximo permisible (Lmp): Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual, el agua no es adecuada para el consumo humano.

II.11.1 Parámetros analíticos en la calidad del agua.

Las poblaciones cada vez más cuentan con la necesidad de adquirir agua potable, por lo que en cada proyecto se debe de analizar, con los diferentes parámetros para obtener la calidad del agua, por lo que se hace mención de las distintas características:

- Características físicas: Son aquellas características relativas a su comportamiento físico, que determinan su calidad.
- Características químicas: Son aquellas características determinadas a sustancias contenidas en ella cuya calidad se difieren de las sales, algunos óxidos y sustancias como el anhídrido carbónico.
- Características biológicas: Generalmente el agua en nuestro planeta contiene bacterias, por lo que el comportamiento y composición del agua se confiere a las características físicas y químicas, es por ello que es necesario hacerle estudios bacteriológicos para determinar su potabilidad para el consumo humano.

II.12 Estudios de suelos

Es muy importante tomar en cuenta la realización de un estudio de suelos antes de iniciar un proyecto, para tener conocimiento de cómo está definida la corteza y sus propiedades, lo cual nos lleva a saber qué tipo de suelo y subsuelo es el que afrontamos dentro de una obra, a fin de no tener problemas a futuro con hundimientos o asentamientos del terreno que puedan darse en la estructura.

En esta elaboración de tesis nos orientamos al discernimiento de la propiedad de un suelo, para determinar: estratos de firmeza, peso específico, fuerza de empuje, estabilidad y valores del mismo, donde estará la construcción del tanque de almacenamiento. Afortunadamente hoy en día se cuenta con estudios de suelos más técnicos para dicha elaboración. No obstante, se debe de aludir las diferentes peculiaridades que se dan en un estudio. Básicamente los ensayos de suelo que se deberán de proponer son: Granulometría y Límites de Atterberg

A continuación, se hace generalidades de los temas antes mencionados.

II.12.1 Granulometría.

Es conocida como la graduación o medición que se lleva a cabo, de una formación sedimentaria de un suelo, con el objetivo de analizar el origen de sus propiedades mecánicas correspondientes a los tamaños previstos por una escala granulométrica.

II.12.2 Límite de Atterberg.

Es llamado así por el científico sueco Albert Mauritz Atterberg, también conocido como límite de consistencia o límite de plasticidad, es utilizado para establecer el comportamiento de los suelos finos, no obstante, su comportamiento varío conforme el tiempo. El límite de Atterberg está definido como un método cuántico, en el que se desarrolla el efecto del suelo y la variación de la humedad, siendo este dividido en cuatro estados de consistencia: líquido, plástico, semisólido y sólido.

II.13 Laboratorio de suelos.

El laboratorio de suelos tiene la principal función práctica que permite conocer las características físicas, químicas y mecánicas del suelo donde se tiene pensado construir, a diferencia de saber su composición estratigráfica o sea las capas o estratos de las diferentes funciones que la componen en su profundidad. Prácticamente el laboratorio de suelos nos sirve para obtener la información de un determinado terreno, es una de las informaciones más importantes para la planificación, diseño y ejecución, podríamos decir que el suelo es la parte fundamental para la realización de un proyecto de construcción. Hacer o construir en un suelo malo se necesitan sistemas de cimentación más complejos y costosos por lo que tener la idea de construir en cualquier suelo es factible según la teoría, aunque no es una buena recomendación, tampoco lo más inteligente ni lo más económico, porque la naturaleza es sabia y es mejor trabajar con ella que tratar de domarla.

ENSAYOS DE LABORATORIO	
ENSAYO	NORMA APLICABLE
Contenido de Humedad	ASTM D2216
Análisis Granulométrico	ASTM D422
Limite Líquido y Limite Plástico	ASTM D4318
Peso Específico Relativo de Sólidos	ASTM D854
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	ASTM D2487
Densidad Relativa	ASTM D4254/ ASTM D4254
Peso Volumétrico de suelo cohesivo	ASTM D1377
Límite de Contracción	ASTM D427
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	ASTM D1557
Descripción Visual-Manual	ASTM D2488
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	BS 1377
Consolidación Unidimensional	ASTM D2435
Colapsibilidad Potencial	ASTM D5333
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	ASTM D2850
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	ASTM D4767
Compresión no Confinada	ASTM D2166
Expansión o Asentamiento Potencial Unidimensional de Suelos Cohesivos	ASTM D4546
Corte Directo	ASTM D3080
Contenido de Cloruro Solubles en Suelos y Agua Subterránea	AASHTO T291
Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea.	AASHTO T290

Fuente: MTL Geotecnia editorial 2010. Abril 2,020.

II.14 Hipoclorador.

El Hipoclorador es un equipo sencillo para la desinfección del agua, para inactivar los microorganismos de tal forma que el agua pueda ser apta para el consumo humano. Su sistema está aplicado por gravedad en el agua, utilizado mayormente como forma de hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, y el uso de cloro como un agente más efectivo y económico factible que permite mejorar la calidad microbiológica, anulando la contaminación por microorganismos patógenos.

El hipoclorador tiene como finalidad de proporcionar una solución de cloro a los tanques de distribución de agua para mantener la potabilidad de un caudal. La concentración de cloro en el tanque deberá de garantizar una proporción de cloro

residual en puntos estratégicos alejados de la red que estén en un rango entre 0.7 y 1.5 partes por millón. El cual deberá de cumplir con las siguientes características:

- Alimentación de cloro: se hará con hipoclorito de calcio en tabletas.
- Funcionamiento: El cual deberá de ser manual, por lo que el ejecutor del proyecto deberá de instalar el clorador justo antes de ingresar al tanque de distribución.
- Manual de operación y mantenimiento: El ejecutor del proyecto deberá de entregar al COCODE que será el encargado de control del tanque de almacenamiento, deberá de darle copia del manual de operación del sistema de cloración debidamente identificado con los datos del autor del manual y lugar a donde se harán las consultas relacionadas con el uso del equipo.

II.15 ESTUDIOS PRELIMINARES Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA COLONIA EL MILAGRO ZONA 7.

Para los presentes estudios preliminares y el mejoramiento en la red de distribución de agua, se han recabado datos e informaciones que me permitieron conocer los antecedentes necesarios y poder definir los procedimientos para la ejecución del proyecto de construcción sobre el terreno, obteniendo así un diseño más completo con alcance económico y mejor tiempo en la ejecución, para lo cual se hace énfasis en algunos temas de suma importancia.

Aforo de pozo mecánico de agua.

Para el presente aforo ubicado en el pozo de Valle bello, según su estudio y nivel freático de agua se tomó en cuenta las mediciones pertinentes que se realizaron, obteniendo datos que servirán para la elaboración y propuesta del anteproyecto. Se tiene entendido que es importante el punto estratégico de agua, ya que esto nos

permite

llevar un orden adecuado para la recolección de datos en los próximos años, por lo que se recomienda utiliza un cuadro específico de los aforos anuales según lo indica la Norma de INFOM-UNEPAR, los cuales se deberán de indicar en los planos correspondientes.

TABLA I. DATOS DEL AFORO

NO.	FECHA	CAUDAL DE AGUA	COMPONENTE DE PROYECTO	
1.	05 SEP. 2016	1.12 m ³ /min.	BOMBA 40 HP	MOTOR 40 HP.
2.	08 OCT. 2017	1.12 m ³ /min.	BOMBA 40 HP	MOTOR 40 HP.
3.	14 OCT. 2018	1.12 m ³ /min.	BOMBA 40 HP	MOTOR 40 HP.

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Análisis en la calidad de Agua.

Para hacer un estudio de agua se debe de tomar en cuenta las normas de diseño de INFOM-UNEPAR teniendo conocimiento general de los diferentes análisis tanto físico-químicos y bacteriológicos, los cuales deberán de ser aprobados para suministrar el servicio de agua para la población.

Proceso de muestra hídrica.

Para hacer el examen físico-químico y bacteriológico, se deberá de utilizar recipientes que estén estrictamente aprobados y esterilizados con su debido tapón hermético con capacidad mínima de 100 ml. Una vez tomadas las muestras se deberán de llevar a laboratorios para hacer su debido ensayo durante las últimas 24 horas a una temperatura no mayor de 30° C, si los resultados en el laboratorio son negativos se deberá de hacer otro estudio más específico el cual deberá de ser ordenado por un supervisor o por el encargado de la obra para un análisis especial.

Población actual.

En base a la guía para la elaboración de proyectos de agua de la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), es preciso tomar en cuenta la cantidad de viviendas y habitantes de una población, esto se hace con el

objetivo de poder determinar una dotación para los consumidores. Por lo consiguiente acudimos al último censo poblacional que nos proporcionó el Instituto Nacional de Estadística (INE), el cual se tiene entendido que en colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, existe una población actual de 678 habitantes, comprendiendo el 40 y 60% para hombres y mujeres. También debemos de tomar en cuenta aspectos como: población actual, cualidades económicas y culturales, clima entre otras, son los parámetros que recomienda el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), para tener una cantidad de suministro de agua adecuada a los habitantes de dicha colonia.

TABLA II. DATOS DE LA POBLACIÓN ACTUAL

HABITANTES	CUANTIA DE HABITANTES	%
HOMBRES	298 HOMBRES	40
MUJERES	380 MUJERES	60
TOTAL DE POBLADORES	678 POBLADORES	100

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Periodo de Diseño.

Es el tiempo comprendido entre la puesta de un servicio y el momento en que su uso sobrepasa las condiciones establecidas, por lo consiguiente existen dos aspectos principales que intervienen en el periodo de diseño:

- La durabilidad de las instalaciones.
- La capacidad para prestar un buen servicio.

Para condiciones generales para agua se adopta a nuestro medio un periodo de diseño de 20 años. Para el proyecto en mención se consideró un periodo de 21 años, incluyendo un año de trámites administrativos y construcción del proyecto.

Diseño de Población.

Para determinar el crecimiento de la población en la comunidad, por medio de estos parámetros, debemos de obtener la demanda de agua requerida para cada una de las

viviendas que están contempladas en el diseño. El crecimiento poblacional de la colonia El milagro es del 3% anual para proyectar la población tenemos algunos métodos que son los siguientes:

- Método de incremento geométrico.
- Método aritmético.
- Método exponencial.

Utilizaremos el método de incremento geométrico, y su fórmula es la siguiente:

$$PF = Pa * (1+i/100)^n =$$

Donde:

- PF = Población futura
- Pa = Población actual
- i = Tasa de crecimiento en porcentaje
- n = Periodo de diseño (en años)

$$PF = 678 * (1+3/100)^{21} = 1261 \text{ habitantes.}$$

Cálculo para la dotación.

Es la cantidad de agua que se le proporciona a cada habitante de la población diariamente para satisfacer sus necesidades, se le representa con la letra D y se expresa en litros por habitantes por día (l/h/d). Los estudios de demanda llevados a cabo para la población de características semejantes, pueden servir de base para fijar la dotación de una población por lo que se tomarán los siguientes valores:

- Servicio base de llena cantaros exclusivamente 30 – 60 (l/h/d).
- Servicio mixto de llena cantaros y conexiones prediales 60 – 90 (l/h/d).
- Servicio de conexiones prediales fuera de la casa 60 – 120 (l/h/d).
- Servicio de conexiones intradomiciliarios, con opción de varios grifos por vivienda 90 – 170 (l/h/d).

Tomando como base estos valores y los parámetros de la colonia El milagro se estima una dotación de 100 litros/habitantes/día, esta dotación entra en el rango de valores de las dotaciones recomendables para acueductos rurales 60 litros/habitantes/día a 120 litros/habitantes/día según la Norma de INFOM-UNEPAR.

Caudal medio diario.

Es la cantidad de agua consumida por la población durante un día, la cual se obtienen mediante el promedio de los consumos diarios en el periodo de un año. Su fórmula es la siguiente:

$$Q_m = (\text{Dota.} * \text{PF}) / 86,400$$

- Dot. = Dotación Litros/habitantes/día
- PF = Población futura
- 86,400 = Segundos por Día

$$Q_m = (100 * 1261) / 86,400$$

$$Q_m = 1.46 \text{ Litros/segundos}$$

Caudal máximo diario.

Según la Norma de INFOM-UNEPAR, el caudal día máximo es el consumo de agua durante 24 horas observadas, en el periodo de un año. Debido a la falta de un registro municipal, se obtuvo del producto de multiplicar, el caudal medio diario por el factor de día máximo que varía en cuanto a su población:

- F.d.m. = Población > 1000 habitantes, usar un factor de: 1.2
- F.d.m. = Población < 1000 habitantes, usar un factor de: 1.3

Esto es debido a los diferentes climas variables por regiones en la república de Guatemala, se ha recomendado que para poblaciones actuales con una población menor de 1000 se debe de adoptar un valor de 1.3, ya que este es un valor intermedio para no dañar la tubería, por lo que la formula queda estipulada de la siguiente manera:

$$Q_{md} = Q_m * f.d.m.$$

Donde:

- Q_{md} = Caudal máximo diario.
- Q_m = Caudal medio diario.
- $f.d.m$ = Factor día máximo según la Norma de INFOM-UNEPAR. $Q_{md} = 1.46 \text{ lts/seg.} * 1.3$ $Q_{md} = 1.898$
lts/seg.

Caudal de hora máxima.

Es el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el periodo de un año, se determina con los siguientes coeficientes, según lo indica la Norma de INFOM-UNEPAR.

- Población > 1000 habitantes, usar factor de hora máxima de 1.5
- Población < 1000 habitantes, usar factor de hora máxima de 1.9

Para esta población se tomará un factor de hora máxima de 1.7, porque en la fórmula de población futura nos dice que será una población de 1261 habitantes en 21 años.

$$Q_{HM} = (Q_{dm} * F_{HM})$$

Donde:

- Q_{hm} = Caudal hora máxima.
- Q_{md} = Caudal máximo diario.
- F_{hm} = Factor de hora máxima, según la Norma INFOM-UNEPAR. $Q_{HM} = (1.898 \text{ lts/seg.} * 1.7 F_{hm})$
 $Q_{HM} = 3.2266 \text{ lts/seg.}$

Es importante obtener este dato para tener un registro a diario, ya que nos permite tener el control a través de un monitoreo en ciertas horas cuando funciona el pozo.

Planteamiento de técnicas a utilizar.

La inquisición obtenida en el proceso realizado en situ, nos ha llevado a considerar importantes técnicas para el desarrollar el planteamiento de un tanque, el cual ejercerá el almacenamiento de agua. Analizando el terreno, la construcción del tanque de almacenamiento de agua será adaptada a la peculiaridad topográfica de la misma, tomando la ventaja de su pendiente natural, la cual nos permite suministrar con mayor facilidad y manteniendo presiones oportunas, puesto que en caso de que la línea de conducción sea interrumpida por alguna falla se deberá de tener la capacidad suficiente para proveer el vital líquido a los usuarios de colonia El milagro zona 7.

Caudal de agua.

Cuando el sistema exige ser diseñado por medio de un caudal de bombeo, se requiere considerar el suficiente abastecimiento para el consumo máximo diario en un determinado periodo, en este caso se conlleva hasta un 35% a todas las viviendas en este proyecto. Se recomienda periodos de bombeo entre 6, 8 y 10 horas por día para su respectivo almacenamiento de agua en el tanque, según las recomendaciones de la Norma de INFOM-UNEPAR.

$$Q_b = \frac{Q_{md} * 24 \text{ hrs}}{H_B}$$

Donde:

- Q_b = Caudal de bombeo.

- Q_{md} = Caudal máximo diario.
- H_B = número de horas de bombeo al día.

$$Q_b = \frac{1.898 \text{ lts/seg} * 24 \text{ hrs}}{H_B}$$

12

$$Q_b = 3.8 \overline{\text{seg}}$$

lts

Línea de conducción.

Es el tramo de cañería que transporta agua desde su captación hasta su destino, el cual puede ser a un tanque de almacenamiento o a una planta de potabilización de agua. Para el caso de colonia El milagro, el agua que servirá para el suministro de los usuarios, proviene de un pozo mecánico con nivel acuífero subterráneo, en colonia “valle bello” ubicada en la zona 7 de la misma localidad, la cual tendrá como finalidad de conducir el agua hasta el tanque de almacenamiento con una altura del fondo del pozo al tanque de 300 metros, el tanque será construido en la parte alta del cerro de colonia El milagro, por lo que dicho cerro tiene una altura de 85 metros, esto nos ayudara a tener una mejor distribución de agua para la población. Para poder llevar a cabo la construcción del tanque de almacenamiento y el mejoramiento en la red de distribución de agua, es necesario tener en cuenta los datos del pozo que suministrará a la población, ya que la información me fue proporcionada por la empresa municipal de agua Jalapagua sección 148 pagina 20.

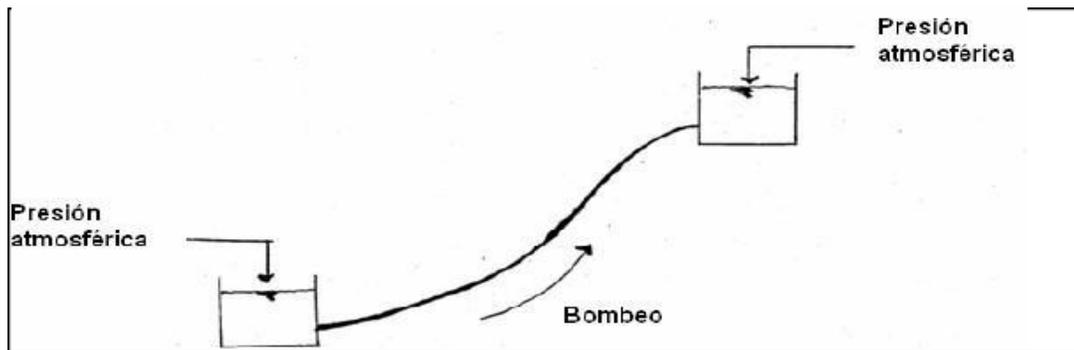
Datos del pozo.

- Altura de pozo: 705 pies (215) metros.
- Aforo en lts/seg: $1.12 \text{ m}^3/\text{min}$ (1min/60seg) $(1000\text{L}/1 \text{ m}^3) = 18.66\text{lts}/\text{seg}$
- Aforo en lts/seg: $0.78 \text{ m}^3/\text{min}$ (1min/60seg) $(1000\text{L}/1 \text{ m}^3) = 13.00\text{lts}/\text{seg}$
- Aforo en m^3/min : época lluviosa $1.12 \text{ m}^3/\text{min}$ y época seca $0.78 \text{ m}^3/\text{min}$.
- \emptyset = Diámetro perforado 12” equivalente a 30 cms. de diámetro.
- Nivel estático en Jalapa (NE): 165 pies (50 metros).
- Nivel dinámico (ND): 685 pies (208.788) metros.
- Motor eléctrico de 40 Hp (Caballos de fuerza)
- Bomba de succión de 40 Hp (Caballos de fuerza)

Se debe de incluir el 25% de desgaste del equipo eléctrico de bombeo; para detalles característicos como fugas en la bomba de agua, daños del motor, corrosión y cavitación en el sistema etc. Se deberá de tomar adicionalmente el lapso de ejecución del proyecto.

Líneas de bombeo.

Es muy importante tomar en cuenta la velocidad de conducción de agua en lo que al diámetro económico respecta al momento de diseñar una línea de conducción por bombeo, esto sirve para disminuir la sobrepresión generada por el golpe de ariete, se recomienda que la velocidad mínima debe ser entre 0.90 mts/seg, y la velocidad máxima de 1.50 mts/seg.



Fuente: Tesis de ingeniería sanitaria 1, página 64 Universidad San Carlos de Guatemala. Abril 2,020.

Para diseñar una línea de conducción por bombeo se debe de tener ciertos criterios, ya que se debe de prever el diámetro más económico de la tubería por lo que no lo conocemos, no obstante, el diseño que se utilizara debe de llegar a un precio económico de tubería, por ejemplo:

- Si se escoge una tubería de diámetro grande, la pérdida será pequeña y por ende el costo de la energía eléctrica sería bajo, pero el costo de la tubería sería alto.
- Si se escoge una tubería de diámetro pequeño, las pérdidas serán mayores y por ende el costo de la energía eléctrica sería alto, pero el costo de la tubería sería bajo.

Es necesario calcular el diámetro económico de la tubería, el cual será el que presente el menor costo de la tubería y de la energía. Por lo consiguiente tenemos parámetros para el cálculo del diámetro económico, sin embargo, es preferible realizar un análisis económico de menor costo, para lo cual se ponen a disposición los siguientes incisos:

- Determinar posible diámetro a utilizar, según debe cumplir con los rangos de velocidades indicado anteriormente. Es decir, el diámetro inferior corresponde a 0.90 mts/seg. y el superior a 1.5 mts/seg.
- Calcular el costo de la tubería por mes para los diámetros encontrados anteriormente, por lo que se deberá determinar la amortización usando la fórmula. Luego de haber conocido la amortización, se deberá de calcular el costo de la tubería por longitud, pudiendo conocer cuál fue el costo de la tubería por mes, se estará utilizando la fórmula del costo total. Es recomendable usar 10 años para la amortización de una tubería, ya que la vida útil de un equipo de bombeo oscila entre ese tiempo estipulado.
- Determinar el costo de bombeo: dependerá de las pérdidas de carga por longitud de tubería; habrá que calcular para cada uno de los diámetros las pérdidas por fricción y luego calcular la potencia.
- Q = Gasto o caudal lts/seg.
- h = Perdidas por fricción (m).
- e = Eficiencia a la que trabaja la bomba, lo más común es usar el 60%.
- p = Potencia de la bomba en caballos de fuerza.

Convertir los caballos de fuerza a kilovatios:

- $H_p = 0.746 \text{ kW}$

Y luego calcular la energía requerida mensualmente:

- $\text{kW} * \text{hora de bombeo al mes}$

Sumar los costos de la tubería por mes y los costos del bombeo y así el diámetro

económico corresponderá a menos costo.

Tipos de bomba:

Para cada tipo de pozo tenemos variaciones en terrenos y así mismo el funcionalismo en cada colonia por lo cual estos se dividen en tres tipos:

- Bomba en eje horizontal.
- Bomba vertical de motor extremo,
- Bomba sumergible.

Para colonia El milagro utilizaremos una bomba sumergible, por lo que lleva una serie de pasos para la carga dinámica:

- Altura de nivel de la boca del pozo.
- Las pérdidas de carga en la tubería, utilizando la fórmula de Hazen-Williams.
- La altura de la boca del pozo a la descarga.
- Las pérdidas de carga en la línea de impulsión, usando Hazen-Williams.
- La carga de velocidad ($v^2/2g$).
- Las pérdidas menores, sabiendo que es el 10% de la pérdida de carga en la línea de impulsión.

Golpe de Ariete.

El golpe de ariete, es una onda de presión que se propaga con una velocidad llamada celeridad, es un fenómeno que se produce al momento de cerrar una válvula bruscamente o cuando hay algún cese de energía; por lo tanto, hay que verificar que la tubería sea capaz de aguantar esta sobrepresión. En algunos casos se puede colocar una válvula de alivio para reducir el golpe de ariete. Por lo que se calcula de la siguiente manera:

- k = Modulo de elasticidad volumétrico del agua.

- E = Modulo de elasticidad del material.
- D_i = Diámetro interno (mm).
- e = espesor de la pared del tubo (mm).

Material	K (kg/cm ²)
PVC	3*10 ⁴
H. FUNDIDO	1.05*10 ⁶
ACERO	2.05*10 ⁶
ADBESTO	(1.85-2.50) * 10

Fuente: Libro, Resistencia de Materiales. Abril 2,020.

Para el cálculo de la sobrepresión se utilizará la fórmula encontrando la verificación de la resistencia de la tubería soportando el golpe de ariete, por lo que la altura de bombeo, más la sobre-presión, deberá de ser menor que la presión de trabajo de la altura, por lo tanto, se deberá de encontrar:

- a = Celeridad
- v = Velocidad de servicio (m/s)
- g = Gravedad (9.81 m/s²)
- sp = sobre-presión (m.c.a)

Cálculo hidráulico.

Para realizar los cálculos hidráulicos se ha hecho uso de la fórmula de Hazen-Williams, por considerarse la más adecuada, ya que esta expresa las relaciones de flujos de agua en conductos circulares a presión o conductos que fluyen a nivel pletórico:

$$hf = \frac{1,743.811 * L * Qb^{1.85}}{C^{1.85} * d^{4.87}}$$

Donde:

- hf = Pérdida en metros columna de agua (m.c.a)
- L = Longitud en metros por un factor de pendiente 1.05.

- Q_b = Caudal de diseño (litros/segundo)
- C = Coeficiente de diseño para PVC. (150).
- d = Diámetro de tubería en pulgada.

La velocidad se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde:

- V = Velocidad
- Q = Caudal (litros/segundo)
- A = Área de tubería.

Cálculo de la tubería:

A continuación, se realiza una serie de pasos para determinar los diámetros y amortizaciones de la tubería:

- Determinar los diámetros a usar. Inferior

$$d = \sqrt{\frac{1.974 * Q_b}{v}}$$

Q = caudal de bombeo es de 3.8 lts/seg

$$d_1 = \sqrt{\frac{1.974 * 3.8}{1.5}}$$

$$d_1 = 2.24''$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{1.974 * 3.8}{0.90}}$$

$$d_2 = 2.89''$$

Como son diámetros no comerciales hay que aproximarlos, por lo tanto, los diámetros comprendidos dentro del rango de velocidades son 2'', 2 ½'', 3''.

- Calcular la amortización.

$$A = \frac{r * (r + 1)^n}{(r + 1)^n - 1}$$

Taza de interés anual será el 15% un periodo de 10 años.

$$\frac{0.15}{0.15} \quad 120$$

$$A = 12 * (12 + 1) \quad \frac{0.15}{120}$$

$$\frac{(12 + 1) - 1}{0.055026654}$$

$$A = \frac{3.440213229}{0.055026654}$$

$$A = 0.016$$

- Determinar la cantidad de tubos a utilizar.

$$L = 2,500 \text{ metros}$$

$$L1 = 2,500 * 1.05 = 2,625 \text{ metros}$$

$$\text{Unidades de tubo} = L1/6$$

$$Ut = 2,625/6 = 438 \text{ tubos}$$

- Costo en quetzales de tubería acero galvanizado cedula 40, clase 1000 psi enroscado.

Diámetro	Amortización	Costo de la tubería	Cantidad de tubería	Costo por mes
2"	0.016	Q300.00	438	Q131,400.00
2 ½"	0.016	Q350.00	438	Q153,300.00
3"	0.016	Q399.00	438	Q174,762.00

Fuente: Catálogo de precios de tuberías hg, página 5 Guatemala. Abril 2,020.

- Cálculo de pérdidas por la fórmula de Hazen-Williams.

$$1743.811 * L * Qb^{1.85}$$

hf =

$$C^{1.85} * d^{4.87}$$

Datos preliminares:

- Material HG.
- Coeficiente de rugosidad $C = 120$.
- Longitud L_1 (2,625 mts) lts^{1.85}
- Caudal $Qb = 3.8$ lts/seg.

$hf_{2''} =$

1
7
4
3
.
8
1
1
*
2
,
6
2
5
m
t
s
*
3
.
8
s
e
g

1
2
0
1
.
8
5
*
2

"
4

hf² = 263.46 mts.

hf_{2 1/2} =

.
8
7

lts 1.85

1
7
4
3

.
8
1
1
*2

,
6
2
5
m
t
s
*3

.
8

s
e

g

1
5
0
1.

8
5

*
2

.
5
0

"
4.

8
7

hf 2 1/2" = 88.87 mts.

lts 1.85

hf 3" =

1
7
4
3
.
8
1
1
*
2
,
6
2
5
m
t
s
*
3
.
8
s
e
g

1
2
0
1
.
8
5
*
3
"
4
.
8
7

hf 3" = 36.57 mts.

- Determinar la potencia para cada diámetro la potencia se calcula en caballos de

fuerza (hp).

$$p = \frac{Q * hf}{76 * e}$$

$$p_{2''} = \frac{3.80 * 263.46}{76 * 0.60}$$

$$P_{2''} = 21.955 \text{ hp}$$

$$p_{2.5''} = \frac{3.80 * 36.57}{76 * 0.60}$$

$$P_{2.5''} = 7.40 \text{ hp}$$

$$p_{3''} = \frac{3.80 * 36.57}{76 * 0.60}$$

$$P_{3''} = 3.05 \text{ hp}$$

- Convertir los caballos de fuerza a kilovatios, sabiendo que 1 hp = 0.746

kilovatio. $P_2'' = 21.95 \text{ hp} * 0.746 \text{ kw} = 16.37 \text{ Kw}$

$P_{2.5}'' = 7.40 \text{ hp} * 0.746 \text{ kw} = 5.52 \text{ Kw}$

$P_3'' = 3.05 \text{ hp} * 0.746 \text{ kw} = 2.27 \text{ Kw}$

- Determinar la energía requerida por mes.

$P_2'' = 16.37 \text{ Kw} * 360 \text{ hora/mes} = 5893.20 \text{ kw}$

$P_{2.5}'' = 5.52 \text{ Kw} * 360 \text{ hora/mes} = 1,987.20 \text{ kw}$

$P_3'' = 2.27 \text{ Kw} * 360 \text{ hora/mes} = 817.20 \text{ kw}$

- El precio de kw/hora de energía es de Q1.38. Determinar el costo:

$P_2'' = 5,893.20 \text{ kW*hora/mes} * Q1.38 \text{ KW* hora} = Q 8,132.61$

6mes $P_{2.5}'' = 1,987.20 \text{ kW*hora/mes} * Q1.38 \text{ KW* hora} = Q 2,742.34$

mes $P_3'' = 817.20 \text{ kW*hora/mes} * Q1.38 \text{ KW* hora} = Q$

1,127.74 mes

- Determina el costo total.

Costo total = costo tubería + costo de

bombeo $Q_2'' = Q 8,132.61 + 131,400 =$

139,532.61

$Q_{2.5}'' = Q 2,742.34 + 153,300 = 156,042.34$

$Q_3'' = Q. 1,127.74 + 174,762 = 175,886.74$

Como se puede observar el diámetro económico a usar es el de 3 pulgadas debido a que es de menor costo. Por el costo de energía eléctrica mensual.

Cálculo de la carga dinámica total.

- Altura del nivel dinámico a la boca del pozo.

Nivel dinámico (ND) 685 pies = 208.788
metros.

- Altura de la boca del pozo a la descarga.

Altura total: nivel de la boca del pozo - altura del tanque

Altura total = 100 mts.

- Perdida de carga en línea de

impulsión: $H_f = 36.57$ mts.

- Carga de velocidad

$$h = \frac{vel^2}{2g}$$

No tenemos velocidad por lo que es necesario utilizar la fórmula de la velocidad.

$$vel = 1.974 * \frac{Q_b}{D^2}$$

$$vel = 1.974 * 3.232$$

$$vel = 0.72 \text{ mts/seg.}$$

Esta tubería si cumple con los rangos de velocidad $0.60 < 0.66 > 2$ mts/seg ok.

$$h = \frac{0.72^2}{2 * 9.81}$$

$$h = 0.0264 \text{ mts.}$$

- Perdida menor.

Utilizaremos la perdida de carga en línea de impulsión, multiplicándola por el 10%

$$P_m = 36.57 \text{ mts.} * 0.10 \quad P_m = 3.657 \text{ mts.}$$

- Sumatoria de carga dinámica

$$\sum cd = N_d + h \text{ boca del pozo-tanque} + h_f + Vel. + h + pm.$$

$$\sum cd = 208.78 \text{ mt.} + 100 \text{ mt.} + 36.57 \text{ mt.} + 0.72 \text{ mt/seg.} + 0.0264 \text{ mt.} + 3.65 \text{ mt.}$$

$$\sum cd = 349.75 \text{mts}$$

- Cálculo de la potencia

$$p = \frac{Q * cdt}{76 * e}$$

$$p_{3''} = \begin{array}{r} 3 \\ . \\ 8 \\ 0 \\ * \\ 3 \\ 4 \\ 9 \\ . \\ 7 \\ 5 \\ \hline 7 \\ 6 \\ * \\ 0 \\ . \\ 6 \\ 0 \end{array}$$

$$P_{3''} = 29.15 \text{ hp caballos de fuerza}$$

Agregar un 20% de capacidad para contemplar el desgaste normal del equipo 34.98hp

- Golpe de ariete

Cálculo de la celeridad.

Nota: acero galvanizado cedula 40

1420

1420

$$a = \frac{\frac{k}{E} \frac{Di}{e}}{\sqrt{1 + \frac{2.07 * 10^4 \text{ kg/cm}^2}{2.05 * 10^6 \text{ kg/cm}^2 *}}} a = \frac{83.41 \text{ mm}}{5.49 \text{ mm}}$$

$$a = 1322.20 \text{ mts/seg.}$$

Determinar la velocidad.

3.80

Qb

$$\text{vel} = 1.974 * Q_2$$

$$\text{vel} = 1.974 * 3.232$$

$$\text{vel} = 0.72 \text{ mts/seg}$$

- Calcular la sobrepresión

$$\text{sp} = \frac{a * v}{g}$$

$$1322.20 \frac{\text{mts}}{\text{seg}} * 0.64 \frac{\text{mts}}{\text{seg}}$$

$$sp = \frac{\text{seg} \quad \text{seg}}{9.81 \text{ mts/seg}^2}$$

$$sp = 86.25 \text{ M.C.A.}$$

- Calcular si la tubería resiste la sobrepresión generando por el golpe de ariete. $P_{\text{max}} = 86.25 + 308.78$

$$P_{\text{max}} = 395.03 \text{ m.c.a}$$

Convertir M.C.A. lb. /in^2

$$P_{\text{max}} = 395.03 * 1.419$$

$$P_{\text{max}} = 560 \text{ lb. /in}^2$$

$$P_{\text{max}} = 560 \text{ lb. /in}^2 < 1000 \text{ lb. /in}^2$$

La tubería de acero galvanizado cedula 40, Si resiste a dicha presión establecida.

Tanque de distribución

Es un depósito de almacenamiento de agua, cuyas funciones principales son las siguientes:

- Suplir demandas máximas horarias esperadas en la línea de distribución.
- Regular presiones en la red de distribución.
- Prevenir gastos por incendio
- Almacenar las demandas máximas horarias esperadas en la línea de distribución. Para un sistema por bombeo la reserva mínima deberá ser de un 40 % a 65 % del consumo medio diario.

$$\text{Vol} = \frac{\% * Q_{\text{md}} * 86,400}{1000}$$

$$\text{Vol} = \frac{6}{5} \% * 1$$

.	4
8	0
9	0
8	<hr style="border: 0.5px solid black;"/>
*	1
8	0
6	0
,	0

Vol = 106.59 m³ se tomará 100 metros cúbicos.

Diseño del Tanque de Almacenamiento

El tanque cumple con tres propósitos fundamentales los cuales son los siguientes:

- Compensar las variaciones de los consumos que se producen durante el día.
- Mantener las presiones adecuadas en la red de distribución.
- Mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender las situaciones emergentes.

Diseño del Tanque

El dimensionamiento del tanque, se efectúa considerando el beneficio costo en función del encendido de la bomba y el almacenamiento respectivo al consumo medio, así como el volumen reservado por emergencia, el cual está estipulado en 100 m³ de agua. El tanque será un tanque de almacenamiento para la distribución de agua para colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa; el cual estará ubicado en la parte alta del cerro de frente a dicha colonia, por lo que este será semienterrado y sus muros serán de concreto ciclópeo con losa de concreto reforzado. El dimensionamiento interno del tanque es el siguiente:

- Ancho: 5.10 mts.
- Largo: 9.00 mts.
- Altura: 2.20 mts.

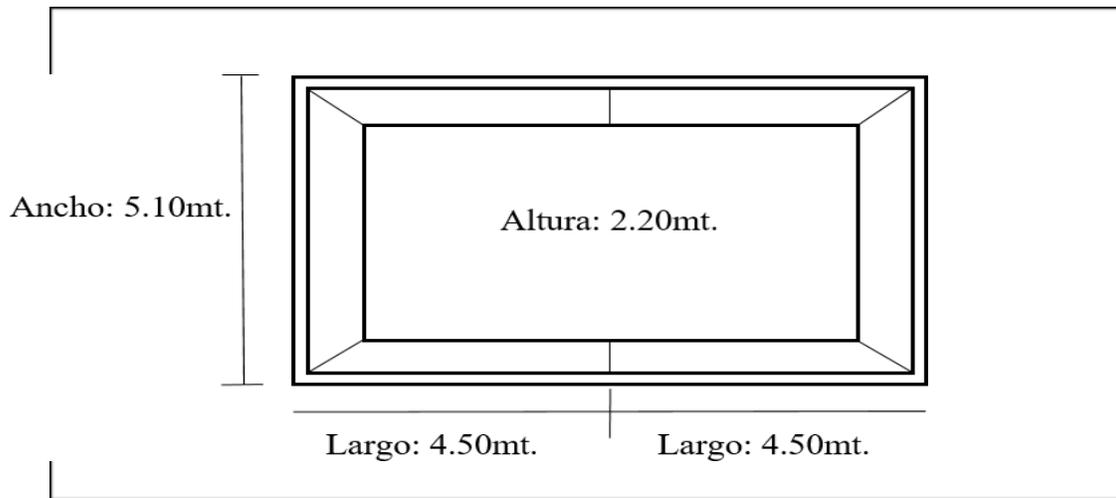
Diseño de tanque = 5.10m * 9.00m * 2.20m

Diseño de tanque = 101m³.

Diseño de losa superior

Para poder diseñar una losa de concreto se debe de tener en cuenta ciertos métodos, por lo que para este diseño utilizaremos el método III del código ACI, el cual se aplica a losas apoyadas a los bordes, ya sea en muros, vigas de concreto o vigas de acero

suficientemente rígidas; ya que su coeficiente de momentos a usarse está relacionado entre las dimensiones siguientes:



Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

$$C_m = \frac{L}{a}$$

$$C_m = \frac{r}{g}$$

o

A

n

c

h

o

$$\frac{4.50 \text{ m}}{5.10 \text{ m}}$$

$$5.10 \text{ m}$$

$C_m = 0.88 \text{ m}$ (Tenemos que $0.88 > 0.50$ por lo que se diseñara en dos direcciones).

Espesor de Losa (t)

$$t = \frac{a + b}{90}$$

$$t = \frac{5.10 + 4.50}{90}$$

$$t = 0.11 \text{ mts.}$$

Según la norma ACI, 3/8 es el espesor mínimo de losa, tenemos 0.11 mt. de losa, por lo que si califica el espesor establecido.

Datos

$t = 0.11$ mts. Espesor de losa.

$Y_c = 2,400 \text{ kg/cm}^3$ peso específico del concreto.

$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ resistencia del concreto a la compresión.

$F'_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (grado 40).

Integración de cargas

Peso de la losa = $Y_c * t$

Peso de la losa = $2,400 \text{ kg/cm}^3 * 0.11$ mts.

Peso de la losa = 264 kg/m^2

Peso de acabados = 90 kg/m^2

Carga muerta (Cm)

$C_m = \text{Peso de la losa} + \text{Peso de acabados.}$

$C_m = 264 \text{ kg/m}^2 + 90 \text{ kg/m}^2$

$C_m = 354 \text{ kg/m}^2$

Carga muerta última (Cmu)

$C_{mu} = 1.4 (C_m + Y_c * t)$

$C_{mu} = 1.4 (354 \text{ kg/m}^2 + 2,400 \text{ kg/cm}^3 * 0.11\text{m})$

$C_{mu} = 865.2 \text{ kg/m}^2$

Carga viva última (Cvu)

Se le agregará 100 kg/m^2 ya que solo tendrá cargas vivas ocasionalmente.

$C_{vu} = 1.7 (C_v)$

$$C_{vu} = 1.7 (100 \text{ kg/m}^2)$$

$$C_{vu} = 170 \text{ kg/m}^2$$

Carga total última (C_{tu})

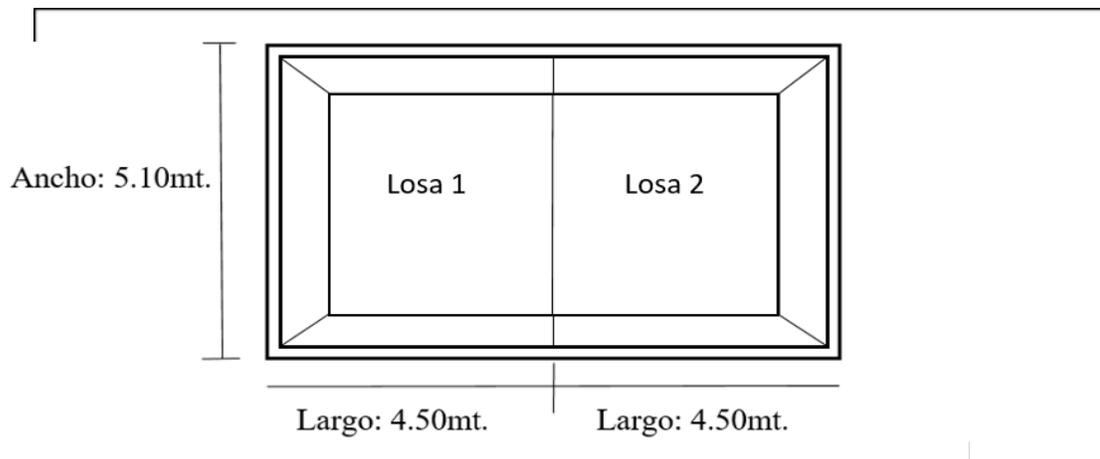
$$C_{tu} = C_{mu} + C_{vu}$$

$$C_{tu} = 865.2 \text{ kg/m}^2 + 170 \text{ kg/m}^2$$

$$C_{tu} = 1,035.2 \text{ kg/m}^2.$$

Método III ACI

Este método nos permite calcular los momentos en las franjas centrales de las losas, debido a las cargas aplicadas utilizando las tablas de coeficiente de relación de momentos, las cuales se encuentran en los anexos. Estos coeficientes de relación de momentos (m), dependen que existan dentro de las longitudes de los lados de la losa y de la actividad que exista en la misma.



Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Existen losas que son iguales en dimensiones y continuidad, por lo que se determinarán momentos (m) para una sola losa y serán los mismos momentos (m) para la otra ya que las 2 son iguales.

$$\text{Losa 1} = \text{Losa 2}.$$

Cálculo de Momentos Actuantes ($M \pm$)

Para el cálculo de momentos actuantes se utilizan las siguientes formulas:

- Momento Negativo.

- Momento Positivo.

$$M_a (-) = C_a * C_{tu} * a^2$$

$$M_b (-) = C_b * C_{tu} * b^2$$

- Momento Positivo.

$$M_a (+) = C_{am} * C_{mu} * a^2 + C_{av} * C_{vu} * a^2$$

$$M_b (+) = C_{bm} * C_{mu} * b^2 + C_{bv} * C_{vu} * b^2$$

- Momentos negativos en lados sin continuidad. $M_a (-) = 1/3 * M_a (+)$

$$M_b (-) = 1/3 * M_b (+)$$

Donde:

C_a, C_b = Coeficientes para momentos negativos.

C_{am}, C_{bm} = Coeficientes para momentos positivos debido a las cargas muertas.

C_{av}, C_{bv} = Coeficientes para momentos positivos debido a las cargas vivas.

C_{mu} = Carga muerta última.

C_{vu} = Carga viva última.

a = Longitud libre menor de la losa.

b = Longitud libre mayor de la losa.

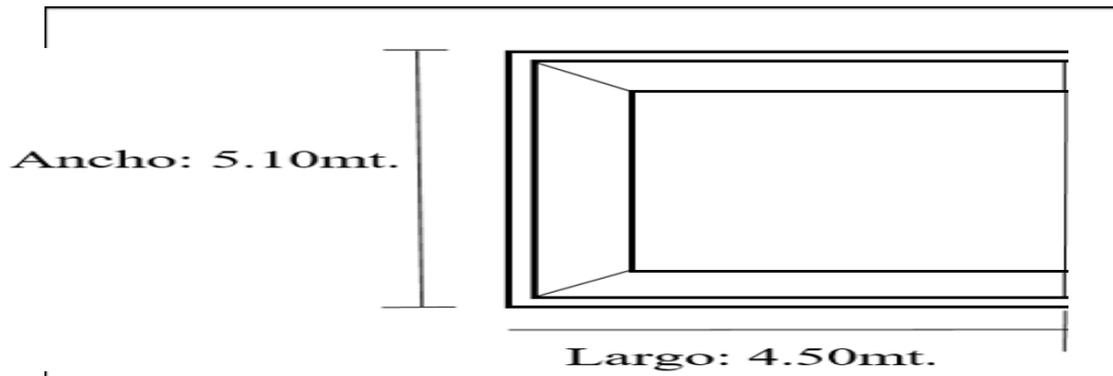
Se realiza el cálculo para la losa siguiente:

Caso a:

$$M = a/b$$

$$M = \frac{4.50}{5.10}$$

$$M = 0.88$$



Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

La relación será en dos direcciones, por lo que lo aproximamos a 0.90 mt.

- Momento Negativo.

$$Ma (-) = Ca * Ctu * a^2$$

$$Mb (-) = Cb * Ctu * b^2$$

$$Ma (-) = 0.068 * 1,035 * 4.5^2$$

$$Mb (-) = 0.025 * 1,035 * 5.10^2$$

$$Ma (-) = 1,425.195 \text{ kg-m.}$$

$$Mb (-) = 673.00875 \text{ kg-m.}$$

- Momento Positivo.

$$Ma (+) = Cam * Cmu * a^2 + Cav * Cvu * a^2$$

$$Ma (+) = 0.026 * 865.2 * (4.5)^2 + 0.036 * 170 * (4.5)^2$$

$$Ma (+) = 579.46 \text{ kg-m.}$$

$$Mb (+) = Cam * Cmu * b^2 + Cbv * Cvu * b^2$$

$$Mb (+) = 0.015 * 865.2 * (5.10)^2 + 0.022 * 170 * (5.10)^2$$

$$Mb (+) = 434.84 \text{ kg-m.}$$

- Momentos negativos en lados sin continuidad. $Ma (-) = 1/3 * Ma (+)$

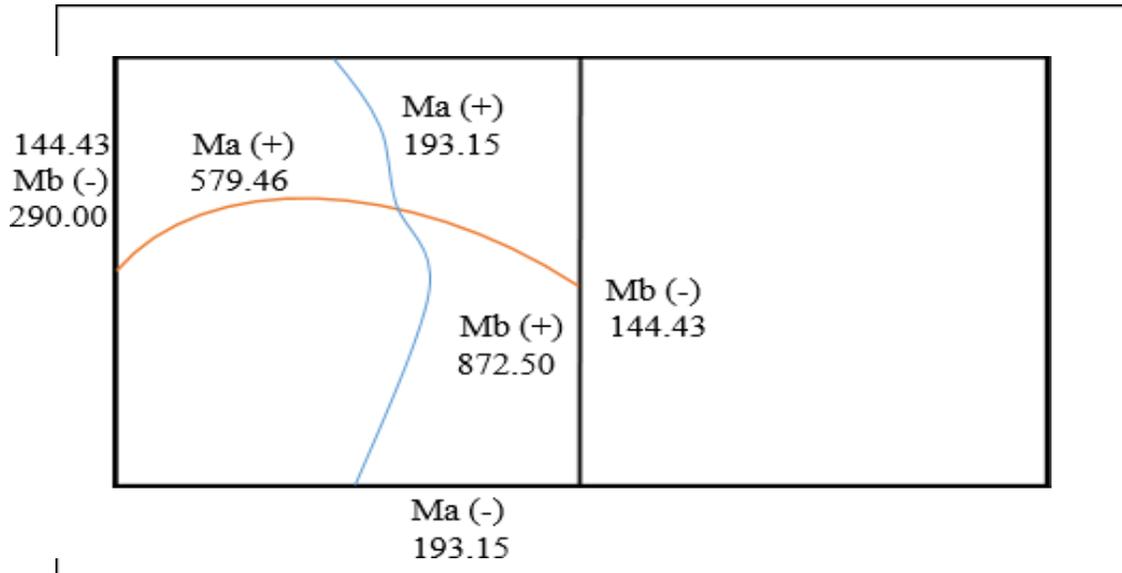
$$Ma (-) = 1/3 * 579.46 \text{ kg-m}$$

$$Ma (-) = 193.15 \text{ kg-m.}$$

$$M_b (-) = 1/3 * M_b (+)$$

$$M_b (-) = 1/3 * 434.84 \text{ kg-m.}$$

$$M_b (-) = 144.95 \text{ kg-m.}$$



Fuente: Elaboración propia. Distribución de momentos. Abril 2,020.

Diseño armado de losa

Se realizará el diseño de armado de losa para el ancho unitario de 1 metro, debe de definirse el área de acero mínimo y el momento que resiste, luego se calcula el acero de refuerzo para los momentos mayores a los momentos que resiste el área de acero mínimo.

Datos:

$t = 0.11$ mts. Espesor de losa.

$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ resistencia del concreto a la compresión.

$F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ (grado 40).

Ancho unitario, $b = 1$ mts. = 100 centímetros.

Recubrimiento, $Rec. = 0.02$ mts. = 2 centímetros.

$\emptyset =$ Refuerzo no. = $\frac{1}{2}'' = 1.27$ centímetros.

Cálculo del peralte efectivo.

$$\emptyset \quad d = t - r - \frac{\quad}{2}$$

$$d = 11 - 2 - \frac{1.27}{2}$$

$$d = 8.365 \text{ cms.}$$

El área de acero mínimo (Δs min.) en una losa, se calcula como el área de acero de una viga, usando un ancho unitario de 100 cms.

Δs mínimo en una viga según el código ACI-05, 10.5.1 (10-3):

$$\Delta s \text{ min.} = \frac{14 \text{ bd}}{F_y}$$

Cálculo de acero mínimo.

$$A_{Smin.} =$$

$$P_{min.} * b * t$$

$$P_{min.} = \frac{14}{F_y}$$

$$P_{min.} = \frac{14}{2,810}$$

$$P_{min.} = 0.005$$

$$A_{Smin.} = 0.005 * 100 * 8.365$$

$$A_{Smin.} = 4.1825 \text{ cm}^2.$$

Cálculo de espaciamiento máximo.

$$S_{max.} = 3(t)$$

$$S_{max.} = 3(11)$$

$S_{max.} = 33$ centímetros.

Es necesario el cálculo de esparcimiento máximo por la simple relación de triángulos semejantes que se puede obtener esparcimientos entre varios puntos. Partiendo desde 4.1825 cm^2 para colocarlo en 100 cms. se debe de indagar el espacio para obviar este acero utilizando varilla No. 4.

$$\frac{S}{100\text{cm}} = \frac{1.27 \text{ cm}^2}{4.1825\text{cm}^2}$$

$$S = \frac{1.27 \text{ cm}^2 * 100}{4.1825\text{cm}^2} \quad S = 0.30\text{mts.}$$

Lo dejaremos a No. 4 @ 0.28 mts, en ambos de la cama inferior.

Cálculo de acero cama superior.

Se calculará únicamente acero por temperatura de la siguiente manera:

$$A_{\text{Stemp.}} = 0.002 * b * t$$

$$A_{\text{Stemp.}} = 0.002 * 100\text{cm} * 11\text{cm}$$

$$A_{\text{Stemp.}} = 2.20 \text{ cm}^2$$

Esparcimiento por relación de triángulos. $A_v = 0.71 \text{ cm}^2$ No. 3

$$\frac{S}{100\text{cm}} = \frac{0.71 \text{ cm}^2}{2.2 \text{ cm}^2}$$

$$S = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100}{2.2\text{cm}^2}$$

$$S = 32.27 = 30 \text{ cms.}$$

No. 3 @ 0.30 en ambos en ambos sentidos de la cama superior.

Cálculo de Momento Resistente.

$$M_{As_{min}} = \theta \left((A_{s_{min}} * f_y) \left[d - \frac{A_{s_{min}} * f_y}{1.70 * f'_c * b} \right] \right)$$

Donde:

$A_{s_{min}}$ = Área de acero (cm²)

f'_c = Esfuerzo máximo del concreto (Kg/cm²)

b = Ancho de faja equivalente (cm)

f_y = Esfuerzo de fluencia del acero (Kg/cm²)

d = Peralte efectivo (cm)

M_u = Momento ultimo (kg-cm).

$$M_{As_{min}} = 0.90 \left((4.18 * 2810) \left[11 - \frac{4.18 * 2810}{1.70 * 280 * 100} \right] \right)$$

$$M_{As_{min}} = 1,136.74 \text{ kg/m}$$

Como se puede observar el momento que soporta el acero mínimo es mayor a los momentos que actúan sobre la losa; por esta razón el armado de losa queda de la siguiente manera:

- No. 4 @ 0.28 m en ambos sentidos de la cuna inferior.
- No. 3 @ 0.33 m en ambos sentidos de la cuna superior.

Chequeo por Corte.

El chequeo por corte se realiza en los 2 sentidos de la losa, tanto en el sentido largo como en el sentido corto, con la finalidad de determinar si el espesor “t” propuesto es

el correcto. Esto se hace con el objetivo de estar verificando que el corte resista el concreto y que sea mayor al corte que producen las cargas actuales.

- Sentido Corto.

$$CTU = 1,035.20 \text{ kg/m}^2$$

$$L = 4.50\text{mt}$$

$$V_a = \frac{CTU * L}{2}$$

$$V_a = \frac{1,035.20 \text{ kg/m}^2 * 1.00 \text{ mt.} * 4.5 \text{ mt.}}{2}$$

$$V_a = 2,329.20 \text{ Kg}$$

- Sentido Largo.

$$CTU = 1,035.20 \text{ kg/m}^2$$

$$L = 5.10\text{mt.}$$

$$V_a = \frac{CTU * L}{2}$$

$$V_a = \frac{1,035.20 \text{ kg/m}^2 * 1.00 \text{ mt.} * 5.10 \text{ mt.}}{2}$$

$$V_a = 2,639.70 \text{ Kg}$$

- Corte que resiste el concreto.

$$V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$d$$

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 100 * 8.365$$

$$V_c = 6,305.79$$

Como $V_c > V_a$

2,639.76 Largo.

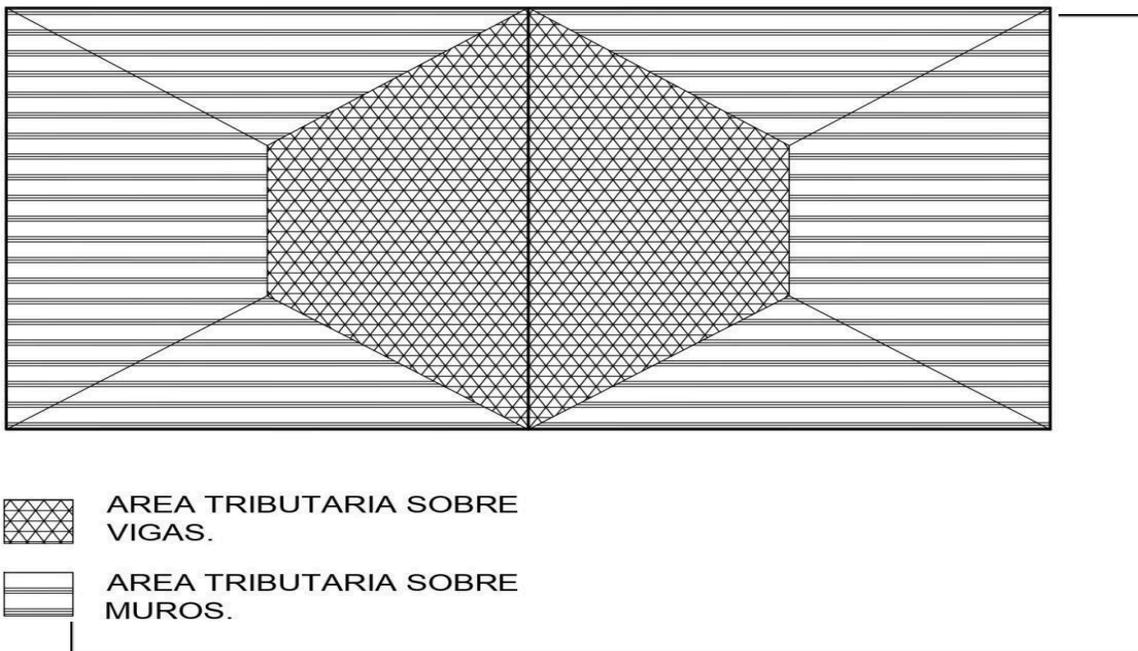
$$V_c = 6,305.79 >$$

2,329.20 Corto.

Entonces el espesor “t” propuesto para la losa es correcto.

Diseño de Viga Soporte.

Debido a la forma geométrica del tanque de distribución, fue necesario incorporar en su estructura una viga que resista para soportar la losa.



Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

$$\text{Area de trapecio} = \frac{A1 * A2}{2} - \frac{A1^2}{4}$$

Area del triangulo =

4

A1 = Lado corto

A2 = Lado largo

Para determinar la base de la viga se hace una referencia al código ACI 318-05 en la sección 21.3.1.3 la cual indica que el ancho del elemento, no debe ser menor que el más pequeño de 0.30 h y 250 milímetros.

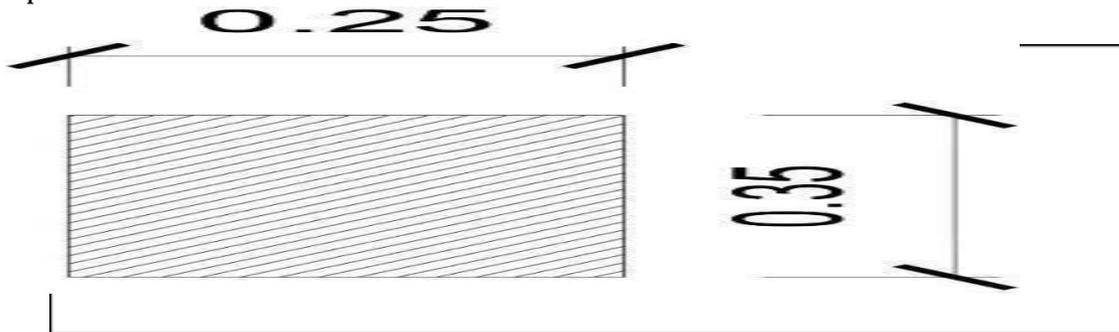
$$8\% * 5.20 = 0.416 \text{ cms.} = 0.42$$

$$= \frac{L}{18.5} = \frac{5.20}{18.5} = 0.28 \text{ cts.}$$

peralte =

$$\begin{array}{r} 0 \\ . \\ 4 \\ 2 \\ + \\ 0 \\ . \\ 2 \\ 8 \\ \hline 2 \end{array}$$

peralte = 0.35 cms. Se utilizará una sección de 0.25 * 0.35 cms.



Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Área tributaria de la viga es:

$$\frac{4.5 * 5.10}{2} - \frac{4.52}{4} = \frac{513}{80} * \text{dos lados} = 12.825 \text{ m}^2 = 13 \text{ m}^2$$

Integración de cargas por metro lineal:

$$w = 1.2 wd + 1.7 wl$$

Dónde:

W_{viga} = Carga mayorada.

WD_{viga} = Carga muerta

WL_{viga} = Carga viva

Carga Muerta:

$$WD_{VIGA} = WD_{losa} + WD \text{ propia viga}$$

$$WD_{VIGA} = \frac{354 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 13 \text{ m}^2}{5.20} * 2400 \quad \text{kg} * 0.25 * 0.35 \text{ m}^3$$

$$WD_{VIGA} = 1,095 \text{ m} \quad \text{kg}$$

Carga Viva:

$$WL_{VIGA} = 1 \text{ g} * 1.3 \text{ m}$$

$$WL_{VIGA} = 1,300 \text{ m} \quad \text{kg}$$

Sustituyendo datos:

$$w = 1.2 * 1,095 \text{ m} \quad \text{kg} + 1.7 * 1,300 \text{ m} \quad \text{kg}$$

$$w = 3,524 \text{ m} \quad \text{kg}$$

Cálculo de momentos:

$$M = W * \frac{L^2}{14} \quad M = 3,524 *$$

5
.
2

0
2

1
4

$$M- = 6,806.30 \text{ KG} - M$$

$$M+ = \frac{W L^2}{2}$$

$$M+ = \frac{1000 \cdot 3,52^2}{2}$$

$$M+ = 6250 \text{ KG} - M$$

$$M+ = 9,528.89 \text{ KG} - M$$

Cálculo del área de acero:

$$A_s = \left[\frac{M U \cdot b}{0.0038525 \cdot f'c} - \sqrt{\left(\frac{M U \cdot b}{0.0038525 \cdot f'c} \right)^2 - 0.85 \cdot f'c} \right] \cdot f_y$$

Donde:

- As = área de acero (cm²)
- F'c= esfuerzo máximo del concreto (kg/cm²)
- B= ancho de faja equivalente (cm)
- Fy= esfuerzo de fluencia del acero (kg/cm²)
- d = peralte efectivo (cm)
- Mu= Momento 'ultimo (km-m)

Sustituyendo datos:

$$ASm- = \left[\frac{(25 * 35) - \sqrt{(25 * 35)^2 - 6,806.3 * 25}}{0.0038525 * 280} \right] * \frac{0.85 * 280}{4,200}$$

$$ASm- = 5.44 \text{ cm}^2$$

$$ASm+ = \left[\frac{(25 * 35) - \sqrt{(25 * 35)^2 - 9,528.89 * 25}}{0.0038525 * 280} \right] * \frac{0.85 * 280}{4,200}$$

$$ASm+ = 7.81 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima:

$$AS_{\min} = p_{\min} * b * t$$

$$p_{\min} = \frac{14.1}{f_y} \quad p_{\min} = \frac{14.1}{4,200} \quad p_{\min} = 0.0034$$

$$AS_{\min} = 0.0034 * 25 * 35$$

$$AS_{\min} = 2.975 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo:

$$AS_{\max} = 0.50 * p_b * b * d$$

$$p_b = 0.85 \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y + 6,090}$$

Donde:

$$\beta_1 = 0.85 \text{ si } 0 < f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$p_b = 0.85 * 0.85 * \frac{280}{4,200 + 6,090}$$

$$p_b = 0.0285$$

Sustituyendo valores:

$$AS_{\max} = 0.50 * 0.0285 * 25 * 35$$

$$AS_{\max} = 12.46 \text{ cm}^2$$

Debido que el acero mínimo es menor que el acero máximo, usaremos el acero máximo calculado de ma^+ .

$$AS_{\max} > AS_{\min}$$

$$7.81 \text{ cm}^2 > 2.795 \text{ cm}^2$$

Para el armado usaremos el acero mínimo para la parte inferior

$$A_{Smin} 5.44 \text{ cm}^2.$$

Utilizando varillas No.6 (av. = 2.85) (3/4")

$$\frac{5.44}{2.85} = 1.90 \text{ utilizaremos 2 varillas No. 6}$$

Para el armado utilizaremos el acero calculado máximo para la parte superior

$$A_{Smax} + 7.81 \text{ cm}^2.$$

Utilizaremos varillas No.5 (av. = 1.979) (5/8")

$$\frac{7.81}{1.979} = 3.94 \text{ se usara 4 varillas No. 5}$$

Longitud del bastón positivo (Y)

Se realiza sumatoria de momentos en el centro de la viga para calcular la distancia que existe entre el momento máximo y el valor de momento resistente, que corresponda al acero mínimo:

$$y = \frac{\sqrt{M(+)} - M_u(-) * 2}{w_t}$$

$$y = \frac{\sqrt{(9.53 \text{ ton} - \text{m}) - (6.81 \text{ ton} - \text{m}) * 2}}{3.52 \text{ ton} - \text{m}}$$

$$y = 0.66 \text{ mts.}$$

Longitud de desarrollo (Ld)

$$A_v = \text{Área de acero por varilla (av = No.6 } 2.85 \text{ cm}^2)$$

$$0.06 * A_v * f_y$$

$$Ld = \sqrt{f'c}$$

$$L_d = \frac{0.06 * 2.85 * 4,200}{\sqrt{280}}$$

$$L_d = 42.92 \text{ cm.}$$

$$L_d = 43 \text{ cm} * 1.33 \text{ factor de seguridad}$$

$$L_d = 57.19 \text{ cm.}$$

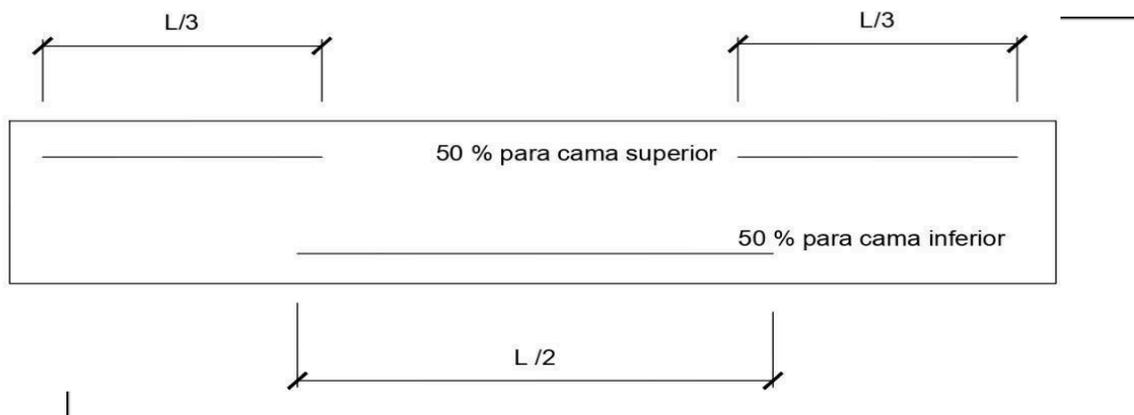
Longitud del bastón (Ld)

$$L_d = 2 * L_d + 2 * y$$

$$L_d = 2 * 0.5719 + 2 * 0.66$$

$$L_d = 2.4638 \text{ mts.}$$

Se procede a distribuir las varillas de acero de tal forma, que el área de estas, supla lo solicitado en los cálculos A_s , para ello se toma en cuenta los siguientes requisitos sísmicos.



Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Tomaremos el 50% el acero de la cama inferior el cual sería el $7.8 * 50\% = 3.905$ centímetros cuadrados

Usaremos número de varilla No.6 $a_v = 2.85$ centímetros cuadrados

$$\frac{3.905}{2.85}$$

= 1.37 usaremos 2 varillas, No6. de longitud de 2.46 mts.

Y para los bastones de la cama superior se tomará el 50 % de acero $5.44 * 50\% = 2.72 \text{ cm}^2$

Utilizaremos No.3 av = 71 cm^2

$$\frac{2.72}{0.71}$$

= 1.79 utilizaremos 2 varillas No. 3

La longitud se tomará mediante la fórmula $l/3$,

$5.20/3 = 1.73$ en ambos extremos.

Refuerzo a la cortante.

Fuerza ultima de resistencia a corte de ma (V_{cv})

$$V_{cv} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_{cv} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 25 * 35$$

$$V_{cv} = 6,596 \text{ kg}$$

Fuerza del corte actuante (V_a)

$$V_a = \frac{w * t * L}{2} * 3 * 5 * 2 * 4 * 5$$

·
1
0

2

$$V_a = 8,986.20 \text{ kg}$$

La fuerza última que resiste la sección de la viga de corte (V_{cu}), es menor que la fuerza actuante, ($V_{cu} < V_a$) $6,596 < 8,986.20$, por lo que se necesita refuerzo al corte

Cálculo de la fuerza cortante (V_s)

$$V_s = V_a - V_{cu}$$

$$V_s = 8,986.20 \text{ kg} - 6,596 \text{ kg}$$

$$V_s = 2,390.20 \text{ kg}$$

Espaciamiento de los estribos (S) av= No.3 0.71 cm².

$$s = \frac{0.85 * 2av * fy * d}{V_s}$$

$$s = \frac{0.85 * 2 * 0.71 \text{ cm}^2 * 4,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 40 \text{ cm}}{2,390.20 \text{ kg}}$$

$$s = 84.83 \text{ cm.}$$

Espaciamiento máximo será el menor valor entre

$$s = \frac{d}{2}$$

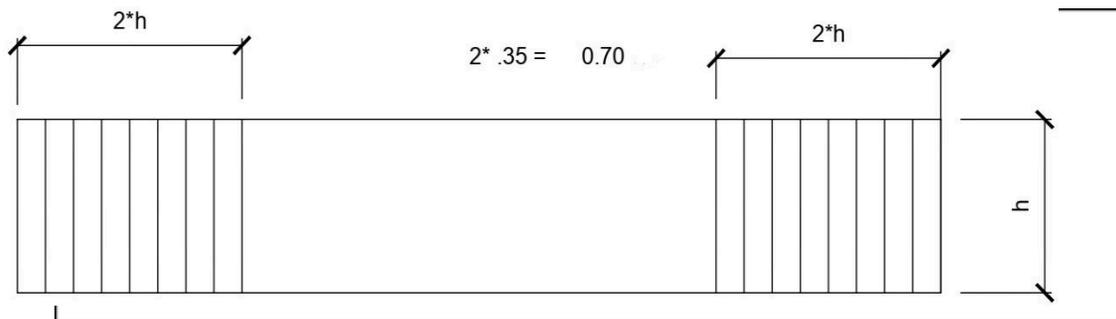
$$s = \frac{35}{2}$$

$$s = 17.50 \text{ (menor)}$$

$$s = 84.83 \text{ (mayor)}$$

Estribo en la primera parte

$$\frac{35}{4} = 8.75 \text{ cms.}$$



Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Armado final.

- 25cm de base
- 35cm de altura
- 2 varillas No.6 cama superior
- 4 varillas No.5 cama inferior
- Estribos No.3 @ 8.75 cm. en el inicio en ambos extremos con una distancia de 0.70 cm. y el resto a 17.5 cm.
- 2 bastón No.6 de 2.46 mt. En la cama inferior al centro
- 2 bastones del No. 3 con una longitud de 1.73 mts. En ambos extremos.

Para las vigas de armado final que están apoyadas en toda la longitud del muro. Los esfuerzos a que están sometidas son mayoritariamente de compresión, por lo tanto, no requieren en análisis detallado. Para las dimensiones de estas vigas, se consideran tanto la factibilidad de armado, como las especificaciones sobre refuerzos (mínimos y máximas). El armado final para estas vigas es la siguiente:

- 25 centímetros de base
- 35 centímetros de altura.
- 2 varillas No.6 superior
- 2 varillas No.6 cama inferior
- Estribos No.3 17 centímetros

II.16. DISEÑO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Se diseñará un tanque con muros de concreto ciclópeo y cubierta de losa de concreto reforzado con un volumen aproximado en mts^2 . Lo que significa que utilizaremos piedra bola con diámetros desde dos a seis pulgadas unidas entre sí.

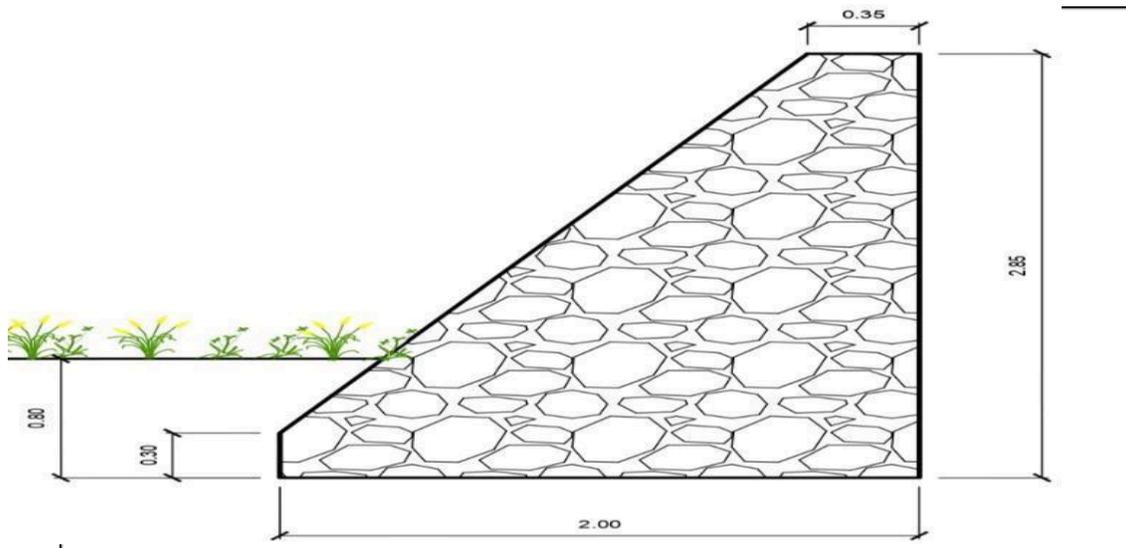
El diseño se realizará normalmente cuando es crítico y cuando el tanque está lleno de agua hasta el punto de rebalse, pero para mayor seguridad cuando esté se encuentre lleno a la altura de la parte inferior de la losa, ya que por algún descuido el rebalse puede tender a ser obstruido.

Los muros del tanque están sometidos tanto a fuerzas del agua como del suelo, por lo que se diseñara tomando en cuenta las dimensiones adecuadas.

Tendrán las especificaciones siguientes:

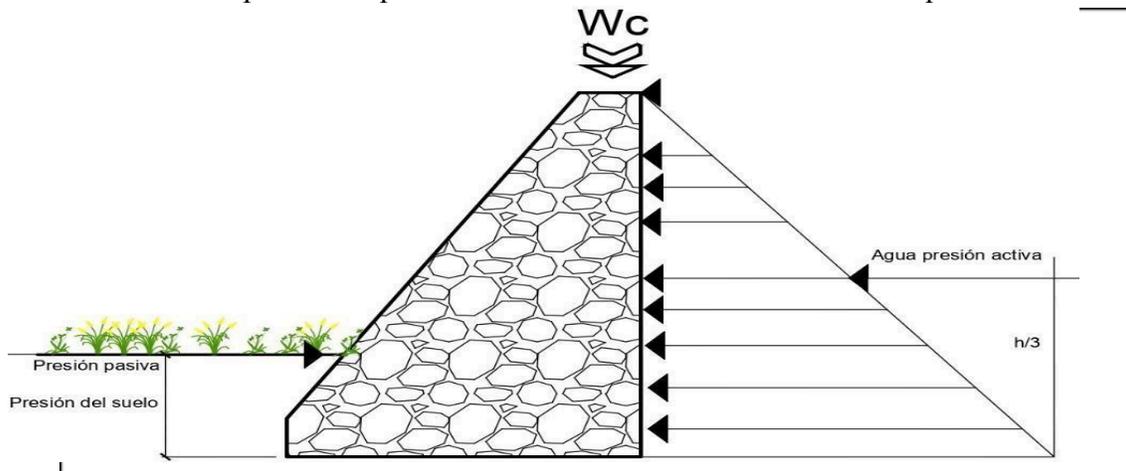
- $F'c$ = resistencia ultima a compresión del concreto 210 kg/cm^2 .
- $F'y$ = esfuerzo de fluencia del acero grado 40 ($2,810 \text{ kg/mts}^3$)
- Y_{cc} = peso específico del concreto ciclópeo $2,250 \text{ kg/ mts}^3$.
- Y_c = peso específico del concreto $2,400 \text{ kg/ mts}^3$.
- Y_s = peso específico del suelo $1,600 \text{ kg/ mts}^3$.
- V_s = valor soporte del suelo $16,000 \text{ kg/ mts}^2$.
- Y_a = peso específico del agua $1,000 \text{ kg/ mts}^3$.
- \emptyset = Angulo de fricción interna 30° .
- μ = coeficiente de fricción suelo-muros 0.5

El tanque se construirá semienterrado, lo cual significa que la parte inferior esta 0.80 mt, por debajo del nivel del suelo, gracias a que el suelo presenta una característica estable. Los muros del tanque son sometidos tanto a fuerzas del agua como del suelo, por lo que se diseñara tomando en cuenta las dimensiones propuestas.



Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Las diferentes presiones que actúan sobre un muro de concreto ciclópeo.



Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Los coeficientes de empuje activo y pasivo respectivamente serán: con la teoría de Rankine.

K_a = coeficiente de presión activo del suelo

K_p = coeficiente de presión pasivo del suelo

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

$$K_a = \frac{1 - \sin 30}{1 + \sin 30}$$

$$K_a = \frac{1}{3}$$

$$K_p = \frac{1 + \sin 30}{1 - \sin 30}$$

$$K_p = \frac{1 + \sin 30}{1 - \sin 30} \quad K_p = 3$$

Para el diseño de los muros se evalúan los siguientes aspectos de estabilidad.

Estabilidad por volteo (Fsv)

La estabilidad por volteo de muros puede determinarse utilizando la ecuación:

$$F_{sv} = \frac{M_r}{M_a}, \text{ este resultado debe ser } > 1.50$$

Donde:

Mr= momento resultante

Ma= momentos actuantes

Para obtener los momentos al pie de los muros, primero debe calcularse las presiones, seguidamente las fuerzas de empuje o cargas, tomando como base el

diagrama de presiones como el de cargas.

Cálculo de presiones

Presión del suelo (Ps) presión pasiva.

$$P_s = K_p * \gamma_s * h \qquad P_s = 3 * 1,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.80 \text{ mts.}$$

$$P_s = 3,840 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Donde:

Kp= factor de acción del suelo

Ys= peso específico del suelo

H= altura del relleno del suelo

Presión del agua (Pa) presión activa.

$$P_a = K_a * \gamma_a * h$$

$$P_a = \frac{1}{3} * 1,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 2.85 \text{ mts.}$$

$$P_a = 950 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Donde:

Ka= factor de acción del agua

Ya= peso específico del agua

H= altura que cubrirá el agua

Cálculo de cargas totales.

Carga total del suelo (CTs)

$$CT_s = \frac{1}{2} * P_s * h$$

$$CT_s = \frac{1}{2} * 3,840 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 0.80$$

$$CT_s = 1,536 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Donde:

Ps = presión que ejerce el suelo

H = altura del relleno del suelo

Carga total del agua (CTa)

$$CT_a = \frac{1}{2} * P_a * h$$

$$CT_a = \frac{1}{2} * 950 \text{ kg} - \text{m}^2 * 2.85$$

$$CT_a = 1,353.75 \text{ m}^2$$

Donde:

Pa = presión que ejerce el agua

H = Altura que cubrirá el agua.

Cálculo de momentos al pie del muro

Momentos producidos por el suelo (Ms)

Se considera que la acción del momento actúa a un tercio de la altura del suelo de relleno, o sea h/3.

$$Ms = CT_s * \frac{h}{3}$$

$$Ms = 1,536 \text{ m}^2 * \frac{0.80}{3}$$

$$Ms = 409.60 \text{ kg} - \text{m}$$

Donde:

CT_s = carga total del suelo

h = altura del relleno del suelo

Momento producido por el agua (Ma)

$$Ma = CT_a * \frac{h}{3} \quad Ma = 1,353.75 \text{ kg} \text{ m}^2 * \frac{2.85}{3}$$

$$Ma = 1,286.06 \text{ kg} - \text{m}$$

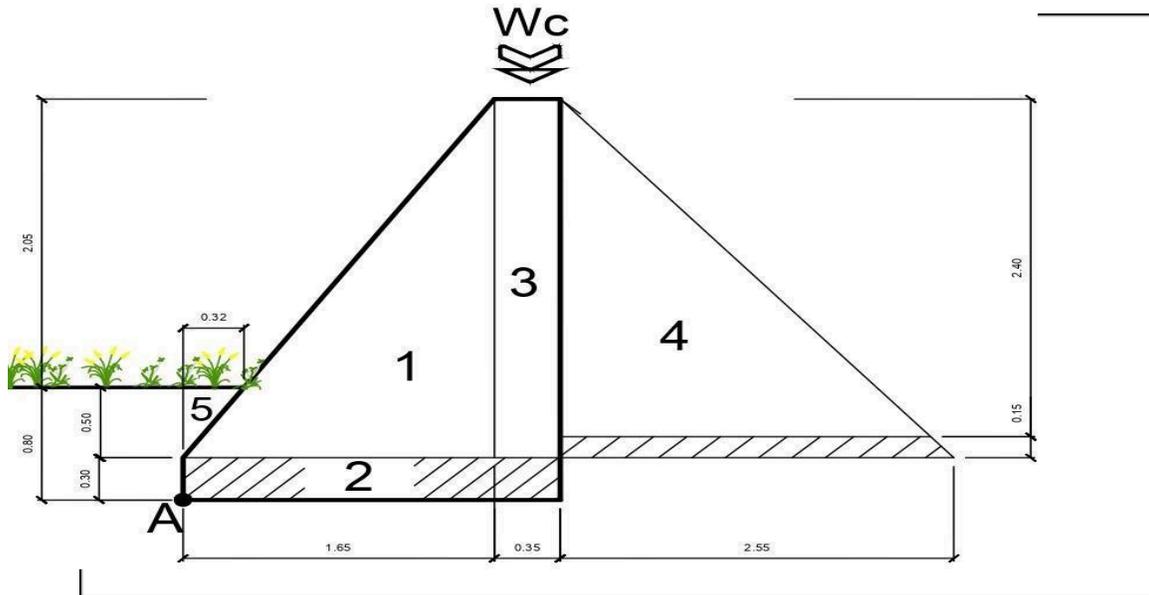
Donde:

CT_a = carga total del agua

H = altura que cubrirá el agua

Según la distribución geométrica de la siguiente grafica se calculará el peso tala del sistema de sostenimiento y el momento que produce respecto al punto "A".

Diagrama de distribución geométrico para el cálculo de momento.



Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

TABLA MOMENTOS ESTABILIZANTES.

Figura	Área m ²	Peso kg/m ²	peso kg	brazo	momento kg-m
1	2.10	2,250	4,725	1.10	5,197.5
2	0.60	2,250	1,350	1	1,350
3	0.89	2,250	2,002.5	1.825	3,654.56
4	3.06	1,000	3,060	2.85	8,721
5	0.08	1,600	128	0.107	13.696
ΣTOTAL			11,265.50	ΣM	18,936.76

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Carga de la losa y de la viga hacia el muro.

Carga uniforme distribuida que ejerce la losa del lado menor sobre el muro (C_{lm})

$$C_{lm} = \frac{Cut * A}{3} = \frac{6600 * 3}{3} = 6600 \text{ kg}$$

$$C_{lm} = \frac{6600 \text{ kg}}{11.5 \text{ m}}$$

Carga uniforme distribuida que ejerce el peso de la viga sobre el muro (W_v)

$$W_v = \gamma_c * B_{viga} * H_{viga} * W_v$$

$$= 2400 * 0.25 * 0.35$$

$$W_v = 210 \text{ kg/m}$$

Carga uniformemente distribuida total de lado menor (W_{tlm}).

$$W_{tlm} = C_{lm} + W_v$$

$$W_{tlm} = 566.10 + 210$$

$$W_{tlm} = 776.10 \text{ kg/m}$$

Será considerada como carga puntual (P_m) en una franja unitaria.

$$P_m = w_{tlm} * 1 \text{ mts.}$$

$$P_m = 776.10 * 1 \text{ mts.}$$

$$P_m = 776.10 \text{ kg}$$

Carga concentra que ejerce el agua del lado mayor sobre el muro (PM)

$$PM = \frac{W}{t \cdot l \cdot m \cdot * \cdot L \cdot 2}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{PM} = \\
 7 \\
 7 \\
 6 \\
 \cdot \\
 1 \\
 0 \\
 * \\
 1 \\
 \cdot \\
 4 \\
 * \\
 5 \\
 \cdot \\
 1 \\
 0 \\
 \hline
 2
 \end{array}$$

$$\text{PM} = 2,770.67 \text{ kg}$$

Peso sobre el muro debido a las cargas de la losa y vigas (W_c)

$$W_c = P_m + PM$$

$$W_c = 0.76 \text{ TON} + 2.77 \text{ TON}$$

$$W_c = 3.53 \text{ TON.}$$

Peso total del muro

$$W_t = W_r + W_l$$

$$W_t = 11,265.5 + 3,530$$

$$W_t = 14,795 \text{ kg}$$

Chequeos de estabilidad contra volteo

$$F_{sv} = \frac{\Sigma M \text{ resistente}}{\Sigma M \text{ actuante}} > 1.50$$

$$F_{sv} = \frac{M}{t}$$

o
t
a
l
+
M
s
u

e
l
o
M
a
g
u
a

Fsv =

1
8
,
9
3
6
.
7
6
k
g
-
m
+
4
0
9
.
6
k
g
-
m

1
,
2
8
6
.
0
6
2

k
g

—
m

$$F_{sv} = 15.04 > 1.05 \text{ ok.}$$

El chequeo de la estructura resiste al volteo, las dimensiones son correctas.

Chequeo de estabilidad contra deslizamiento

$$F_{sd} = \frac{\Sigma F \text{ resistente}}{\Sigma F \text{ actuante}} > 1.50$$

$$Fsd = \frac{CTsuelo + \gamma + Wtotal}{CTagua} > 1.50$$

$$Fsd = \frac{1,530,514,95}{1,170,514,95}$$

Fsd = 6.59 > 1.50 ok..

Si chequea, por lo tanto, la estructura resiste al deslizamiento.

Chequeo de presión máxima bajo la base del muro.

Para este chequeo se verifica si existen presiones negativas, primero se calcula el valor de "a" a partir del punto actúan las cargas verificales luego se calcula la excentricidad "e".

$$a = \frac{\sum Ma}{\sum Wtotales} = \frac{C}{M}$$

o
t
a
l
e
s
—
M
a
g
u
a

)
_____)
Σ
W
t
o
t
a
l
e
s

Incluyendo muros

$$a = \frac{18,936.76 - 409.60}{14,795}$$

$$a = \frac{18,527.16}{14,795}$$

$$a = 1.25 \text{ mts.}$$

Longitud en la base de muro “A” donde actúa la presión positiva, debe de checar que

$$3 * a > \text{base del muro.}$$

$$3 * 1.25 = 3.75 \text{ mts.}$$

$$3.75 > 2 \text{ mts.}$$

Como $3.20 >$ que la base L 2.30 mts. No existen presiones negativas a la excentricidad.

$$e = \frac{b}{2} - a$$

$$e = \frac{2}{2} - 1.25$$

$$e = 0.25 \text{ mts.}$$

$$e \leq \frac{b}{6}$$

$$e \leq \frac{2}{6}$$

$$0.25 \leq 0.33 \text{ ok.}$$

Por lo tanto, las presiones del terreno están dada por.

$$s = \frac{1}{6} * B^2$$

$$s = \frac{1}{6} * 2^2$$

$$s = 0.66$$

$$q = \frac{W_{total}}{B} \pm \left(W_{total} * \frac{e}{s} \right) -$$

$$q = \frac{14,795}{2} \pm \left(14,795 * \frac{0.25}{0.66} \right)$$

$q_{min} = 1,783.33 > 0$, no existe esfuerzos a tension.

$$q_{\max} = 13,001.66 < 16,000 \text{ kg/m}^2$$

El chequeo de las presiones bajo el muro, Si chequea ok.

Cálculo de la línea de conducción por gravedad

Para el cálculo de conducción necesitamos los siguientes datos, ya que es un tramo largo y una altura superior.

- Tanque de almacenamiento está en la cota (1460 msnm)
- Entrada a la distribución está en la cota (1375 msnm)
- Diferencia de cotas de altura 85 metros
- Distancia horizontal 622 mts. (622 * 1.05 = 653.10 mts.)
- Conducción de la tubería PVC clase 160.
- Q_{día máx.} 5.25 lts/seg
- C = 150

Cálculo del diámetro por medio de Hazen-William.

$$d = \left(\frac{1,743.811 * L * Q_{\text{diamax}}^{1.85}}{C^{1.85} * h} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Dónde:

- d = Diámetro de la tubería
- L = Longitud en metros por un factor de pendiente 1.05.
- Q_b = Caudal de día máximo (litros/segundo)
- C = Coeficiente de diseño para PVC. (150).
- h = altura de tanque a la punta de descarga.

$$d = \left(\frac{1,743.811 * 653.10 * 5.25^{1.85}}{150^{1.85} * 85} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

d = 1.96 pulgadas.

Tenemos dos diámetros comercia más próximos o intervalos.

$$d_1 = 1 \frac{1}{2}''$$

$$d_2 = 2''$$

Determinar las pérdidas usando los diámetros encontrados anteriormente.

$$hf_{12} = \left(\frac{1,743.811 * 653.10 * 5.25^{1.85}}{150^{1.85} * 1.5^{4.87}} \right)$$

$$hf_{12} = 320.213 \text{ mts.}$$

$$hf_2 = \left(\frac{1,743.811 * 653.10 * 5.25^{1.85}}{150^{1.85} * 2^{4.87}} \right)$$

$$hf_2 = 78.87 \text{ mts.}$$

Conocer las longitudes de tubería que se usaran para cada diámetro, usando la relación de triángulos.

$$L_2 = 653.10 *$$

$$L_2 = 16 \text{ mts.}$$

8
5
—
7
8
.
8
7
—————
3
2
0
.
2
1
3
—
7
8
.

8

7

$$L_1 = 653.10 - 16$$

$$L_1 = 637 \text{ mts.}$$

Determinar las pérdidas reales de la línea.

$$hf_{\frac{1}{2}} = \left(\frac{1,743.811 * 16 * 5.25^{1.85}}{150^{1.85} * 1.5^{4.87}} \right)$$

$$hf_{\frac{1}{2}} = 7.844 \text{ mts.}$$

$$hf_2 = \left(\frac{1,743.811 * 637.10 * 5.25^{1.85}}{150^{1.85} * 2^{4.87}} \right)$$

$$hf_2 = 76.95 \text{ mts.}$$

Como prueba, se puede observar al sumar las dos pérdidas reales es igual a la diferencia de alturas. Como se muestra anteriormente.

$$\text{Pérdidas reales} = 84.79 \text{ mts.}$$

$$\text{Diferencia de cotas} = 85 \text{ mts. Ok...}$$

II.17. Redes hidráulicas.

Las redes de distribución tienen como consideración la determinación de puntos de consumo de las viviendas del área de influencia que abastecerá cada sector, tenemos varios tipos de determinación como son redes de circuito cerrado y redes de circuito abierto.

En el caso de circuitos cerrado, es importante indicar que en cada nodo los caudales de entrada deben ser iguales a los caudales de salida.

Para el proyecto se usará el de circuito cerrado, utilizando el método de Hardy Cross, ella que este método compensa los caudales mediante interacciones que circularan en las tuberías y se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- Conviene que la dirección de los caudales siga la pendiente del terreno.
- En cada nodo la sumatoria de caudales de entrada debe ser igual a la sumatoria de caudales de salida.
- El signo de los caudales que circulan a favor de las agujas del reloj es positivo y el de los que van en contra de dicho sentido es negativo.
- El valor de las correcciones de los caudales se deriva de la aplicación del binomio de Newton, y como resultado se tiene la siguiente fórmula:
$$\Delta = -H_f / 1.85 H_f / Q.$$
- En tramos comunes a varios circuitos, se deberán aplicar las correcciones de los otros circuitos, pero con signo cambiado.

- Los circuitos se considerarán compensados cuando el valor absoluto de todas las interacciones sea menor al uno por ciento del caudal de entrada calculándose en ese momento los caudales finales y sus correspondientes pérdidas de carga.

Por lo siguiente tenemos que hacer una serie de parámetros para la aplicación del método de Hardy Cross:

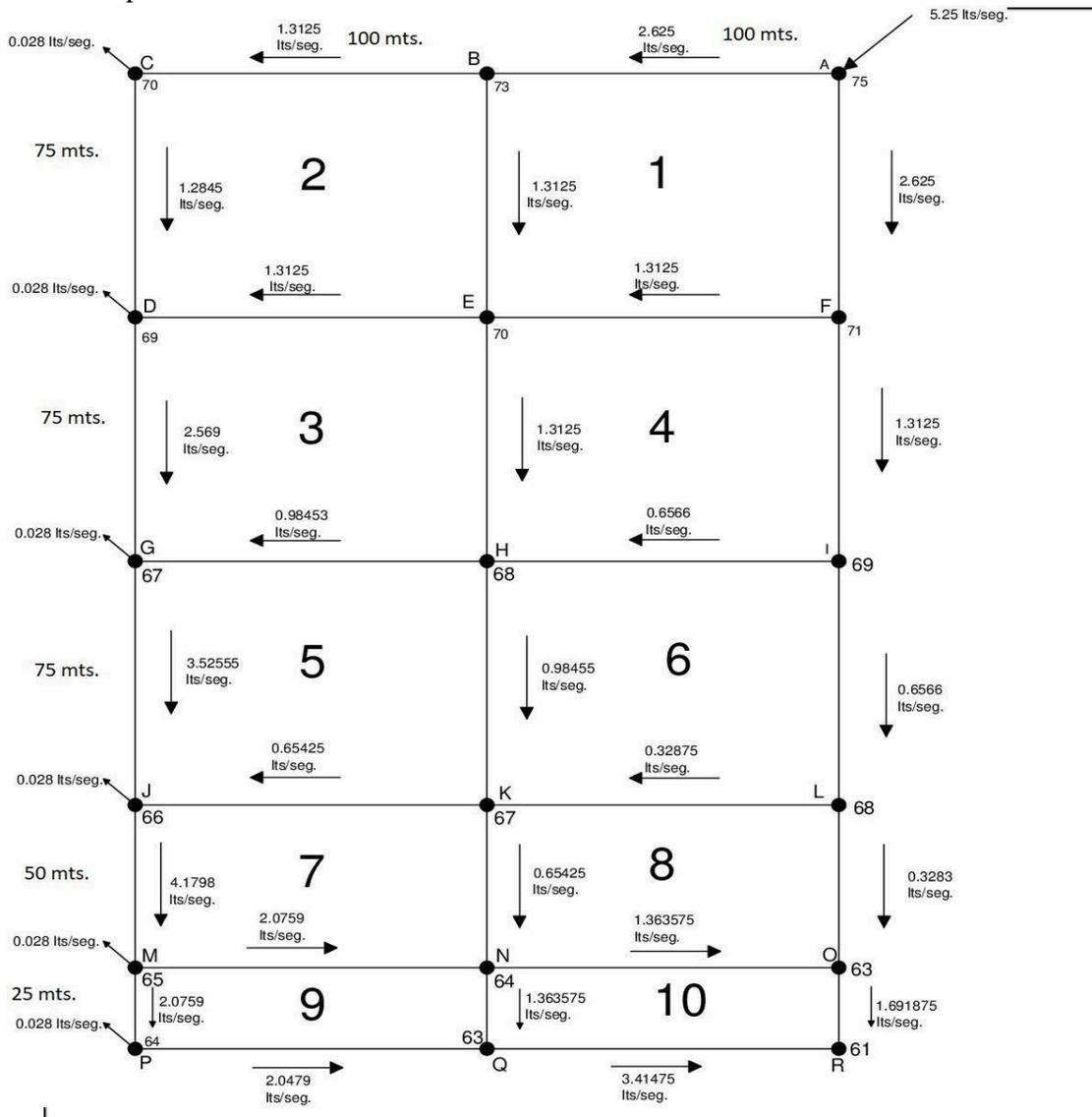
- Fijar los puntos de consumo y determinar los caudales
- Distribuir los caudales.
- Fijar los diámetros de las tuberías para los diferentes tramos de los circuitos, es recomendable cuando no se tiene experiencia, determinar los mismo a través de la aplicación de la fórmula de Hazen Williams equiparando la pérdida de carga a la diferencia de altura entre cotas de cada nodo aproximando, el resultado al diámetro comercial más próximo.
- Mediante la aplicación de la fórmula de Hazen Williams, calcular la pérdida de carga en cada tramo.
- Calcular la relación de H_f/Q en cada tramo.
- Efectuar la sumatoria
- Calcular el valor de la corrección para cada circuito.
- Calcular el nuevo caudal, como comprobación de que se ha operado correctamente, los caudales que se conducen en los tramos comunes a varios circuitos deben ser iguales.
- Iniciar una nueva interacción es decir repetir los pasos indicados desde la literal, hasta que las correcciones sean inferiores al valor recomendado.
- Calcular los caudales finales
- Calcular las pérdidas de carga finales
- Determinar las presiones en la red.

Es necesario que los cálculos se presenten en una tabla como la que muestra a continuación:

CIRCUITO 2										
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	HF2		HF / Q	DELTA	Q3	HF3

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Por lo consiguiente tendremos que distribuir los caudales en cada circuito y los puntos de consumo, se muestra el siguiente esquema de la colonia El milagro Zona 7 de Jalapa



Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

A continuación, se procede a cálculos los siguientes.

Calcular los diámetros de cada tramo y aproximarlos a diámetros comerciales.

$$d = \left(\frac{1743.811 * L}{C^{1.85} * Q^{1.85}} \right)^{1/4.87}$$

Tramo A-B: * Altura en distancia vertical

$$d = \left(\frac{1743.811 * 100}{140^{1.85} * 2} \right)^{1/4.87}$$

d = 2.28" igual a la tubería 2 ½ de pulgada.

Y de esta manera se calcula todos los tramos para el diámetro de tuberías.

Calcular las pérdidas de carga de cada tramo.

$$hf = \frac{1}{7} \cdot \frac{8}{1} \cdot \frac{1}{1} * \frac{L}{Q} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{C}$$

8
5
*
d

4
.
8
7

Tramo A-B:

$$hf_1 = \frac{1743.811 * 100 * 2.62^{1.85}}{2 * 140^{1.85}} * 2.50^{4.87} = 1.2795$$

La pérdida es = 1.2795

Y de esta manera se calculan todos los tramos para el diámetro de tuberías.

Calcular la relación perdida de carga caudal.

Tramo A-B.

$$Hf/Q = 1.2795/2.625 = 0.4874$$

Y de esta manera se calcula todos los tramos para el diámetro de tuberías.

Efectuar la sumatoria en cada circuito.

Circuito	Sumatoria
1	7.2886
2	7.108
3	4.9291
4	12.5422
5	3.32
6	8.8842
7	5.8774
8	11.6055
9	1.6491
10	2.3375

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Calcular las correcciones.

Se implementa la siguiente la fórmula para el cálculo de corrección:

$$\text{correccion} = \frac{- \text{sumatoria } H_f}{1.85 * \text{sumatoria } hf/q}$$

$$\begin{array}{l} \text{Circuito 1:} \\ \text{correccion} = \end{array} \frac{- 2.6425}{1.85 * 7.2918} = -0.1959$$

Y de esta manera se calculan los demás circuitos para las correcciones.

Circuito	Corrección
1	-0.1959
2	0.0590
3	-0.00391
4	0.05996
5	-0.05979
6	0.10337
7	0.07519
8	0.09692
9	-0.07769
10	0.10349

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Por lo consiguiente introducimos los datos a la tabla para hacer la siguiente interacción. Primera interacción. = 1.2795

Primera interacción

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	HF		HF / Q	DELTA	Q1	HF1	
A-B	100	2.5	140	-2.625	1.2841	-1.2841	0.4892	-0.1959	-2.8209	1.4669	-1.4669
B-E	75	1.5	140	-1.3125	3.2147	-3.2147	2.4493	-0.1369	-1.4494	3.8624	-3.8624
E-F	100	1.5	140	1.3125	4.2863	4.2863	3.2657	-0.1359	1.1766	3.5016	3.5016
F-A	75	2	140	2.625	2.8549	2.8549	1.0876	-0.1959	2.4291	2.4733	2.4733
						2.6425	7.2918				0.6455

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	HF		HF / Q	DELTA	Q1	HF1	
B-C	100	1.5	140	-1.3125	4.2863	-4.2863	3.2657	0.0590	-1.2535	3.9367	-3.9367
C-D	75	2	140	-1.2845	0.7610	-0.7610	0.5924	0.0590	-1.2255	0.6976	-0.6976
D-E	100	2	140	1.3125	1.0559	1.0559	0.8045	0.0551	1.3676	1.1394	1.1394
E-B	75	1.5	140	1.3125	3.2147	3.2147	2.4493	0.1369	1.4494	3.8624	3.8624
						-0.7766	7.1120				0.3676

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	HF		HF / Q	DELTA	Q1	HF1	
E-D	100	2	140	-1.3125	1.0559	-1.0559	0.8045	-0.0551	-1.3676	1.1394	-1.1394
D-G	75	2	140	-2.569	2.7433	-2.7433	1.0678	-0.0039	-2.5729	2.7510	-2.7510
G-H	100	2	140	0.98455	0.6203	0.6203	0.6301	-0.0637	0.9208	0.5481	0.5481
H-E	75	1.5	140	1.3125	3.2147	3.2147	2.4493	0.0560	1.3685	3.4731	3.4731
						0.0359	4.9517				0.1308

0

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	HF		HF / Q	DELTA	Q1	HF1	
F-E	100	1.5	140	-1.3125	4.2863	-4.2863	3.2657	0.1359	-1.1766	3.5016	-3.5016
E-H	75	1.5	140	-1.3125	3.2147	-3.2147	2.4493	-0.0560	-1.3685	3.4731	-3.4731
H-I	100	1.25	140	0.6566	2.8921	2.8921	4.4047	0.1633	0.8199	4.3618	4.3618
I-F	75	1.5	140	1.3125	3.2147	3.2147	2.4493	0.0600	1.3725	3.4919	3.4919
						-1.3942	12.5691				0.8791

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	HF		HF / Q	DELTA	Q1	HF1	
H-G	100	2	140	-0.98455	0.6203	-0.6203	0.6301	0.0637	-0.9209	0.5482	-0.5482
G-J	75	3	140	-3.5255	0.6839	-0.6839	0.1940	-0.0598	-3.5853	0.7055	-0.7055
J-K	100	1.5	140	0.65425	1.1823	1.1823	1.8071	0.0154	0.6697	1.2345	1.2345
K-H	75	2	140	0.98455	0.4653	0.4653	0.4726	0.0436	1.0281	0.5040	0.5040
						0.3433	3.1037				0.4848

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	HF		HF / Q	DELTA	Q1	HF1	
I-H	100	1.25	140	-0.6566	2.8921	-2.8921	4.4047	-0.1633	-0.8199	4.3618	-4.3618
H-K	75	2	140	-0.98455	0.4653	-0.4653	0.4726	-0.0436	-1.0282	0.5044	-0.5044
K-L	100	1.25	140	0.32875	0.8043	0.8043	2.4465	0.2003	0.5290	1.9391	1.9391
L-I	75	1.5	140	0.6566	0.8926	0.8926	1.3595	0.1034	0.7600	1.1699	1.1699
						-1.6605	8.6832				-1.7572

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	HF		HF / Q	DELTA	Q1	HF1	
K-J	100	1.5	140	-0.65425	1.1823	-1.1823	1.8071	-0.0154	-0.6697	1.2345	-1.2345
J-M	75	3	140	-4.1798	0.9371	-0.9371	0.2242	0.0752	-4.1046	0.9061	-0.9061
M-N	100	2.5	140	-2.0759	0.8318	-0.8318	0.4007	-0.0025	-2.0784	0.8337	-0.8337
N-K	75	1.25	140	0.65425	2.1548	2.1548	3.2935	0.1721	0.8264	3.3195	3.3195
						-0.7964	5.7255				0.3452

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	HF		HF / Q	DELTA	Q1	HF1	
L-K	100	1.25	140	-0.32875	0.8043	-0.8043	2.4465	-0.2003	-0.5290	1.9391	-1.9391
K-N	75	1.25	140	-0.62425	1.9755	-1.9755	3.1647	-0.1721	-0.7964	3.1000	-3.1000
N-O	100	2	140	-1.3636	1.1332	-1.1332	0.8311	0.2004	-1.1632	0.8445	-0.8445
O-L	75	1	140	0.3283	1.7837	1.7837	5.4332	0.0969	0.4252	2.8782	2.8782
						-2.1293	11.8754				-3.0055

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	HF		HF / Q	DELTA	Q1	HF1	
N-M	100	2.5	140	2.0759	0.8318	0.8318	0.4007	0.0025	2.0784	0.8337	0.8337
M-P	75	2.5	140	-2.0759	0.6239	-0.6239	0.3005	-0.0777	-2.1536	0.6677	-0.6677
P-Q	100	2.5	140	-2.0471	0.8106	-0.8106	0.3960	-0.0777	-2.1248	0.8684	-0.8684
Q-N	75	2	140	1.3636	0.8499	0.8499	0.6233	0.0258	1.3894	0.8799	0.8799
						0.2473	1.7205				0.1774

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	HF		HF / Q	DELTA	Q1	HF1	
O-N	100	2	140	1.3636	1.1332	1.1332	0.8311	-0.2004	1.1632	0.8445	0.8445
N-Q	75	2	140	-1.3636	0.8499	-0.8499	0.6233	-0.0258	-1.3894	0.8799	-0.8799
Q-R	100	2.5	140	-3.415	2.0891	-2.0891	0.6118	0.1035	-3.3115	1.9735	-1.9735
R-O	75	2	140	1.692	1.2669	1.2669	0.7488	0.1035	1.7955	1.4140	1.4140
						-0.5389	2.8149				-0.5949

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Como en este caso tenemos que el valor absoluto de las correcciones de los 9 circuitos no es mayor del 1% del caudal de entrada, se requiere continuar con otra interacción.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	-0.1959	>	0.0525
2	0.0590	>	0.0525
3	-0.00391	<	0.0525
4	0.05996	>	0.0525
5	-0.05979	>	0.0525
6	0.10337	>	0.0525
7	0.07519	>	0.0525
8	0.09692	>	0.0525
9	-0.07769	>	0.0525
10	0.10349	>	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Segunda interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	HF1		HF / Q	DELTA	Q2	HF2	
A-B	100	2.5	140	-2.8209	1.4669	-1.4669	0.5200	-0.0486	-2.8695	1.5140	-1.5140
B-E	75	1.5	140	-1.4494	3.8624	-3.8624	2.6649	-0.0762	-1.5255	4.2459	-4.2459
E-F	100	1.5	140	1.1766	3.5016	3.5016	2.9761	-0.0841	1.0924	3.0521	3.0521
F-A	75	2	140	2.4291	2.4733	2.4733	1.0182	-0.0486	2.3805	2.3826	2.3826
							0.6455	7.1792			-0.3253

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	HF1		HF / Q	DELTA	Q2	HF2	
B-C	100	1.5	140	-1.2535	3.9367	-3.9367	3.1406	-0.0276	-1.2810	4.0979	-4.0979
C-D	75	2	140	-1.2255	0.6976	-0.6976	0.5692	-0.0276	-1.2530	0.7268	-0.7268
D-E	100	2	140	1.3676	1.1394	1.1394	0.8331	-0.0416	1.3260	1.0761	1.0761
E-B	75	1.5	140	1.4494	3.8624	3.8624	2.6648	0.0762	1.5256	4.2464	4.2464
							0.3676	7.2078			0.4978

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	HF1		HF / Q	DELTA	Q1	HF2	
E-D	100	2	140	-1.3676	1.1394	-1.1394	0.8331	0.0416	-1.3260	1.0761	-1.0761
D-G	75	2	140	-2.5729	2.7510	-2.7510	1.0692	-0.0140	-2.5870	2.7790	-2.7790
G-H	100	2	140	0.9208	0.5481	0.5481	0.5952	-0.0979	0.8230	0.4453	0.4453
H-E	75	1.5	140	1.3685	3.4731	3.4731	2.5378	-0.0496	1.3190	3.2442	3.2442
							0.1308	5.0353			-0.1655

0

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	HF1		HF / Q	DELTA	Q2	HF2	
F-E	100	1.5	140	-1.1766	3.5016	-3.5016	2.9760	0.0841	-1.0925	3.0527	-3.0527
E-H	75	1.5	140	-1.3685	3.4731	-3.4731	2.5379	0.0496	-1.3189	3.2438	-3.2438
H-I	100	1.25	140	0.8199	4.3618	4.3618	5.3198	0.0507	0.8706	4.8739	4.8739
I-F	75	1.5	140	1.3725	3.4919	3.4919	2.5442	-0.0355	1.3369	3.3262	3.3262
							0.8791	13.3779			1.9036

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	HF1		HF / Q	DELTA	Q2	HF2	
H-G	100	2	140	-0.9209	0.5482	-0.5482	0.5953	0.0979	-0.8230	0.4453	-0.4453
G-J	75	3	140	-3.5853	0.7055	-0.7055	0.1968	-0.0838	-3.6691	0.7363	-0.7363
J-K	100	1.5	140	0.6697	1.2345	1.2345	1.8434	-0.1126	0.5570	0.8779	0.8779
K-H	75	2	140	1.0281	0.5040	0.5040	0.4903	0.0024	1.0305	0.5062	0.5062
							0.4848	3.1258			0.2025

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	HF1		HF / Q	DELTA	Q2	HF2	
I-H	100	1.25	140	-0.8199	4.3618	-4.3618	5.3198	-0.0507	-0.8706	4.8739	-4.8739
H-K	75	2	140	-1.0282	0.5041	-0.5041	0.4903	-0.0024	-1.0306	0.5063	-0.5063
K-L	100	1.25	140	0.5290	1.9391	1.9391	3.6654	0.1941	0.7232	3.4581	3.4581
L-I	75	1.5	140	0.7600	1.1699	1.1699	1.5395	0.0862	0.8462	1.4272	1.4272
							-1.7569	11.0150			-0.4949

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	HF1		HF / Q	DELTA	Q2	HF2	
K-J	100	1.5	140	-0.6697	1.2345	-1.2345	1.8434	0.1126	-0.5571	0.8782	-0.8782
J-M	75	3	140	-4.1046	0.9061	-0.9061	0.2208	-0.0288	-4.1334	0.9179	-0.9179
M-N	100	2.5	140	-2.0784	0.8337	-0.8337	0.4011	-0.0835	-2.1619	0.8967	-0.8967
N-K	75	1.25	140	0.8264	3.3195	3.3195	4.0170	0.0791	0.9055	3.9311	3.9311
							0.3452	6.4823			1.2383

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	HF1		HF / Q	DELTA	Q2	HF2	
L-K	100	1.25	140	-0.5290	1.9391	-1.9391	3.6653	-0.1941	-0.7231	3.4572	-3.4572
K-N	75	1.25	140	-0.7964	3.1000	-3.1000	3.8928	-0.0791	-0.8755	3.6936	-3.6936
N-O	100	2	140	-1.1632	0.8445	-0.8445	0.7260	0.2252	-0.9380	0.5672	-0.5672
O-L	75	1	140	0.4252	2.8782	2.8782	6.7687	0.1079	0.5331	4.3734	4.3734
						-3.0055	15.0529				-3.3446

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	HF1		HF / Q	DELTA	Q2	HF2	
N-M	100	2.5	140	2.0784	0.8337	0.8337	0.4011	0.0835	2.1619	0.8967	0.8967
M-P	75	2.5	140	-2.1536	0.6677	-0.6677	0.3101	-0.0547	-2.2083	0.6995	-0.6995
P-Q	100	2.5	140	-2.1248	0.8684	-0.8684	0.4087	-0.0547	-2.1795	0.9102	-0.9102
Q-N	75	2	140	1.3894	0.8799	0.8799	0.6333	0.0625	1.4519	0.9545	0.9545
						0.1774	1.7532				0.2415

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	HF1		HF / Q	DELTA	Q2	HF2	
O-N	100	2	140	1.1632	0.8445	0.8445	0.7260	-0.2252	0.9380	0.5672	0.5672
N-Q	75	2	140	-1.3894	0.8799	-0.8799	0.6333	-0.0625	-1.4519	0.9545	-0.9545
Q-R	100	2.5	140	-3.3115	1.9735	-1.9735	0.5960	0.1172	-3.1943	1.8462	-1.8462
R-O	75	2	140	1.7955	1.4140	1.4140	0.7875	0.1172	1.9127	1.5895	1.5895
						-0.5949	2.7428				-0.6441

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	-0.0486	<	0.0525
2	-0.0276	<	0.0525
3	-0.0140	<	0.0525
4	-0.0355	<	0.0525
5	-0.0838	>	0.0525
6	0.0862	>	0.0525
7	-0.0288	<	0.0525
8	0.1079	>	0.0525
9	-0.0547	>	0.0525
10	0.1172	>	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Tercera interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	HF2		HF / Q	DELTA	Q3	HF3	
A-B	100	2.5	140	-2.8695	1.5140	-1.5140	0.5276	0.0247	-2.8447	1.4899	-1.4899
B-E	75	1.5	140	-1.5255	4.2459	-4.2459	2.7832	-0.0117	-1.5373	4.3069	-4.3069
E-F	100	1.5	140	1.0924	3.0521	3.0521	2.7939	-0.0524	1.0401	2.7873	2.7873
F-A	75	2	140	2.3805	2.3826	2.3826	1.0009	0.0247	2.4053	2.4287	2.4287
							-0.3253	7.1056			-0.5808

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	HF2		HF / Q	DELTA	Q3	HF3	
B-C	100	1.5	140	-1.2810	4.0979	-4.0979	3.1989	-0.0365	-1.3175	4.3165	-4.3165
C-D	75	2	140	-1.2530	0.7268	-0.7268	0.5800	-0.0365	-1.2895	0.7665	-0.7665
D-E	100	2	140	1.3260	1.0761	1.0761	0.8115	-0.0182	1.3078	1.0489	1.0489
E-B	75	1.5	140	1.5256	4.2464	4.2464	2.7835	0.0117	1.5373	4.3069	4.3069
							0.4978	7.3739			0.2728

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	HF2		HF / Q	DELTA	Q3	HF3	
E-D	100	2	140	-1.3260	1.0761	-1.0761	0.8115	0.0182	-1.3078	1.0489	-1.0489
D-G	75	2	140	-2.5870	2.7790	-2.7790	1.0742	0.0183	-2.5686	2.7425	-2.7425
G-H	100	2	140	0.8230	0.4453	0.4453	0.5411	-0.0207	0.8023	0.4248	0.4248
H-E	75	1.5	140	1.3190	3.2442	3.2442	2.4596	-0.0588	1.2602	2.9818	2.9818
							-0.1655	4.8865			-0.3849

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	HF2		HF / Q	DELTA	Q3	HF3	
F-E	100	1.5	140	-1.0925	3.0527	-3.0527	2.7942	0.0524	-1.0401	2.7873	-2.7873
E-H	75	1.5	140	-1.3189	3.2438	-3.2438	2.4595	0.0588	-1.2601	2.9813	-2.9813
H-I	100	1.25	140	0.8706	4.8739	4.8739	5.5982	-0.0558	0.8148	4.3118	4.3118
I-F	75	1.5	140	1.3369	3.3262	3.3262	2.4879	-0.0771	1.2598	2.9800	2.9800
							1.9036	13.3397			1.5231

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	HF2		HF / Q	DELTA	Q3	HF3	
H-G	100	2	140	-0.8230	0.4453	-0.4453	0.5411	0.0207	-0.8023	0.4248	-0.4248
G-J	75	3	140	-3.6691	0.7363	-0.7363	0.2007	-0.0390	-3.7081	0.7509	-0.7509
J-K	100	1.5	140	0.5570	0.8779	0.8779	1.5760	-0.1411	0.4159	0.5114	0.5114
K-H	75	2	140	1.0305	0.5062	0.5062	0.4912	-0.0177	1.0129	0.4903	0.4903
							0.2025	2.8090			-0.1740

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	HF2		HF / Q	DELTA	Q3	HF3	
I-H	100	1.25	140	-0.8706	4.8739	-4.8739	5.5982	0.0558	-0.8148	4.3618	-4.3618
H-K	75	2	140	-1.0306	0.5063	-0.5063	0.4913	0.0177	-1.0129	0.4903	-0.4903
K-L	100	1.25	140	0.7232	3.4581	3.4581	4.7818	0.1228	0.8460	4.6222	4.6222
L-I	75	1.5	140	0.8462	1.4272	1.4272	1.6866	0.0213	0.8675	1.4944	1.4944
							-0.4949	12.5579			1.2644

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	HF2		HF / Q	DELTA	Q3	HF3	
K-J	100	1.5	140	-0.5571	0.8782	-0.8782	1.5764	0.1411	-0.4160	0.5116	-0.5116
J-M	75	3	140	-4.1334	0.9179	-0.9179	0.2221	-0.1021	-4.2355	0.9603	-0.9603
M-N	100	2.5	140	-2.1619	0.8967	-0.8967	0.4148	-0.1744	-2.3363	1.0351	-1.0351
N-K	75	1.25	140	0.9055	3.9311	3.9311	4.3414	-0.0006	0.9049	3.9263	3.9263
							1.2383	6.5546			1.4193

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	HF2		HF / Q	DELTA	Q3	HF3	
L-K	100	1.25	140	-0.7231	3.4572	-3.4572	4.7809	-0.1228	-0.8459	0.5116	-0.5116
K-N	75	1.25	140	-0.8755	3.6936	-3.6936	4.2190	0.0006	-0.8749	3.6889	-3.6889
N-O	100	2	140	-0.9380	0.5672	-0.5672	0.6047	0.2318	-0.7062	0.3355	-0.3355
O-L	75	1	140	0.5331	4.3734	4.3734	8.2030	0.1015	0.6347	4.3977	4.3977
						-3.3446	17.8076				-0.1382

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	HF2		HF / Q	DELTA	Q3	HF3	
N-M	100	2.5	140	2.1619	0.8967	0.8967	0.4148	0.1744	2.3363	1.0351	1.0351
M-P	75	2.5	140	-2.2083	0.6995	-0.6995	0.3167	-0.0723	-2.2806	0.7424	-0.7424
P-Q	100	2.5	140	-2.1795	0.9102	-0.9102	0.4176	-0.0723	-2.2518	0.9669	-0.9669
Q-N	75	2	140	1.4519	0.9545	0.9545	0.6574	0.0580	1.5100	1.0264	1.0264
						0.2415	1.8066				0.3522

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	HF2		HF / Q	DELTA	Q3	HF3	
O-N	100	2	140	0.9380	0.5672	0.5672	0.6047	-0.2318	0.7062	0.3355	0.3355
N-Q	75	2	140	-1.4519	0.9545	-0.9545	0.6574	-0.0580	-1.5099	1.0263	-1.0263
Q-R	100	2.5	140	-3.1943	1.8459	-1.8459	0.5779	0.1303	-3.0640	1.7093	-1.7093
R-O	75	2	140	1.9127	1.5895	1.5895	0.8310	0.1303	2.0430	1.7956	1.7956
						-0.6438	2.6710				-0.6046

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	0.0247	<	0.0525
2	-0.0365	<	0.0525
3	0.0183	<	0.0525
4	-0.0771	>	0.0525
5	-0.0390	<	0.0525
6	0.0213	<	0.0525
7	-0.1021	>	0.0525
8	0.1015	>	0.0525
9	-0.0723	>	0.0525
10	0.1303	>	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Cuarta interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q3	HF3	3PIS.	HF / Q	DELTA	Q4	HF4	4PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.8447	1.4899	-1.4899	0.5237	0.0448	-2.8000	1.4469	-1.4469
B-E	75	1.5	140	-1.5373	4.3069	-4.3069	2.8016	0.0250	-1.5123	4.1782	-4.1782
E-F	100	1.5	140	1.0401	2.7873	2.7873	2.6800	-0.0201	1.0200	2.6885	2.6885
F-A	75	2	140	2.4053	2.4287	2.4287	1.0097	0.0448	2.4500	2.5128	2.5128
						-0.5808	7.0151				-0.4238

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q3	HF3	3PIS.	HF / Q	DELTA	Q4	HF4	4PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3175	4.3165	-4.3165	3.2762	-0.0197	-1.3373	4.4373	-4.4373
C-D	75	2	140	-1.2895	0.7665	-0.7665	0.5944	-0.0197	-1.3093	0.7884	-0.7884
D-E	100	2	140	1.3078	1.0489	1.0489	0.8020	0.0239	1.3318	1.0848	1.0848
E-B	75	1.5	140	1.5373	4.3069	4.3069	2.8016	0.0117	1.5490	4.3677	4.3677
						0.2728	7.4742				0.2268

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q3	HF3	3PIS.	HF / Q	DELTA	Q4	HF4	4PIS.
E-D	100	2	140	-1.3078	1.0489	-1.0489	0.8021	0.0182	-1.2896	1.0221	-1.0221
D-G	75	2	140	-2.5686	2.7425	-2.7425	1.0677	0.0437	-2.5250	2.6570	-2.6570
G-H	100	2	140	0.8023	0.4248	0.4248	0.5294	0.0821	0.8844	0.5087	0.5087
H-E	75	1.5	140	1.2602	2.9818	2.9818	2.3662	-0.0212	1.2390	2.8896	2.8896
						-0.3849	4.7654				-0.2808

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q3	HF3	3PIS.	HF / Q	DELTA	Q4	HF4	4PIS.
F-E	100	1.5	140	-1.0401	2.7873	-2.7873	2.6799	0.0524	-0.9877	2.5331	-2.5331
E-H	75	1.5	140	-1.2601	2.9813	-2.9813	2.3659	0.0588	-1.2013	2.7291	-2.7291
H-I	100	1.25	140	0.8148	4.3118	4.3118	5.2919	-0.1196	0.6952	3.2145	3.2145
I-F	75	1.5	140	1.2598	2.9800	2.9800	2.3655	-0.0648	1.1950	2.7027	2.7027
						1.5231	12.7031				0.6550

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q3	HF3	3PIS.	HF / Q	DELTA	Q4	HF4	4PIS.
H-G	100	2	140	-0.8023	0.4248	-0.4248	0.5295	0.0207	-0.7816	0.4047	-0.4047
G-J	75	3	140	-3.7081	0.7509	-0.7509	0.2025	0.0385	-3.6696	0.7365	-0.7365
J-K	100	1.5	140	0.4159	0.5114	0.5114	1.2294	-0.0845	0.3314	0.3369	0.3369
K-H	75	2	140	1.0129	0.4903	0.4903	0.4841	-0.0164	0.9965	0.4758	0.4758
						-0.1740	2.4455				-0.3286

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q3	HF3	3PIS.	HF / Q	DELTA	Q4	HF4	4PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.8148	4.3118	-4.3118	5.2917	0.0558	-0.7590	3.7814	-3.7814
H-K	75	2	140	-1.0129	0.4903	-0.4903	0.4841	0.0177	-0.9952	0.4746	-0.4746
K-L	100	1.25	140	0.8460	4.6222	4.6222	5.4635	0.0168	0.8628	4.7934	4.7934
L-I	75	1.5	140	0.8675	1.4944	1.4944	1.7226	-0.0548	0.8127	1.3389	1.3389
						1.3144	12.9620				1.8763

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q3	HF3	3PIS.	HF / Q	DELTA	Q4	HF4	4PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.4160	0.5116	-0.5116	1.2299	0.1411	-0.2749	0.2377	-0.2377
J-M	75	3	140	-4.2355	0.9603	-0.9603	0.2267	-0.1230	-4.3585	1.0126	-1.0126
M-N	100	2.5	140	-2.3363	1.0351	-1.0351	0.4430	-0.2244	-2.5606	1.2264	-1.2264
N-K	75	1.25	140	0.9049	3.9263	3.9263	4.3389	-0.0514	0.8536	3.5245	3.5245
						1.4193	6.2386				1.0478

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q3	HF3	3PIS.	HF / Q	DELTA	Q4	HF4	4PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.8459	4.6212	-4.6212	5.4628	-0.1228	-0.9687	0.2377	-0.2377
K-N	75	1.25	140	-0.8749	3.6889	-3.6889	4.2166	0.0006	-0.8743	3.6842	-3.6842
N-O	100	2	140	-0.7062	0.3355	-0.3355	0.4750	0.1977	-0.5085	0.1827	-0.1827
O-L	75	1	140	0.6347	6.0391	6.0391	9.5154	0.0716	0.7063	7.3596	7.3596
						-2.6064	19.6698				3.2549

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q3	HF3	3PIS.	HF / Q	DELTA	Q4	HF4	4PIS.
N-M	100	2.5	140	2.3363	1.0351	1.0351	0.4430	0.1744	2.5107	1.1825	1.1825
M-P	75	2.5	140	-2.2806	0.7424	-0.7424	0.3255	-0.1014	-2.3819	0.8046	-0.8046
P-Q	100	2.5	140	-2.2518	0.9669	-0.9669	0.4294	-0.1014	-2.3531	1.0489	-1.0489
Q-N	75	2	140	1.5100	1.0264	1.0264	0.6797	0.0247	1.5347	1.0577	1.0577
						0.3522	1.8777				0.3868

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q3	HF3	3PIS.	HF / Q	DELTA	Q4	HF4	4PIS.
O-N	100	2	140	0.7062	0.3355	0.3355	0.4750	-0.2318	0.4744	0.1607	0.1607
N-Q	75	2	140	-1.5099	1.0263	-1.0263	0.6797	-0.0580	-1.5679	1.1004	-1.1004
Q-R	100	2.5	140	-3.0640	1.7093	-1.7093	0.5579	0.1261	-2.9379	1.5815	-1.5815
R-O	75	2	140	2.0430	1.7956	1.7956	0.8789	0.1261	2.1691	2.0060	2.0060
						-0.6046	2.5915				-0.5152

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	0.0448	<	0.0525
2	-0.0197	<	0.0525
3	0.0437	<	0.0525
4	-0.0648	>	0.0525
5	0.0385	<	0.0525
6	-0.0548	>	0.0525
7	-0.1230	>	0.0525
8	0.0716	>	0.0525
9	-0.1014	>	0.0525
10	0.1261	>	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Quinta interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q4	HF4	4PIS.	HF / Q	DELTA	Q5	HF5	5PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.8000	1.4469	-1.4469	0.5167	0.0330	-2.7670	1.4155	-1.4155
B-E	75	1.5	140	-1.5123	4.1782	-4.1782	2.7629	0.0168	-1.4955	4.0927	-4.0927
E-F	100	1.5	140	1.0200	2.6885	2.6885	2.6358	0.0028	1.0228	2.7022	2.7022
F-A	75	2	140	2.4500	2.5128	2.5128	1.0256	0.0330	2.4830	2.5758	2.5758
						-0.4238	6.9411				-0.2303

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q4	HF4	4PIS.	HF / Q	DELTA	Q5	HF5	5PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3373	4.4373	-4.4373	3.3182	-0.0162	-1.3535	4.5373	-4.5373
C-D	75	2	140	-1.3093	0.7884	-0.7884	0.6021	-0.0162	-1.3255	0.8065	-0.8065
D-E	100	2	140	1.3318	1.0848	1.0848	0.8146	0.0157	1.3475	1.1086	1.1086
E-B	75	1.5	140	1.5490	4.3677	4.3677	2.8197	-0.0168	1.5322	4.2805	4.2805
						0.2268	7.5547				0.0453

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q4	HF4	4PIS.	HF / Q	DELTA	Q5	HF5	5PIS.
E-D	100	2	140	-1.2896	1.0221	-1.0221	0.7926	-0.0157	-1.3053	1.0452	-1.0452
D-G	75	2	140	-2.5250	2.6570	-2.6570	1.0523	0.0319	-2.4930	2.5950	-2.5950
G-H	100	2	140	0.8844	0.5087	0.5087	0.5751	0.1122	0.9967	0.6346	0.6346
H-E	75	1.5	140	1.2390	2.8896	2.8896	2.3322	0.0017	1.2407	2.8970	2.8970
						-0.2808	4.7522				-0.1087

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q4	HF4	4PIS.	HF / Q	DELTA	Q5	HF5	5PIS.
F-E	100	1.5	140	-0.9877	2.5331	-2.5331	2.5647	-0.0028	-0.9905	2.5464	-2.5464
E-H	75	1.5	140	-1.2013	2.7291	-2.7291	2.2718	-0.0017	-1.2030	2.7362	-2.7362
H-I	100	1.25	140	0.6952	3.2145	3.2145	4.6241	-0.1103	0.5849	2.3351	2.3351
I-F	75	1.5	140	1.1950	2.7027	2.7027	2.2617	-0.0302	1.1648	2.5777	2.5777
						0.6550	11.7222				-0.3698

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q4	HF4	4PIS.	HF / Q	DELTA	Q5	HF5	5PIS.
H-G	100	2	140	-0.7816	0.4047	-0.4047	0.5179	-0.1122	-0.8938	0.5193	-0.5193
G-J	75	3	140	-3.6696	0.7365	-0.7365	0.2007	0.0803	-3.5893	0.7070	-0.7070
J-K	100	1.5	140	0.3314	0.3369	0.3369	1.0164	-0.0190	0.3124	0.3012	0.3012
K-H	75	2	140	0.9965	0.4758	0.4758	0.4774	0.0002	0.9967	0.4759	0.4759
						-0.3286	2.2124				-0.4491

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q4	HF4	4PIS.	HF / Q	DELTA	Q5	HF5	5PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.7590	3.7814	-3.7814	4.9820	0.1103	-0.6487	2.8281	-2.8281
H-K	75	2	140	-0.9952	0.4746	-0.4746	0.4769	-0.0002	-0.9954	0.4748	-0.4748
K-L	100	1.25	140	0.8628	4.7934	4.7934	5.5555	-0.0175	0.8453	4.6151	4.6151
L-I	75	1.5	140	0.8127	1.3389	1.3389	1.6476	-0.0801	0.7326	1.0931	1.0931
						1.8763	12.6621				2.4053

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q4	HF4	4PIS.	HF / Q	DELTA	Q5	HF5	5PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.2749	0.2377	-0.2377	0.8649	0.0190	-0.2559	0.2082	-0.2082
J-M	75	3	140	-4.3585	1.0126	-1.0126	0.2323	-0.0993	-4.4578	1.0556	-1.0556
M-N	100	2.5	140	-2.5606	1.2264	-1.2264	0.4789	-0.2068	-2.7675	1.4160	-1.4160
N-K	75	1.25	140	0.8536	3.5245	3.5245	4.1292	-0.0367	0.8169	3.2493	3.2493
						1.0478	5.7053				0.5694

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q4	HF4	4PIS.	HF / Q	DELTA	Q5	HF5	5PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.9687	5.9383	-5.9383	6.1299	0.0175	-0.9512	5.7413	-5.7413
K-N	75	1.25	140	-0.8743	3.6842	-3.6842	4.2141	0.0367	-0.8376	3.4032	-3.4032
N-O	100	2	140	-0.5085	0.1827	-0.1827	0.3593	0.1738	-0.3347	0.0843	-0.0843
O-L	75	1	140	0.7063	7.3596	7.3596	10.4200	0.0626	0.7689	8.6116	8.6116
						-2.4456	21.1234				-0.6173

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q4	HF4	4PIS.	HF / Q	DELTA	Q5	HF5	5PIS.
N-M	100	2.5	140	2.5107	1.1825	1.1825	0.4710	0.2068	2.7175	1.3690	1.3690
M-P	75	2.5	140	-2.3819	0.8046	-0.8046	0.3378	-0.1076	-2.4895	0.8731	-0.8731
P-Q	100	2.5	140	-2.3531	1.0489	-1.0489	0.4457	-0.1076	-2.4607	1.1393	-1.1393
Q-N	75	2	140	1.5347	1.0577	1.0577	0.6892	0.0037	1.5384	1.0624	1.0624
						0.3868	1.9437				0.4190

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q4	HF4	4PIS.	HF / Q	DELTA	Q5	HF5	5PIS.
O-N	100	2	140	0.4744	0.1607	0.1607	0.3387	-0.1738	0.3006	0.0691	0.0691
N-Q	75	2	140	-1.5679	1.1004	-1.1004	0.7018	-0.0037	-1.5716	1.1052	-1.1052
Q-R	100	2.5	140	-2.9379	1.5815	-1.5815	0.5383	0.1112	-2.8267	1.4725	-1.4725
R-O	75	2	140	2.1691	2.0060	2.0060	0.9248	0.1112	2.2803	2.2004	2.2004
						-0.5152	2.5037				-0.3083

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	0.0330	<	0.0525
2	-0.0162	<	0.0525
3	0.0319	<	0.0525
4	-0.0302	<	0.0525
5	0.0803	>	0.0525
6	-0.0801	>	0.0525
7	-0.0993	>	0.0525
8	0.0626	>	0.0525
9	-0.1076	>	0.0525
10	0.1112	>	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Sexta interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q5	HF5	5PIS.	HF / Q	DELTA	Q6	HF6	6PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.7670	1.4155	-1.4155	0.5116	0.0180	-2.7490	1.3985	-1.3985
B-E	75	1.5	140	-1.4955	4.0927	-4.0927	2.7367	0.0147	-1.4807	4.0181	-4.0181
E-F	100	1.5	140	1.0228	2.7022	2.7022	2.6419	0.0361	1.0589	2.8812	2.8812
F-A	75	2	140	2.4830	2.5758	2.5758	1.0374	0.0180	2.5010	2.6105	2.6105
						-0.2303	6.9276				0.0751

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q5	HF5	5PIS.	HF / Q	DELTA	Q6	HF6	6PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3535	4.5373	-4.5373	3.3523	-0.0032	-1.3567	4.5571	-4.5571
C-D	75	2	140	-1.3255	0.8065	-0.8065	0.6085	-0.0032	-1.3287	0.8101	-0.8101
D-E	100	2	140	1.3475	1.1086	1.1086	0.8227	0.0090	1.3564	1.1222	1.1222
E-B	75	1.5	140	1.5322	4.2805	4.2805	2.7937	-0.0147	1.5175	4.2048	4.2048
						0.0453	7.5772				-0.0403

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q5	HF5	5PIS.	HF / Q	DELTA	Q6	HF6	6PIS.
E-D	100	2	140	-1.3053	1.0452	-1.0452	0.8008	-0.0090	-1.3143	1.0586	-1.0586
D-G	75	2	140	-2.4930	2.5950	-2.5950	1.0409	0.0122	-2.4808	2.5716	-2.5716
G-H	100	2	140	0.9967	0.6346	0.6346	0.6367	0.1216	1.1183	0.7794	0.7794
H-E	75	1.5	140	1.2407	2.8970	2.8970	2.3349	0.0303	1.2710	3.0292	3.0292
						-0.1087	4.8132				0.1784

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q5	HF5	5PIS.	HF / Q	DELTA	Q6	HF6	6PIS.
F-E	100	1.5	140	-0.9905	2.5464	-2.5464	2.5708	-0.0361	-1.0266	2.7208	-2.7208
E-H	75	1.5	140	-1.2030	2.7362	-2.7362	2.2745	-0.0303	-1.2333	2.8651	-2.8651
H-I	100	1.25	140	0.5849	2.3351	2.3351	3.9926	-0.0922	0.4927	1.7002	1.7002
I-F	75	1.5	140	1.1648	2.5777	2.5777	2.2130	0.0181	1.1829	2.6522	2.6522
						-0.3698	11.0509				-1.2334

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q5	HF5	5PIS.	HF / Q	DELTA	Q6	HF6	6PIS.
H-G	100	2	140	-0.8938	0.5193	-0.5193	0.5810	-0.1216	-1.0154	0.6568	-0.6568
G-J	75	3	140	-3.5893	0.7070	-0.7070	0.1970	0.1094	-3.4800	0.6677	-0.6677
J-K	100	1.5	140	0.3124	0.3012	0.3012	0.9639	0.0538	0.3663	0.4043	0.4043
K-H	75	2	140	0.9967	0.4759	0.4759	0.4775	-0.0009	0.9958	0.4751	0.4751
						-0.4491	2.2194				-0.4450

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q5	HF5	5PIS.	HF / Q	DELTA	Q6	HF6	6PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.6487	2.8281	-2.8281	4.3595	0.0922	-0.5565	2.1297	-2.1297
H-K	75	2	140	-0.9954	0.4748	-0.4748	0.4770	0.0009	-0.9945	0.4740	-0.4740
K-L	100	1.25	140	0.8453	4.6151	4.6151	5.4597	-0.0948	0.7505	3.7035	3.7035
L-I	75	1.5	140	0.7326	1.0931	1.0931	1.4921	-0.1103	0.6223	0.8083	0.8083
						2.4053	11.7883				1.9080

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q5	HF5	5PIS.	HF / Q	DELTA	Q6	HF6	6PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.2559	0.2082	-0.2082	0.8138	-0.0538	-0.3097	0.2964	-0.2964
J-M	75	3	140	-4.4578	1.0556	-1.0556	0.2368	-0.0556	-4.5133	1.0801	-1.0801
M-N	100	2.5	140	-2.7675	1.4160	-1.4160	0.5117	-0.1683	-2.9358	1.5794	-1.5794
N-K	75	1.25	140	0.8169	3.2493	3.2493	3.9777	-0.0401	0.7768	2.9604	2.9604
						0.5694	5.5400				0.0045

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q5	HF5	5PIS.	HF / Q	DELTA	Q6	HF6	6PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.9512	5.7413	-5.7413	6.0356	0.0948	-0.8564	4.7278	-4.7278
K-N	75	1.25	140	-0.8376	3.4032	-3.4032	4.0633	0.0401	-0.7975	3.1079	-3.1079
N-O	100	2	140	-0.3347	0.0843	-0.0843	0.2518	0.0844	-0.2503	0.0492	-0.0492
O-L	75	1	140	0.7689	8.6116	8.6116	11.2002	0.0155	0.7844	8.9355	8.9355
						-0.6173	21.5510				1.0505

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q5	HF5	5PIS.	HF / Q	DELTA	Q6	HF6	6PIS.
N-M	100	2.5	140	2.7175	1.3690	1.3690	0.5038	0.1683	2.8858	1.5300	1.5300
M-P	75	2.5	140	-2.4895	0.8731	-0.8731	0.3507	-0.1128	-2.6023	0.9477	-0.9477
P-Q	100	2.5	140	-2.4607	1.1393	-1.1393	0.4630	-0.1128	-2.5735	1.2378	-1.2378
Q-N	75	2	140	1.5384	1.0624	1.0624	0.6906	-0.0439	1.4945	1.0070	1.0070
						0.4190	2.0081				0.3514

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q5	HF5	5PIS.	HF / Q	DELTA	Q6	HF6	6PIS.
O-N	100	2	140	0.3006	0.0691	0.0691	0.2298	-0.0844	0.2162	0.0376	0.0376
N-Q	75	2	140	-1.5716	1.1052	-1.1052	0.7032	0.0439	-1.5277	1.0488	-1.0488
Q-R	100	2.5	140	-2.8267	1.4725	-1.4725	0.5209	0.0689	-2.7578	1.4068	-1.4068
R-O	75	2	140	2.2803	2.2004	2.2004	0.9649	0.0689	2.3492	2.3249	2.3249
						-0.3083	2.4189				-0.0931

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	0.0180	<	0.0525
2	-0.0032	<	0.0525
3	0.0122	<	0.0525
4	0.0181	<	0.0525
5	0.1094	>	0.0525
6	-0.1103	>	0.0525
7	-0.0556	>	0.0525
8	0.0155	<	0.0525
9	-0.1128	>	0.0525
10	0.0689	>	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Séptima interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q6	HF6	6PIS.	HF / Q	DELTA	Q7	HF7	7PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.7490	1.3985	-1.3985	0.5087	-0.0058	-2.7548	1.4040	-1.4040
B-E	75	1.5	140	-1.4807	4.0181	-4.0181	2.7136	-0.0029	-1.4837	4.0332	-4.0332
E-F	100	1.5	140	1.0589	2.8812	2.8812	2.7211	0.0567	1.1156	3.1731	3.1731
F-A	75	2	140	2.5010	2.6105	2.6105	1.0438	-0.0058	2.4952	2.5993	2.5993
						0.0751	6.9872				0.3352

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q6	HF6	6PIS.	HF / Q	DELTA	Q7	HF7	7PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3567	4.5571	-4.5571	3.3589	0.0029	-1.3538	4.5391	-4.5391
C-D	75	2	140	-1.3287	0.8101	-0.8101	0.6097	0.0029	-1.3258	0.8068	-0.8068
D-E	100	2	140	1.3564	1.1222	1.1222	0.8273	-0.0167	1.3397	1.0968	1.0968
E-B	75	1.5	140	1.5175	4.2048	4.2048	2.7709	0.0029	1.5204	4.2197	4.2197
						-0.0403	7.5668				-0.0295

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q6	HF6	6PIS.	HF / Q	DELTA	Q7	HF7	7PIS.
E-D	100	2	140	-1.3143	1.0586	-1.0586	0.8054	0.0167	-1.2976	1.0338	-1.0338
D-G	75	2	140	-2.4808	2.5716	-2.5716	1.0366	-0.0196	-2.5004	2.6093	-2.6093
G-H	100	2	140	1.1183	0.7794	0.7794	0.6969	0.0798	1.1981	0.8920	0.8920
H-E	75	1.5	140	1.2710	3.0292	3.0292	2.3832	0.0429	1.3140	3.2215	3.2215
						0.1784	4.9222				0.4704

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q6	HF6	6PIS.	HF / Q	DELTA	Q7	HF7	7PIS.
F-E	100	1.5	140	-1.0266	2.7208	-2.7208	2.6503	-0.0567	-1.0833	3.0053	-3.0053
E-H	75	1.5	140	-1.2333	2.8651	-2.8651	2.3231	-0.0429	-1.2762	3.0522	-3.0522
H-I	100	1.25	140	0.4927	1.7002	1.7002	3.4510	-0.0354	0.4573	1.4811	1.4811
I-F	75	1.5	140	1.1829	2.6522	2.6522	2.2422	0.0625	1.2454	2.9173	2.9173
						-1.2334	10.6665				-1.6590

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q6	HF6	6PIS.	HF / Q	DELTA	Q7	HF7	7PIS.
H-G	100	2	140	-1.0154	0.6568	-0.6568	0.6469	-0.0798	-1.0952	0.7555	-0.7555
G-J	75	3	140	-3.4800	0.6677	-0.6677	0.1919	0.0994	-3.3805	0.6328	-0.6328
J-K	100	1.5	140	0.3663	0.4043	0.4043	1.1038	0.0990	0.4652	0.6291	0.6291
K-H	75	2	140	0.9958	0.4751	0.4751	0.4772	0.0015	0.9973	0.4765	0.4765
						-0.4450	2.4197				-0.2827

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q6	HF6	6PIS.	HF / Q	DELTA	Q7	HF7	7PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.5565	2.1297	-2.1297	3.8268	0.0354	-0.5211	1.8859	-1.8859
H-K	75	2	140	-0.9945	0.4740	-0.4740	0.4766	0.0015	-0.9930	0.4727	-0.4727
K-L	100	1.25	140	0.7505	3.7035	3.7035	4.9347	-0.1249	0.6256	2.6446	2.6446
L-I	75	1.5	140	0.6223	0.8083	0.8083	1.2989	-0.0979	0.5244	0.5889	0.5889
						1.9080	10.5371				0.8749

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q6	HF6	6PIS.	HF / Q	DELTA	Q7	HF7	7PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.3097	0.2964	-0.2964	0.9571	-0.0990	-0.4087	0.4951	-0.4951
J-M	75	3	140	-4.5133	1.0801	-1.0801	0.2393	-0.0004	-4.5138	1.0803	-1.0803
M-N	100	2.5	140	-2.9358	1.5794	-1.5794	0.5380	-0.0931	-3.0289	1.6733	-1.6733
N-K	75	1.25	140	0.7768	2.9604	2.9604	3.8110	-0.0275	0.7493	2.7694	2.7694
						0.0045	5.5454				-0.4793

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q6	HF6	6PIS.	HF / Q	DELTA	Q7	HF7	7PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.8564	4.7278	-4.7278	5.5203	0.1249	-0.7315	3.5319	-3.5319
K-N	75	1.25	140	-0.7975	3.1079	-3.1079	3.8974	0.0275	-0.7700	2.9126	-2.9126
N-O	100	2	140	-0.2503	0.0492	-0.0492	0.1967	-0.0057	-0.2560	0.0513	-0.0513
O-L	75	1	140	0.7844	8.9355	8.9355	11.3921	-0.0270	0.7573	8.3728	8.3728
						1.0505	21.0065				1.8770

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q6	HF6	6PIS.	HF / Q	DELTA	Q7	HF7	7PIS.
N-M	100	2.5	140	2.8858	1.5300	1.5300	0.5302	0.0931	2.9789	1.6226	1.6226
M-P	75	2.5	140	-2.6023	0.9477	-0.9477	0.3642	-0.0927	-2.6950	1.0111	-1.0111
P-Q	100	2.5	140	-2.5735	1.2378	-1.2378	0.4810	-0.0927	-2.6662	1.3177	-1.3177
Q-N	75	2	140	1.4945	1.0070	1.0070	0.6738	-0.0714	1.4231	0.9198	0.9198
						0.3514	2.0492				0.2135

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q6	HF6	6PIS.	HF / Q	DELTA	Q7	HF7	7PIS.
O-N	100	2	140	0.2162	0.0376	0.0376	0.1737	0.0057	0.2219	0.0394	0.0394
N-Q	75	2	140	-1.5277	1.0488	-1.0488	0.6865	0.0714	-1.4563	0.9599	-0.9599
Q-R	100	2.5	140	-2.7578	1.4068	-1.4068	0.5101	0.0213	-2.7364	1.3867	-1.3867
R-O	75	2	140	2.3492	2.3249	2.3249	0.9897	0.0213	2.3706	2.3643	2.3643
						-0.0931	2.3600				0.0571

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	-0.0058	<	0.0525
2	0.0029	<	0.0525
3	-0.0196	<	0.0525
4	0.0625	>	0.0525
5	0.0994	>	0.0525
6	-0.0979	>	0.0525
7	-0.0004	<	0.0525
8	-0.0270	<	0.0525
9	-0.0927	>	0.0525
10	0.0213	<	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Octava interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q7	HF7	7PIS.	HF / Q	DELTA	Q8	HF8	8PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.7548	1.4040	-1.4040	0.5096	-0.0255	-2.7803	1.4281	-1.4281
B-E	75	1.5	140	-1.4837	4.0332	-4.0332	2.7184	-0.0234	-1.5070	4.1512	-4.1512
E-F	100	1.5	140	1.1156	3.1731	3.1731	2.8445	0.0580	1.1735	3.4845	3.4845
F-A	75	2	140	2.4952	2.5993	2.5993	1.0417	-0.0255	2.4697	2.5503	2.5503
						0.3352	7.1142				0.4556

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q7	HF7	7PIS.	HF / Q	DELTA	Q8	HF8	8PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3538	4.5391	-4.5391	3.3528	0.0021	-1.3517	4.5261	-4.5261
C-D	75	2	140	-1.3258	0.8068	-0.8068	0.6086	0.0021	-1.3237	0.8068	-0.8068
D-E	100	2	140	1.3397	1.0968	1.0968	0.8186	-0.0484	1.2914	1.0248	1.0248
E-B	75	1.5	140	1.5204	4.2197	4.2197	2.7754	0.0234	1.5438	4.3406	4.3406
						-0.0295	7.5554				0.0324

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q7	HF7	7PIS.	HF / Q	DELTA	Q8	HF8	8PIS.
E-D	100	2	140	-1.2976	1.0338	-1.0338	0.7967	0.0484	-1.2492	0.9636	-0.9636
D-G	75	2	140	-2.5004	2.6093	-2.6093	1.0435	-0.0505	-2.5509	2.7076	-2.7076
G-H	100	2	140	1.1981	0.8920	0.8920	0.7445	0.0060	1.2041	0.9003	0.9003
H-E	75	1.5	140	1.3140	3.2215	3.2215	2.4518	0.0330	1.3469	3.3723	3.3723
						0.4704	5.0366				0.6013

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q7	HF7	7PIS.	HF / Q	DELTA	Q8	HF8	8PIS.
F-E	100	1.5	140	-1.0833	3.0053	-3.0053	2.7742	-0.0580	-1.1413	3.3097	-3.3097
E-H	75	1.5	140	-1.2762	3.0522	-3.0522	2.3916	-0.0330	-1.3092	3.1998	-3.1998
H-I	100	1.25	140	0.4573	1.4811	1.4811	3.2389	0.0334	0.4907	1.6874	1.6874
I-F	75	1.5	140	1.2454	2.9173	2.9173	2.3425	0.0834	1.3288	3.2890	3.2890
						-1.6590	10.7472				-1.5331

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q7	HF7	7PIS.	HF / Q	DELTA	Q8	HF8	8PIS.
H-G	100	2	140	-1.0952	0.7555	-0.7555	0.6898	-0.0060	-1.1012	0.7631	-0.7631
G-J	75	3	140	-3.3805	0.6328	-0.6328	0.1872	0.0564	-3.3241	0.6134	-0.6134
J-K	100	1.5	140	0.4652	0.6291	0.6291	1.3522	0.1019	0.5672	0.9078	0.9078
K-H	75	2	140	0.9973	0.4765	0.4765	0.4778	0.0064	1.0037	0.4821	0.4821
						-0.2827	2.7070				0.0135

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q7	HF7	7PIS.	HF / Q	DELTA	Q8	HF8	8PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.5211	1.8859	-1.8859	3.6189	-0.0330	-0.5541	2.1128	-2.1128
H-K	75	2	140	-0.9930	0.4727	-0.4727	0.4760	-0.0064	-0.9994	0.4783	-0.4783
K-L	100	1.25	140	0.6256	2.6446	2.6446	4.2274	-0.1011	0.5244	1.9080	1.9080
L-I	75	1.5	140	0.5244	0.5889	0.5889	1.1230	-0.0501	0.4743	0.4891	0.4891
						0.8749	9.4454				-0.1940

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q7	HF7	7PIS.	HF / Q	DELTA	Q8	HF8	8PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.4087	0.4951	-0.4951	1.2115	-0.1019	-0.5106	0.7474	-0.7474
J-M	75	3	140	-4.5138	1.0803	-1.0803	0.2393	0.0455	-4.4683	1.0602	-1.0602
M-N	100	2.5	140	-3.0289	1.6733	-1.6733	0.5524	-0.0106	-3.0395	1.6841	-1.6841
N-K	75	1.25	140	0.7493	2.7694	2.7694	3.6959	-0.0056	0.7437	2.7312	2.7312
						-0.4793	5.6992				-0.7606

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q7	HF7	7PIS.	HF / Q	DELTA	Q8	HF8	8PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.7315	3.5319	-3.5319	4.8280	0.1011	-0.6304	2.6823	-2.6823
K-N	75	1.25	140	-0.7700	2.9126	-2.9126	3.7828	0.0056	-0.7644	2.8735	-2.8735
N-O	100	2	140	-0.2560	0.0513	-0.0513	0.2005	-0.0643	-0.3203	0.0777	-0.0777
O-L	75	1	140	0.7573	8.3728	8.3728	11.0557	-0.0511	0.7063	7.3596	7.3596
						1.8770	19.8670				1.7261

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q7	HF7	7PIS.	HF / Q	DELTA	Q8	HF8	8PIS.
N-M	100	2.5	140	2.9789	1.6226	1.6226	0.5447	0.0106	2.9895	1.6332	1.6332
M-P	75	2.5	140	-2.6950	1.0111	-1.0111	0.3752	-0.0560	-2.7510	1.0503	-1.0503
P-Q	100	2.5	140	-2.6662	1.3177	-1.3177	0.4942	-0.0560	-2.7222	1.3734	-1.3734
Q-N	75	2	140	1.4231	0.9198	0.9198	0.6463	-0.0692	1.3539	0.8388	0.8388
						0.2135	2.0604				0.0483

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q7	HF7	7PIS.	HF / Q	DELTA	Q8	HF8	8PIS.
O-N	100	2	140	0.2219	0.0394	0.0394	0.1776	0.0643	0.2862	0.0631	0.0631
N-Q	75	2	140	-1.4563	0.9599	-0.9599	0.6591	0.0692	-1.3871	0.8772	-0.8772
Q-R	100	2.5	140	-2.7364	1.3867	-1.3867	0.5067	-0.0132	-2.7496	1.3991	-1.3991
R-O	75	2	140	2.3706	2.3643	2.3643	0.9973	-0.0132	2.3574	2.3400	2.3400
						0.0571	2.3408				0.1268

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	-0.0255	<	0.0525
2	0.0021	<	0.0525
3	-0.0505	<	0.0525
4	0.0834	>	0.0525
5	0.0564	>	0.0525
6	-0.0501	<	0.0525
7	0.0455	<	0.0525
8	-0.0511	<	0.0525
9	-0.0560	>	0.0525
10	-0.0132	<	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Novena interacción:

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q8	HF8	8PIS.	HF / Q	DELTA	Q9	HF9	9PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.7803	1.4281	-1.4281	0.5137	-0.0339	-2.8142	1.4605	-1.4605
B-E	75	1.5	140	-1.5070	4.1512	-4.1512	2.7545	-0.0362	-1.5432	4.3375	-4.3375
E-F	100	1.5	140	1.1735	3.4845	3.4845	2.9693	0.0397	1.2133	3.7063	3.7063
F-A	75	2	140	2.4697	2.5503	2.5503	1.0327	-0.0339	2.4358	2.4860	2.4860
						0.4556	7.2701				0.3942

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q8	HF8	8PIS.	HF / Q	DELTA	Q9	HF9	9PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3517	4.5261	-4.5261	3.3484	-0.0023	-1.3541	4.5410	-4.5410
C-D	75	2	140	-1.3237	0.8068	-0.8068	0.6095	-0.0023	-1.3261	0.8072	-0.8072
D-E	100	2	140	1.2914	1.0248	1.0248	0.7936	-0.0662	1.2251	0.9295	0.9295
E-B	75	1.5	140	1.5438	4.3406	4.3406	2.8117	0.0362	1.5800	4.5308	4.5308
						0.0324	7.5631				0.1121

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q8	HF8	8PIS.	HF / Q	DELTA	Q9	HF9	9PIS.
E-D	100	2	140	-1.2492	0.9636	-0.9636	0.7714	0.0662	-1.1830	0.8713	-0.8713
D-G	75	2	140	-2.5509	2.7076	-2.7076	1.0614	-0.0639	-2.6148	2.8345	-2.8345
G-H	100	2	140	1.2041	0.9003	0.9003	0.7477	-0.0664	1.1377	0.8106	0.8106
H-E	75	1.5	140	1.3469	3.3723	3.3723	2.5037	0.0097	1.3566	3.4174	3.4174
						0.6013	5.0843				0.5222

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q8	HF8	8PIS.	HF / Q	DELTA	Q9	HF9	9PIS.
F-E	100	1.5	140	-1.1413	3.3097	-3.3097	2.8999	-0.0397	-1.1810	3.5258	-3.5258
E-H	75	1.5	140	-1.3092	3.1998	-3.1998	2.4441	-0.0097	-1.3189	3.2438	-3.2438
H-I	100	1.25	140	0.4907	1.6874	1.6874	3.4391	0.0853	0.5760	2.2698	2.2698
I-F	75	1.5	140	1.3288	3.2890	3.2890	2.4751	0.0736	1.4024	3.6339	3.6339
						-1.5331	11.2582				-0.8659

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q8	HF8	8PIS.	HF / Q	DELTA	Q9	HF9	9PIS.
H-G	100	2	140	-1.1012	0.7631	-0.7631	0.6930	0.0664	-1.0348	0.6802	-0.6802
G-J	75	3	140	-3.3241	0.6134	-0.6134	0.1845	-0.0025	-3.3266	0.6142	-0.6142
J-K	100	1.5	140	0.5672	0.9078	0.9078	1.6007	0.0669	0.6340	1.1155	1.1155
K-H	75	2	140	1.0037	0.4821	0.4821	0.4804	0.0092	1.0129	0.4903	0.4903
						0.0135	2.9586				0.3114

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q8	HF8	8PIS.	HF / Q	DELTA	Q9	HF9	9PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.5541	2.1128	-2.1128	3.8128	-0.0853	-0.6394	2.7535	-2.7535
H-K	75	2	140	-0.9994	0.4783	-0.4783	0.4786	-0.0092	-1.0086	0.4865	-0.4865
K-L	100	1.25	140	0.5244	1.9080	1.9080	3.6382	-0.0383	0.4862	1.6589	1.6589
L-I	75	1.5	140	0.4743	0.4891	0.4891	1.0310	0.0117	0.4860	0.5889	0.5889
						-0.1940	8.9607				-0.9923

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q8	HF8	8PIS.	HF / Q	DELTA	Q9	HF9	9PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.5106	0.7474	-0.7474	1.4639	-0.0669	-0.5775	0.9386	-0.9386
J-M	75	3	140	-4.4683	1.0602	-1.0602	0.2373	0.0694	-4.3990	1.0300	-1.0300
M-N	100	2.5	140	-3.0395	1.6841	-1.6841	0.5541	0.0566	-2.9829	1.6266	-1.6266
N-K	75	1.25	140	0.7437	2.7312	2.7312	3.6725	0.0194	0.7631	2.8645	2.8645
						-0.7606	5.9277				-0.7307

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q8	HF8	8PIS.	HF / Q	DELTA	Q9	HF9	9PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.6304	2.6823	-2.6823	4.2546	0.0383	-0.5921	2.3886	-2.3886
K-N	75	1.25	140	-0.7644	2.8735	-2.8735	3.7594	-0.0194	-0.7838	3.0099	-3.0099
N-O	100	2	140	-0.3203	0.0777	-0.0777	0.2426	-0.0791	-0.3993	0.1168	-0.1168
O-L	75	1	140	0.7063	7.3596	7.3596	10.4205	-0.0500	0.6563	6.4249	6.4249
						1.7261	18.6771				0.9095

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q8	HF8	8PIS.	HF / Q	DELTA	Q9	HF9	9PIS.
N-M	100	2.5	140	2.9895	1.6332	1.6332	0.5463	-0.0566	2.9329	1.5765	1.5765
M-P	75	2.5	140	-2.7510	1.0503	-1.0503	0.3818	-0.0127	-2.7637	1.0593	-1.0593
P-Q	100	2.5	140	-2.7222	1.3734	-1.3734	0.5045	-0.0127	-2.7349	1.3853	-1.3853
Q-N	75	2	140	1.3539	0.8388	0.8388	0.6195	-0.0418	1.3121	0.7915	0.7915
						0.0483	2.0522				-0.0766

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q8	HF8	8PIS.	HF / Q	DELTA	Q9	HF9	9PIS.
O-N	100	2	140	0.2862	0.0631	0.0631	0.2205	0.0791	0.3653	0.0991	0.0991
N-Q	75	2	140	-1.3871	0.8772	-0.8772	0.6324	0.0418	-1.3453	0.8289	-0.8289
Q-R	100	2.5	140	-2.7496	1.3991	-1.3991	0.5088	-0.0291	-2.7787	1.4266	-1.4266
R-O	75	2	140	2.3574	2.3400	2.3400	0.9926	-0.0291	2.3283	2.2868	2.2868
						0.1268	2.3543				0.1304

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	-0.0339	<	0.0525
2	-0.0023	<	0.0525
3	-0.0639	>	0.0525
4	0.0736	>	0.0525
5	-0.0025	<	0.0525
6	0.0117	<	0.0525
7	0.0694	>	0.0525
8	-0.0500	<	0.0525
9	-0.0127	<	0.0525
10	-0.0291	<	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Decima interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q9	HF9	9PIS.	HF / Q	DELTA	Q10	HF10	10PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.8142	1.4605	-1.4605	0.5190	-0.0288	-2.8430	1.4883	-1.4883
B-E	75	1.5	140	-1.5432	4.3375	-4.3375	2.8107	-0.0368	-1.5800	4.5308	-4.5308
E-F	100	1.5	140	1.2133	3.7063	3.7063	3.0548	0.0103	1.2236	3.7647	3.7647
F-A	75	2	140	2.4358	2.4860	2.4860	1.0206	-0.0288	2.4070	2.4319	2.4319
						0.3942	7.4051				0.1775

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q9	HF9	9PIS.	HF / Q	DELTA	Q10	HF10	10PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3541	4.5410	-4.5410	3.3536	-0.0080	-1.3620	4.5901	-4.5901
C-D	75	2	140	-1.3261	0.8072	-0.8072	0.6087	-0.0080	-1.3340	0.8161	-0.8161
D-E	100	2	140	1.2251	0.9295	0.9295	0.7587	-0.0639	1.1613	0.8420	0.8420
E-B	75	1.5	140	1.5800	4.5308	4.5308	2.8676	0.0362	1.6162	4.7247	4.7247
						0.1121	7.5887				0.1604

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q9	HF9	9PIS.	HF / Q	DELTA	Q10	HF10	10PIS.
E-D	100	2	140	-1.1830	0.8713	-0.8713	0.7365	0.0662	-1.1168	0.7833	-0.7833
D-G	75	2	140	-2.6148	2.8345	-2.8345	1.0840	-0.0559	-2.6707	2.9476	-2.9476
G-H	100	2	140	1.1377	0.8106	0.8106	0.7125	-0.1104	1.0272	0.6710	0.6710
H-E	75	1.5	140	1.3566	3.4174	3.4174	2.5191	-0.0168	1.3398	3.3395	3.3395
						0.5222	5.0521				0.2797

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q9	HF9	9PIS.	HF / Q	DELTA	Q10	HF10	10PIS.
F-E	100	1.5	140	-1.1810	3.5258	-3.5258	2.9855	-0.0397	-1.2207	3.7482	-3.7482
E-H	75	1.5	140	-1.3189	3.2438	-3.2438	2.4595	-0.0097	-1.3286	3.2881	-3.2881
H-I	100	1.25	140	0.5760	2.2698	2.2698	3.9409	0.0961	0.6720	3.0189	3.0189
I-F	75	1.5	140	1.4024	3.6339	3.6339	2.5911	0.0391	1.4415	3.8235	3.8235
						-0.8659	11.9769				-0.1939

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q9	HF9	9PIS.	HF / Q	DELTA	Q10	HF10	10PIS.
H-G	100	2	140	-1.0348	0.6802	-0.6802	0.6573	0.0664	-0.9684	0.6017	-0.6017
G-J	75	3	140	-3.3266	0.6142	-0.6142	0.1847	-0.0546	-3.3811	0.6330	-0.6330
J-K	100	1.5	140	0.6340	1.1155	1.1155	1.7593	0.0096	0.6436	1.1469	1.1469
K-H	75	2	140	1.0129	0.4903	0.4903	0.4841	0.0024	1.0154	0.4926	0.4926
						0.3114	3.0854				0.4049

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q9	HF9	9PIS.	HF / Q	DELTA	Q10	HF10	10PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.6394	2.7535	-2.7535	4.3063	-0.0853	-0.7247	3.4714	-3.4714
H-K	75	2	140	-1.0086	0.4865	-0.4865	0.4824	-0.0092	-1.0178	0.4947	-0.4947
K-L	100	1.25	140	0.4862	1.6589	1.6589	3.4121	0.0296	0.5158	1.8506	1.8506
L-I	75	1.5	140	0.4860	0.5889	0.5889	1.2116	0.0570	0.5430	0.6281	0.6281
						-0.9923	9.4124				-1.4875

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q9	HF9	9PIS.	HF / Q	DELTA	Q10	HF10	10PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.5775	0.9386	-0.9386	1.6254	-0.0669	-0.6444	1.1496	-1.1496
J-M	75	3	140	-4.3990	1.0300	-1.0300	0.2342	0.0641	-4.3348	1.0024	-1.0024
M-N	100	2.5	140	-2.9829	1.6266	-1.6266	0.5453	0.0845	-2.8983	1.5423	-1.5423
N-K	75	1.25	140	0.7631	2.8645	2.8645	3.7537	0.0368	0.7999	3.1253	3.1253
						-0.7307	6.1585				-0.5690

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q9	HF9	9PIS.	HF / Q	DELTA	Q10	HF10	10PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.5921	2.3886	-2.3886	4.0338	0.0383	-0.5538	2.1106	-2.1106
K-N	75	1.25	140	-0.7838	3.0099	-3.0099	3.8404	-0.0194	-0.8032	3.1492	-3.1492
N-O	100	2	140	-0.3993	0.1168	-0.1168	0.2926	-0.0570	-0.4563	0.1495	-0.1495
O-L	75	1	140	0.6563	6.4249	6.4249	9.7894	-0.0274	0.6289	5.9374	5.9374
						0.9095	17.9562				0.5281

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q9	HF9	9PIS.	HF / Q	DELTA	Q10	HF10	10PIS.
N-M	100	2.5	140	2.9329	1.5765	1.5765	0.5375	-0.0566	2.8763	1.5207	1.5207
M-P	75	2.5	140	-2.7637	1.0593	-1.0593	0.3833	0.0204	-2.7433	1.0449	-1.0449
P-Q	100	2.5	140	-2.7349	1.3853	-1.3853	0.5065	0.0204	-2.7145	1.3662	-1.3662
Q-N	75	2	140	1.3121	0.7915	0.7915	0.6032	-0.0092	1.3029	0.7813	0.7813
						-0.0766	2.0306				-0.1092

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q9	HF9	9PIS.	HF / Q	DELTA	Q10	HF10	10PIS.
O-N	100	2	140	0.3653	0.0991	0.0991	0.2713	0.0791	0.4444	0.1424	0.1424
N-Q	75	2	140	-1.3453	0.8289	-0.8289	0.6162	0.0418	-1.3035	0.7819	-0.7819
Q-R	100	2.5	140	-2.7787	1.4266	-1.4266	0.5134	-0.0296	-2.8083	1.4548	-1.4548
R-O	75	2	140	2.3283	2.2868	2.2868	0.9822	-0.0296	2.2987	2.2333	2.2333
						0.1304	2.3830				0.1390

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	-0.0288	<	0.0525
2	-0.0080	<	0.0525
3	-0.0559	>	0.0525
4	0.0391	<	0.0525
5	-0.0546	>	0.0525
6	0.0570	>	0.0525
7	0.0641	>	0.0525
8	-0.0274	<	0.0525
9	0.0204	<	0.0525
10	-0.0296	<	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Undécima interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q10	HF10	10PIS.	HF / Q	DELTA	Q11	HF11	11PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.8430	1.4883	-1.4883	0.5235	-0.0128	-2.8558	1.5007	-1.5007
B-E	75	1.5	140	-1.5800	4.5308	-4.5308	2.8676	-0.0242	-1.6042	4.6600	-4.6600
E-F	100	1.5	140	1.2236	3.7647	3.7647	3.0768	-0.0046	1.2190	3.7386	3.7386
F-A	75	2	140	2.4070	2.4319	2.4319	1.0103	-0.0128	2.3942	2.4080	2.4080
						0.1775	7.4783				-0.0142

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q10	HF10	10PIS.	HF / Q	DELTA	Q11	HF11	11PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3620	4.5901	-4.5901	3.3701	-0.0114	-1.3734	4.6615	-4.6615
C-D	75	2	140	-1.3340	0.8161	-0.8161	0.6118	-0.0114	-1.3454	0.8291	-0.8291
D-E	100	2	140	1.1613	0.8420	0.8420	0.7250	-0.0419	1.1194	0.7866	0.7866
E-B	75	1.5	140	1.6162	4.7247	4.7247	2.9233	0.0242	1.6404	4.8564	4.8564
						0.1604	7.6302				0.1525

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q10	HF10	10PIS.	HF / Q	DELTA	Q11	HF11	11PIS.
E-D	100	2	140	-1.1168	0.7833	-0.7833	0.7013	0.0419	-1.0749	0.7298	-0.7298
D-G	75	2	140	-2.6707	2.9476	-2.9476	1.1037	-0.0305	-2.7012	3.0101	-3.0101
G-H	100	2	140	1.0272	0.6710	0.6710	0.6532	-0.1017	0.9255	0.5533	0.5533
H-E	75	1.5	140	1.3398	3.3395	3.3395	2.4925	-0.0223	1.3175	3.2374	3.2374
						0.2797	4.9507				0.0508

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q10	HF10	10PIS.	HF / Q	DELTA	Q11	HF11	11PIS.
F-E	100	1.5	140	-1.2207	3.7482	-3.7482	3.0705	0.0046	-1.2161	3.7221	-3.7221
E-H	75	1.5	140	-1.3286	3.2881	-3.2881	2.4748	0.0223	-1.3063	3.1867	-3.1867
H-I	100	1.25	140	0.6720	3.0189	3.0189	4.4922	0.0885	0.7605	3.7953	3.7953
I-F	75	1.5	140	1.4415	3.8235	3.8235	2.6525	0.0083	1.4498	3.8644	3.8644
						-0.1939	12.6900				0.7508

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q10	HF10	10PIS.	HF / Q	DELTA	Q11	HF11	11PIS.
H-G	100	2	140	-0.9684	0.6017	-0.6017	0.6213	0.1017	-0.8667	0.4900	-0.4900
G-J	75	3	140	-3.3811	0.6330	-0.6330	0.1872	-0.0712	-3.4523	0.6579	-0.6579
J-K	100	1.5	140	0.6436	1.1469	1.1469	1.7820	-0.0235	0.6201	1.0707	1.0707
K-H	75	2	140	1.0154	0.4926	0.4926	0.4851	0.0091	1.0244	0.5007	0.5007
						0.4049	3.0757				0.4235

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q10	HF10	10PIS.	HF / Q	DELTA	Q11	HF11	11PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.7247	3.4714	-3.4714	4.7900	-0.0885	-0.8132	4.2961	-4.2961
H-K	75	2	140	-1.0178	0.4947	-0.4947	0.4861	-0.0091	-1.0269	0.5030	-0.5030
K-L	100	1.25	140	0.5158	1.8506	1.8506	3.5878	0.0639	0.5797	2.2969	2.2969
L-I	75	1.5	140	0.5430	0.6281	0.6281	1.1567	0.0802	0.6233	0.8107	0.8107
						-1.4875	10.0206				-1.6915

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q10	HF10	10PIS.	HF / Q	DELTA	Q11	HF11	11PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.6444	1.1496	-1.1496	1.7841	0.0235	-0.6209	1.0732	-1.0732
J-M	75	3	140	-4.3348	1.0024	-1.0024	0.2312	0.0476	-4.2872	0.9821	-0.9821
M-N	100	2.5	140	-2.8983	1.5423	-1.5423	0.5321	0.0770	-2.8214	1.4674	-1.4674
N-K	75	1.25	140	0.7999	3.1253	3.1253	3.9073	0.0313	0.8312	3.3553	3.3553
						-0.5690	6.4547				-0.1675

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q10	HF10	10PIS.	HF / Q	DELTA	Q11	HF11	11PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.5538	2.1106	-2.1106	3.8109	-0.0639	-0.6177	2.5831	-2.5831
K-N	75	1.25	140	-0.8032	3.1492	-3.1492	3.9210	-0.0313	-0.8345	3.3800	-3.3800
N-O	100	2	140	-0.4563	0.1495	-0.1495	0.3277	-0.0475	-0.5038	0.1796	-0.1796
O-L	75	1	140	0.6289	5.9374	5.9374	9.4406	-0.0163	0.6126	5.6559	5.6559
						0.5281	17.5003				-0.4868

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q10	HF10	10PIS.	HF / Q	DELTA	Q11	HF11	11PIS.
N-M	100	2.5	140	2.8763	1.5207	1.5207	0.5287	-0.0770	2.7993	1.4462	1.4462
M-P	75	2.5	140	-2.7433	1.0449	-1.0449	0.3809	0.0293	-2.7140	1.0243	-1.0243
P-Q	100	2.5	140	-2.7145	1.3662	-1.3662	0.5033	0.0293	-2.6852	1.3391	-1.3391
Q-N	75	2	140	1.3029	0.7813	0.7813	0.5996	-0.0019	1.3010	0.7791	0.7791
						-0.1092	2.0125				-0.1380

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q10	HF10	10PIS.	HF / Q	DELTA	Q11	HF11	11PIS.
O-N	100	2	140	0.4444	0.1424	0.1424	0.3204	0.0475	0.4919	0.1718	0.1718
N-Q	75	2	140	-1.3035	0.7819	-0.7819	0.5999	0.0019	-1.3016	0.7798	-0.7798
Q-R	100	2.5	140	-2.8083	1.4548	-1.4548	0.5181	-0.0312	-2.8395	1.4849	-1.4849
R-O	75	2	140	2.2987	2.2333	2.2333	0.9716	-0.0312	2.2675	2.1776	2.1776
						0.1390	2.4099				0.0847

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	-0.0128	<	0.0525
2	-0.0114	<	0.0525
3	-0.0305	<	0.0525
4	0.0083	<	0.0525
5	-0.0712	>	0.0525
6	0.0802	>	0.0525
7	0.0476	<	0.0525
8	-0.0163	<	0.0525
9	0.0293	<	0.0525
10	-0.0312	<	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Duodécima interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q11	HF11	11PIS.	HF / Q	DELTA	Q12	HF12	12PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.8558	1.5007	-1.5007	0.5255	0.0010	-2.8548	1.4997	-1.4997
B-E	75	1.5	140	-1.6042	4.6600	-4.6600	2.9049	-0.0097	-1.6139	4.7123	-4.7123
E-F	100	1.5	140	1.2190	3.7386	3.7386	3.0669	-0.0298	1.1892	3.5712	3.5712
F-A	75	2	140	2.3942	2.4080	2.4080	1.0058	0.0010	2.3952	2.4099	2.4099
						-0.0142	7.5031				-0.2309

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q11	HF11	11PIS.	HF / Q	DELTA	Q12	HF12	12PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3734	4.6615	-4.6615	3.3941	-0.0107	-1.3841	4.7289	-4.7289
C-D	75	2	140	-1.3454	0.8291	-0.8291	0.6162	-0.0107	-1.3561	0.8413	-0.8413
D-E	100	2	140	1.1194	0.7866	0.7866	0.7028	-0.0164	1.1029	0.7653	0.7653
E-B	75	1.5	140	1.6404	4.8564	4.8564	2.9605	0.0097	1.6501	4.9097	4.9097
						0.1525	7.6736				0.1048

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q11	HF11	11PIS.	HF / Q	DELTA	Q12	HF12	12PIS.
E-D	100	2	140	-1.0749	0.7298	-0.7298	0.6789	0.0164	-1.0585	0.7093	-0.7093
D-G	75	2	140	-2.7012	3.0101	-3.0101	1.1144	-0.0057	-2.7069	3.0219	-3.0219
G-H	100	2	140	0.9255	0.5533	0.5533	0.5978	-0.0827	0.8428	0.4653	0.4653
H-E	75	1.5	140	1.3175	3.2374	3.2374	2.4572	-0.0365	1.2810	3.0734	3.0734
						0.0508	4.8482				-0.1925

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q11	HF11	11PIS.	HF / Q	DELTA	Q12	HF12	12PIS.
F-E	100	1.5	140	-1.2161	3.7221	-3.7221	3.0607	0.0298	-1.1863	3.5552	-3.5552
E-H	75	1.5	140	-1.3063	3.1867	-3.1867	2.4395	0.0365	-1.2698	3.0239	-3.0239
H-I	100	1.25	140	0.7605	3.7953	3.7953	4.9903	0.0520	0.8125	4.2893	4.2893
I-F	75	1.5	140	1.4498	3.8644	3.8644	2.6655	-0.0309	1.4189	3.7134	3.7134
						0.7508	13.1560				1.4236

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q11	HF11	11PIS.	HF / Q	DELTA	Q12	HF12	12PIS.
H-G	100	2	140	-0.8667	0.4900	-0.4900	0.5654	0.0827	-0.7840	0.4070	-0.4070
G-J	75	3	140	-3.4523	0.6579	-0.6579	0.1906	-0.0770	-3.5293	0.6853	-0.6853
J-K	100	1.5	140	0.6201	1.0707	1.0707	1.7265	-0.0631	0.5570	0.8779	0.8779
K-H	75	2	140	1.0244	0.5007	0.5007	0.4888	0.0058	1.0303	0.5060	0.5060
						0.4235	2.9713				0.2916

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q11	HF11	11PIS.	HF / Q	DELTA	Q12	HF12	12PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.8132	4.2961	-4.2961	5.2828	-0.0520	-0.8652	4.8181	-4.8181
H-K	75	2	140	-1.0269	0.5030	-0.5030	0.4898	-0.0058	-1.0327	0.5082	-0.5082
K-L	100	1.25	140	0.5797	2.2969	2.2969	3.9621	0.0976	0.6773	3.0631	3.0631
L-I	75	1.5	140	0.6233	0.8107	0.8107	1.3007	0.0829	0.7061	1.0211	1.0211
						-1.6915	11.0354				-1.2422

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q11	HF11	11PIS.	HF / Q	DELTA	Q12	HF12	12PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.6209	1.0732	-1.0732	1.7286	0.0631	-0.5578	0.8802	-0.8802
J-M	75	3	140	-4.2872	0.9821	-0.9821	0.2291	0.0139	-4.2733	0.9762	-0.9762
M-N	100	2.5	140	-2.8214	1.4674	-1.4674	0.5201	0.0514	-2.7700	1.4183	-1.4183
N-K	75	1.25	140	0.8312	3.3553	3.3553	4.0367	0.0287	0.8599	3.5727	3.5727
						-0.1675	6.5145				0.2979

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q11	HF11	11PIS.	HF / Q	DELTA	Q12	HF12	12PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.6177	2.5831	-2.5831	4.1816	-0.0976	-0.7153	3.3886	-3.3886
K-N	75	1.25	140	-0.8345	3.3800	-3.3800	4.0505	-0.0287	-0.8632	3.5981	-3.5981
N-O	100	2	140	-0.5038	0.1796	-0.1796	0.3565	-0.0041	-0.5078	0.1823	-0.1823
O-L	75	1	140	0.6126	5.6559	5.6559	9.2324	0.0148	0.6274	5.9113	5.9113
						-0.4868	17.8211				-1.2577

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q11	HF11	11PIS.	HF / Q	DELTA	Q12	HF12	12PIS.
N-M	100	2.5	140	2.7993	1.4462	1.4462	0.5166	-0.0514	2.7479	1.3975	1.3975
M-P	75	2.5	140	-2.7140	1.0243	-1.0243	0.3774	0.0375	-2.6766	0.9984	-0.9984
P-Q	100	2.5	140	-2.6852	1.3391	-1.3391	0.4987	0.0375	-2.6478	1.3048	-1.3048
Q-N	75	2	140	1.3010	0.7791	0.7791	0.5989	0.0186	1.3196	0.7999	0.7999
						-0.1380	1.9916				-0.1058

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q11	HF11	11PIS.	HF / Q	DELTA	Q12	HF12	12PIS.
O-N	100	2	140	0.4919	0.1718	0.1718	0.3493	0.0041	0.4960	0.1745	0.1745
N-Q	75	2	140	-1.3016	0.7798	-0.7798	0.5991	-0.0186	-1.3202	0.8006	-0.8006
Q-R	100	2.5	140	-2.8395	1.4849	-1.4849	0.5229	-0.0188	-2.8583	1.5031	-1.5031
R-O	75	2	140	2.2675	2.1776	2.1776	0.9603	-0.0188	2.2487	2.1443	2.1443
						0.0847	2.4317				0.0151

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	0.0010	<	0.0525
2	-0.0107	<	0.0525
3	-0.0057	<	0.0525
4	-0.0309	<	0.0525
5	-0.0770	>	0.0525
6	0.0829	>	0.0525
7	0.0139	<	0.0525
8	0.0148	<	0.0525
9	0.0375	<	0.0525
10	-0.0188	<	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Décimo tercera interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q12	HF12	12PIS.	HF / Q	DELTA	Q13	HF13	13PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.8548	1.4997	-1.4997	0.5253	0.0167	-2.8380	1.4834	-1.4834
B-E	75	1.5	140	-1.6139	4.7123	-4.7123	2.9198	0.0094	-1.6045	4.6616	-4.6616
E-F	100	1.5	140	1.1892	3.5712	3.5712	3.0032	-0.0412	1.1479	3.3452	3.3452
F-A	75	2	140	2.3952	2.4099	2.4099	1.0061	0.0167	2.4120	2.4412	2.4412
						-0.2309	7.4544				-0.3587

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q12	HF12	12PIS.	HF / Q	DELTA	Q13	HF13	13PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3841	4.7289	-4.7289	3.4165	-0.0074	-1.3915	4.7758	-4.7758
C-D	75	2	140	-1.3561	0.8413	-0.8413	0.6204	-0.0074	-1.3635	0.8498	-0.8498
D-E	100	2	140	1.1029	0.7653	0.7653	0.6939	0.0146	1.1175	0.7842	0.7842
E-B	75	1.5	140	1.6501	4.9097	4.9097	2.9754	-0.0094	1.6407	4.8581	4.8581
						0.1048	7.7061				0.0167

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q12	HF12	12PIS.	HF / Q	DELTA	Q13	HF13	13PIS.
E-D	100	2	140	-1.0585	0.7093	-0.7093	0.6701	-0.0146	-1.0731	0.7275	-0.7275
D-G	75	2	140	-2.7069	3.0219	-3.0219	1.1164	0.0146	-2.6923	2.9918	-2.9918
G-H	100	2	140	0.8428	0.4653	0.4653	0.5521	-0.0347	0.8081	0.4305	0.4305
H-E	75	1.5	140	1.2810	3.0734	3.0734	2.3992	-0.0360	1.2450	2.9156	2.9156
						-0.1925	4.7378				-0.3733

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q12	HF12	12PIS.	HF / Q	DELTA	Q13	HF13	13PIS.
F-E	100	1.5	140	-1.1863	3.5552	-3.5552	2.9968	0.0412	-1.1451	3.3301	-3.3301
E-H	75	1.5	140	-1.2698	3.0239	-3.0239	2.3814	0.0360	-1.2338	2.8672	-2.8672
H-I	100	1.25	140	0.8125	4.2893	4.2893	5.2789	-0.0022	0.8104	4.2688	4.2688
I-F	75	1.5	140	1.4189	3.7134	3.7134	2.6170	-0.0580	1.3610	3.4379	3.4379
						1.4236	13.2742				1.5094

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q12	HF12	12PIS.	HF / Q	DELTA	Q13	HF13	13PIS.
H-G	100	2	140	-0.7840	0.4070	-0.4070	0.5192	0.0347	-0.7493	0.3743	-0.3743
G-J	75	3	140	-3.5293	0.6853	-0.6853	0.1942	-0.0567	-3.5860	0.7058	-0.7058
J-K	100	1.5	140	0.5570	0.8779	0.8779	1.5761	-0.0816	0.4754	0.6549	0.6549
K-H	75	2	140	1.0303	0.5060	0.5060	0.4912	-0.0009	1.0294	0.5052	0.5052
						0.2916	2.7807				0.0800

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q12	HF12	12PIS.	HF / Q	DELTA	Q13	HF13	13PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.8652	4.8181	-4.8181	5.5686	0.0022	-0.8630	4.7955	-4.7955
H-K	75	2	140	-1.0327	0.5082	-0.5082	0.4922	0.0009	-1.0318	0.5074	-0.5074
K-L	100	1.25	140	0.6773	3.0631	3.0631	4.5222	0.0922	0.7695	3.8788	3.8788
L-I	75	1.5	140	0.7061	1.0211	1.0211	1.4461	0.0558	0.7619	1.1754	1.1754
						-1.2422	12.0291				-0.2487

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q12	HF12	12PIS.	HF / Q	DELTA	Q13	HF13	13PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.5578	0.8802	-0.8802	1.5781	0.0816	-0.4762	0.6569	-0.6569
J-M	75	3	140	-4.2733	0.9762	-0.9762	0.2285	-0.0249	-4.2982	0.9868	-0.9868
M-N	100	2.5	140	-2.7700	1.4183	-1.4183	0.5120	0.0040	-2.7660	1.4146	-1.4146
N-K	75	1.25	140	0.8599	3.5727	3.5727	4.1550	0.0115	0.8714	3.6616	3.6616
						0.2979	6.4736				0.6034

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q12	HF12	12PIS.	HF / Q	DELTA	Q13	HF13	13PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.7153	3.3886	-3.3886	4.7370	-0.0922	-0.8075	4.2406	-4.2406
K-N	75	1.25	140	-0.8632	3.5981	-3.5981	4.1686	-0.0115	-0.8747	3.6873	-3.6873
N-O	100	2	140	-0.5078	0.1823	-0.1823	0.3589	0.0330	-0.4748	0.1610	-0.1610
O-L	75	1	140	0.6274	5.9113	5.9113	9.4222	0.0364	0.6638	6.5613	6.5613
						-1.2577	18.6867				-1.5275

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q12	HF12	12PIS.	HF / Q	DELTA	Q13	HF13	13PIS.
N-M	100	2.5	140	2.7479	1.3975	1.3975	0.5086	-0.0040	2.7439	1.3937	1.3937
M-P	75	2.5	140	-2.6766	0.9984	-0.9984	0.3730	0.0289	-2.6477	0.9785	-0.9785
P-Q	100	2.5	140	-2.6478	1.3048	-1.3048	0.4928	0.0289	-2.6189	1.2785	-1.2785
Q-N	75	2	140	1.3196	0.7999	0.7999	0.6061	0.0255	1.3452	0.8288	0.8288
						-0.1058	1.9805				-0.0345

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q12	HF12	12PIS.	HF / Q	DELTA	Q13	HF13	13PIS.
O-N	100	2	140	0.4960	0.1745	0.1745	0.3518	-0.0330	0.4630	0.1536	0.1536
N-Q	75	2	140	-1.3202	0.8006	-0.8006	0.6064	-0.0255	-1.3457	0.8294	-0.8294
Q-R	100	2.5	140	-2.8583	1.5031	-1.5031	0.5259	-0.0033	-2.8616	1.5063	-1.5063
R-O	75	2	140	2.2487	2.1443	2.1443	0.9536	-0.0033	2.2454	2.1385	2.1385
						0.0151	2.4376				-0.0436

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	0.0167	<	0.0525
2	-0.0074	<	0.0525
3	0.0220	<	0.0525
4	-0.0580	>	0.0525
5	-0.0567	>	0.0525
6	0.0558	>	0.0525
7	-0.0249	<	0.0525
8	0.0364	<	0.0525
9	0.0289	<	0.0525
10	-0.0033	<	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Décimo cuarta interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q13	HF13	13PIS.	HF / Q	DELTA	Q14	HF14	14PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.8380	1.4834	-1.4834	0.5227	0.0264	-2.8117	1.4581	-1.4581
B-E	75	1.5	140	-1.6045	4.6616	-4.6616	2.9053	0.0252	-1.5793	4.5271	-4.5271
E-F	100	1.5	140	1.1479	3.3452	3.3452	2.9141	-0.0363	1.1117	3.1526	3.1526
F-A	75	2	140	2.4120	2.4412	2.4412	1.0121	0.0264	2.4383	2.4907	2.4907
						-0.3587	7.3542				-0.3419

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q13	HF13	13PIS.	HF / Q	DELTA	Q14	HF14	14PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3915	4.7758	-4.7758	3.4321	-0.0012	-1.3927	4.7834	-4.7834
C-D	75	2	140	-1.3635	0.8498	-0.8498	0.6233	-0.0012	-1.3647	0.8512	-0.8512
D-E	100	2	140	1.1175	0.7842	0.7842	0.7017	0.0421	1.1596	0.8397	0.8397
E-B	75	1.5	140	1.6407	4.8581	4.8581	2.9610	-0.0252	1.6155	4.7209	4.7209
						0.0167	7.7180				-0.0740

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q13	HF13	13PIS.	HF / Q	DELTA	Q14	HF14	14PIS.
E-D	100	2	140	-1.0731	0.7275	-0.7275	0.6779	-0.0421	-1.1152	0.7812	-0.7812
D-G	75	2	140	-2.6923	2.9918	-2.9918	1.1112	0.0146	-2.6777	2.9619	-2.9619
G-H	100	2	140	0.8081	0.4305	0.4305	0.5327	0.0264	0.8345	0.4569	0.4569
H-E	75	1.5	140	1.2450	2.9156	2.9156	2.3418	-0.0194	1.2256	2.8321	2.8321
						-0.3733	4.6637				-0.4541

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q13	HF13	13PIS.	HF / Q	DELTA	Q14	HF14	14PIS.
F-E	100	1.5	140	-1.1451	3.3301	-3.3301	2.9081	0.0363	-1.1088	3.1374	-3.1374
E-H	75	1.5	140	-1.2338	2.8672	-2.8672	2.3239	0.0194	-1.2144	2.7844	-2.7844
H-I	100	1.25	140	0.8104	4.2688	4.2688	5.2676	-0.0520	0.7584	3.7759	3.7759
I-F	75	1.5	140	1.3610	3.4379	3.4379	2.5261	-0.0626	1.2983	3.1507	3.1507
						1.5094	13.0258				1.0048

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q13	HF13	13PIS.	HF / Q	DELTA	Q14	HF14	14PIS.
H-G	100	2	140	-0.7493	0.3743	-0.3743	0.4996	-0.0264	-0.7757	0.3991	-0.3991
G-J	75	3	140	-3.5860	0.7058	-0.7058	0.1968	-0.0169	-3.6028	0.7119	-0.7119
J-K	100	1.5	140	0.4754	0.6549	0.6549	1.3775	-0.0684	0.4070	0.4913	0.4913
K-H	75	2	140	1.0294	0.5052	0.5052	0.4908	-0.0062	1.0232	0.4996	0.4996
						0.0800	2.5647				-0.1201

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q13	HF13	13PIS.	HF / Q	DELTA	Q14	HF14	14PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.8630	4.7955	-4.7955	5.5566	0.0520	-0.8110	4.2746	-4.2746
H-K	75	2	140	-1.0318	0.5074	-0.5074	0.4918	0.0062	-1.0256	0.5018	-0.5018
K-L	100	1.25	140	0.7695	3.8788	3.8788	5.0404	0.0526	0.8221	4.3835	4.3835
L-I	75	1.5	140	0.7619	1.1754	1.1754	1.5426	0.0106	0.7726	1.2061	1.2061
						-0.2487	12.6314				0.8132

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q13	HF13	13PIS.	HF / Q	DELTA	Q14	HF14	14PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.4762	0.6569	-0.6569	1.3796	0.0684	-0.4078	0.4931	-0.4931
J-M	75	3	140	-4.2982	0.9868	-0.9868	0.2296	-0.0516	-4.3497	1.0088	-1.0088
M-N	100	2.5	140	-2.7660	1.4146	-1.4146	0.5114	-0.0422	-2.8082	1.4547	-1.4547
N-K	75	1.25	140	0.8714	3.6616	3.6616	4.2022	-0.0097	0.8617	3.5866	3.5866
						0.6034	6.3228				0.6300

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q13	HF13	13PIS.	HF / Q	DELTA	Q14	HF14	14PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.8075	4.2406	-4.2406	5.2512	-0.0526	-0.8601	4.7657	-4.7657
K-N	75	1.25	140	-0.8747	3.6873	-3.6873	4.2158	0.0097	-0.8650	3.6120	-3.6120
N-O	100	2	140	-0.4748	0.1610	-0.1610	0.3390	0.0517	-0.4231	0.1300	-0.1300
O-L	75	1	140	0.6638	6.5613	6.5613	9.8851	0.0419	0.7057	7.3480	7.3480
						-1.5275	19.6911				-1.1597

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q13	HF13	13PIS.	HF / Q	DELTA	Q14	HF14	14PIS.
N-M	100	2.5	140	2.7439	1.3937	1.3937	0.5079	0.0422	2.7861	1.4336	1.4336
M-P	75	2.5	140	-2.6477	0.9785	-0.9785	0.3696	0.0094	-2.6383	0.9721	-0.9721
P-Q	100	2.5	140	-2.6189	1.2785	-1.2785	0.4882	0.0094	-2.6095	1.2701	-1.2701
Q-N	75	2	140	1.3452	0.8288	0.8288	0.6162	0.0191	1.3643	0.8507	0.8507
						-0.0345	1.9819				0.0422

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q13	HF13	13PIS.	HF / Q	DELTA	Q14	HF14	14PIS.
O-N	100	2	140	0.4630	0.1536	0.1536	0.3318	-0.0517	0.4113	0.1234	0.1234
N-Q	75	2	140	-1.3457	0.8294	-0.8294	0.6163	-0.0191	-1.3648	0.8513	-0.8513
Q-R	100	2.5	140	-2.8616	1.5063	-1.5063	0.5264	0.0097	-2.8519	1.4969	-1.4969
R-O	75	2	140	2.2454	2.1385	2.1385	0.9524	0.0097	2.2551	2.1556	2.1556
						-0.0436	2.4269				-0.0692

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	0.0264	<	0.0525
2	-0.0012	<	0.0525
3	0.0433	<	0.0525
4	-0.0626	>	0.0525
5	-0.0169	<	0.0525
6	0.0106	>	0.0525
7	-0.0516	<	0.0525
8	0.0419	<	0.0525
9	0.0094	<	0.0525
10	0.0097	<	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Décimo quinta interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q14	HF14	14PIS.	HF / Q	DELTA	Q15	HF15	15PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.8117	1.4581	-1.4581	0.5186	0.0255	-2.7861	1.4336	-1.4336
B-E	75	1.5	140	-1.5793	4.5271	-4.5271	2.8665	0.0307	-1.5486	4.3656	-4.3656
E-F	100	1.5	140	1.1117	3.1526	3.1526	2.8360	-0.0178	1.0938	3.0594	3.0594
F-A	75	2	140	2.4383	2.4907	2.4907	1.0215	0.0255	2.4639	2.5393	2.5393
						-0.3419	7.2425				-0.2006

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q14	HF14	14PIS.	HF / Q	DELTA	Q15	HF15	15PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3927	4.7834	-4.7834	3.4347	0.0052	-1.3875	4.7504	-4.7504
C-D	75	2	140	-1.3647	0.8512	-0.8512	0.6237	0.0052	-1.3595	0.8452	-0.8452
D-E	100	2	140	1.1596	0.8397	0.8397	0.7241	0.0578	1.2175	0.9189	0.9189
E-B	75	1.5	140	1.6155	4.7209	4.7209	2.9223	-0.0307	1.5848	4.5563	4.5563
						-0.0740	7.7048				-0.1204

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q14	HF14	14PIS.	HF / Q	DELTA	Q15	HF15	15PIS.
E-D	100	2	140	-1.1152	0.7812	-0.7812	0.7005	-0.0578	-1.1730	0.8577	-0.8577
D-G	75	2	140	-2.6777	2.9619	-2.9619	1.1061	0.0146	-2.6631	2.9321	-2.9321
G-H	100	2	140	0.8345	0.4569	0.4569	0.5475	0.0796	0.9141	0.5407	0.5407
H-E	75	1.5	140	1.2256	2.8321	2.8321	2.3107	0.0093	1.2349	2.8720	2.8720
						-0.4541	4.6648				-0.3771

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q14	HF14	14PIS.	HF / Q	DELTA	Q15	HF15	15PIS.
F-E	100	1.5	140	-1.1088	3.1374	-3.1374	2.8296	0.0178	-1.0910	3.0449	-3.0449
E-H	75	1.5	140	-1.2144	2.7844	-2.7844	2.2928	-0.0093	-1.2237	2.8240	-2.8240
H-I	100	1.25	140	0.7584	3.7759	3.7759	4.9789	-0.0781	0.6803	3.0882	3.0882
I-F	75	1.5	140	1.2983	3.1507	3.1507	2.4267	-0.0434	1.2550	2.9590	2.9590
						1.0048	12.5280				0.1784

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q14	HF14	14PIS.	HF / Q	DELTA	Q15	HF15	15PIS.
H-G	100	2	140	-0.7757	0.3991	-0.3991	0.5145	-0.0796	-0.8553	0.4782	-0.4782
G-J	75	3	140	-3.6028	0.7119	-0.7119	0.1976	0.0270	-3.5759	0.7021	-0.7021
J-K	100	1.5	140	0.4070	0.4913	0.4913	1.2072	-0.0287	0.3783	0.4291	0.4291
K-H	75	2	140	1.0232	0.4996	0.4996	0.4883	-0.0078	1.0154	0.4926	0.4926
						-0.1201	2.4076				-0.2585

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q14	HF14	14PIS.	HF / Q	DELTA	Q15	HF15	15PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.8110	4.2746	-4.2746	5.2707	0.0781	-0.7329	3.5444	-3.5444
H-K	75	2	140	-1.0256	0.5018	-0.5018	0.4893	0.0078	-1.0178	0.4947	-0.4947
K-L	100	1.25	140	0.8221	4.3835	4.3835	5.3320	-0.0041	0.8180	4.3431	4.3431
L-I	75	1.5	140	0.7726	1.2061	1.2061	1.5611	-0.0347	0.7378	1.1075	1.1075
						0.8132	12.6531				1.4115

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q14	HF14	14PIS.	HF / Q	DELTA	Q15	HF15	15PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.4078	0.4931	-0.4931	1.2093	0.0287	-0.3791	0.4308	-0.4308
J-M	75	3	140	-4.3497	1.0088	-1.0088	0.2319	-0.0556	-4.4054	1.0328	-1.0328
M-N	100	2.5	140	-2.8082	1.4547	-1.4547	0.5180	-0.0671	-2.8753	1.5197	-1.5197
N-K	75	1.25	140	0.8617	3.5866	3.5866	4.1622	-0.0250	0.8368	3.3972	3.3972
						0.6300	6.1214				0.4139

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q14	HF14	14PIS.	HF / Q	DELTA	Q15	HF15	15PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.8601	4.7657	-4.7657	5.5406	0.0041	-0.8560	4.7238	-4.7238
K-N	75	1.25	140	-0.8650	3.6120	-3.6120	4.1760	0.0250	-0.8400	3.4213	-3.4213
N-O	100	2	140	-0.4231	0.1300	-0.1300	0.3073	0.0462	-0.3769	0.1050	-0.1050
O-L	75	1	140	0.7057	7.3480	7.3480	10.4125	0.0307	0.7364	7.9503	7.9503
						-1.1597	20.4365				-0.2997

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q14	HF14	14PIS.	HF / Q	DELTA	Q15	HF15	15PIS.
N-M	100	2.5	140	2.7861	1.4336	1.4336	0.5146	0.0671	2.8532	1.4982	1.4982
M-P	75	2.5	140	-2.6383	0.9721	-0.9721	0.3685	-0.0114	-2.6497	0.9799	-0.9799
P-Q	100	2.5	140	-2.6095	1.2701	-1.2701	0.4867	-0.0114	-2.6209	1.2803	-1.2803
Q-N	75	2	140	1.3643	0.8507	0.8507	0.6236	0.0041	1.3684	0.8555	0.8555
						0.0422	1.9933				0.0934

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q14	HF14	14PIS.	HF / Q	DELTA	Q15	HF15	15PIS.
O-N	100	2	140	0.4113	0.1234	0.1234	0.3000	-0.0462	0.3651	0.0990	0.0990
N-Q	75	2	140	-1.3648	0.8513	-0.8513	0.6238	-0.0041	-1.3689	0.8560	-0.8560
Q-R	100	2.5	140	-2.8519	1.4969	-1.4969	0.5249	0.0156	-2.8364	1.4819	-1.4819
R-O	75	2	140	2.2551	2.1556	2.1556	0.9559	0.0156	2.2706	2.1831	2.1831
						-0.0692	2.4046				-0.0559

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	0.0255	<	0.0525
2	0.0052	<	0.0525
3	0.0526	>	0.0525
4	-0.0434	>	0.0525
5	0.0270	<	0.0525
6	-0.0347	<	0.0525
7	-0.0556	>	0.0525
8	0.0307	<	0.0525
9	-0.0114	<	0.0525
10	0.0156	<	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Décimo sexta interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q15	HF15	15PIS.	HF / Q	DELTA	Q16	HF16	16PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.7861	1.4336	-1.4336	0.5146	0.0151	-2.7710	1.4193	-1.4193
B-E	75	1.5	140	-1.5486	4.3656	-4.3656	2.8190	0.0236	-1.5250	4.2433	-4.2433
E-F	100	1.5	140	1.0938	3.0594	3.0594	2.7970	0.0071	1.1009	3.0962	3.0962
F-A	75	2	140	2.4639	2.5393	2.5393	1.0306	0.0151	2.4790	2.5681	2.5681
						-0.2006	7.1612				0.0017

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q15	HF15	15PIS.	HF / Q	DELTA	Q16	HF16	16PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3875	4.7504	-4.7504	3.4238	0.0085	-1.3790	4.6967	-4.6967
C-D	75	2	140	-1.3595	0.8452	-0.8452	0.6217	0.0085	-1.3510	0.8354	-0.8354
D-E	100	2	140	1.2175	0.9189	0.9189	0.7548	0.0514	1.2689	0.9919	0.9919
E-B	75	1.5	140	1.5848	4.5563	4.5563	2.8750	-0.0236	1.5612	4.4316	4.4316
						-0.1204	7.6752				-0.1086

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q15	HF15	15PIS.	HF / Q	DELTA	Q16	HF16	16PIS.
E-D	100	2	140	-1.1730	0.8577	-0.8577	0.7312	-0.0514	-1.2244	0.9285	-0.9285
D-G	75	2	140	-2.6631	2.9321	-2.9321	1.1010	0.0146	-2.6485	2.9024	-2.9024
G-H	100	2	140	0.9141	0.5407	0.5407	0.5915	0.1018	1.0159	0.6574	0.6574
H-E	75	1.5	140	1.2349	2.8720	2.8720	2.3257	0.0349	1.2698	3.0239	3.0239
						-0.3771	4.7494				-0.1496

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q15	HF15	15PIS.	HF / Q	DELTA	Q16	HF16	16PIS.
F-E	100	1.5	140	-1.0910	3.0449	-3.0449	2.7909	-0.0071	-1.0981	3.0817	-3.0817
E-H	75	1.5	140	-1.2237	2.8240	-2.8240	2.3077	-0.0349	-1.2586	2.9748	-2.9748
H-I	100	1.25	140	0.6803	3.0882	3.0882	4.5395	-0.0709	0.6094	2.5193	2.5193
I-F	75	1.5	140	1.2550	2.9590	2.9590	2.3579	-0.0080	1.2469	2.9238	2.9238
						0.1784	11.9960				-0.6133

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q15	HF15	15PIS.	HF / Q	DELTA	Q16	HF16	16PIS.
H-G	100	2	140	-0.8553	0.4782	-0.4782	0.5591	-0.1018	-0.9571	0.5887	-0.5887
G-J	75	3	140	-3.5759	0.7021	-0.7021	0.1963	0.0588	-3.5170	0.6809	-0.6809
J-K	100	1.5	140	0.3783	0.4291	0.4291	1.1344	0.0213	0.3996	0.4749	0.4749
K-H	75	2	140	1.0154	0.4926	0.4926	0.4851	-0.0040	1.0114	0.4890	0.4890
						-0.2585	2.3749				-0.3057

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q15	HF15	15PIS.	HF / Q	DELTA	Q16	HF16	16PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.7329	3.5444	-3.5444	4.8360	-0.0709	-0.8038	4.2047	-4.2047
H-K	75	2	140	-1.0178	0.4947	-0.4947	0.4861	0.0040	-1.0138	0.4912	-0.4912
K-L	100	1.25	140	0.8180	4.3431	4.3431	5.3092	-0.0550	0.7630	3.8184	3.8184
L-I	75	1.5	140	0.7378	1.1075	1.1075	1.5010	-0.0629	0.6749	0.9392	0.9392
						1.4115	12.1323				0.0617

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q15	HF15	15PIS.	HF / Q	DELTA	Q16	HF16	16PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.3791	0.4308	-0.4308	1.1365	-0.0213	-0.4004	0.4767	-0.4767
J-M	75	3	140	-4.4054	1.0328	-1.0328	0.2344	-0.0375	-4.4429	1.0491	-1.0491
M-N	100	2.5	140	-2.8753	1.5197	-1.5197	0.5285	-0.0627	-2.9380	1.5816	-1.5816
N-K	75	1.25	140	0.8368	3.3972	3.3972	4.0600	-0.0297	0.8071	3.1775	3.1775
						0.4139	5.9595				0.0702

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q15	HF15	15PIS.	HF / Q	DELTA	Q16	HF16	16PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.8560	4.7238	-4.7238	5.5181	0.0550	-0.8010	4.1776	-4.1776
K-N	75	1.25	140	-0.8400	3.4213	-3.4213	4.0732	0.0297	-0.8103	3.2009	-3.2009
N-O	100	2	140	-0.3769	0.1050	-0.1050	0.2786	0.0205	-0.3564	0.0947	-0.0947
O-L	75	1	140	0.7364	7.9503	7.9503	10.7967	0.0078	0.7442	8.1068	8.1068
						-0.2997	20.6666				0.6336

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q15	HF15	15PIS.	HF / Q	DELTA	Q16	HF16	16PIS.
N-M	100	2.5	140	2.8532	1.4982	1.4982	0.5251	0.0627	2.9159	1.5596	1.5596
M-P	75	2.5	140	-2.6497	0.9799	-0.9799	0.3698	-0.0251	-2.6749	0.9972	-0.9972
P-Q	100	2.5	140	-2.6209	1.2803	-1.2803	0.4885	-0.0251	-2.6461	1.3032	-1.3032
Q-N	75	2	140	1.3684	0.8555	0.8555	0.6252	-0.0125	1.3560	0.8412	0.8412
						0.0934	2.0085				0.1004

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q15	HF15	15PIS.	HF / Q	DELTA	Q16	HF16	16PIS.
O-N	100	2	140	0.3651	0.0990	0.0990	0.2711	-0.0205	0.3446	0.0890	0.0890
N-Q	75	2	140	-1.3689	0.8560	-0.8560	0.6254	0.0125	-1.3564	0.8416	-0.8416
Q-R	100	2.5	140	-2.8364	1.4819	-1.4819	0.5225	0.0127	-2.8237	1.4696	-1.4696
R-O	75	2	140	2.2706	2.1831	2.1831	0.9614	0.0127	2.2833	2.2057	2.2057
						-0.0559	2.3804				-0.0166

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	0.0151	<	0.0525
2	0.0085	<	0.0525
3	0.0429	<	0.0525
4	-0.0080	<	0.0525
5	0.0588	>	0.0525
6	-0.0629	>	0.0525
7	-0.0375	<	0.0525
8	0.0078	<	0.0525
9	-0.0251	<	0.0525
10	0.0127	<	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Décimo séptima interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q16	HF16	16PIS.	HF / Q	DELTA	Q17	HF17	17PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.7710	1.4193	-1.4193	0.5122	-0.0001	-2.7711	1.4194	-1.4194
B-E	75	1.5	140	-1.5250	4.2433	-4.2433	2.7825	0.0076	-1.5175	4.2048	-4.2048
E-F	100	1.5	140	1.1009	3.0962	3.0962	2.8124	0.0283	1.1293	3.2456	3.2456
F-A	75	2	140	2.4790	2.5681	2.5681	1.0360	-0.0001	2.4789	2.5680	2.5680
						0.0017	7.1431				0.1893

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q16	HF16	16PIS.	HF / Q	DELTA	Q17	HF17	17PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3790	4.6967	-4.6967	3.4059	0.0077	-1.3713	4.6483	-4.6483
C-D	75	2	140	-1.3510	0.8354	-0.8354	0.6184	0.0077	-1.3433	0.8267	-0.8267
D-E	100	2	140	1.2689	0.9919	0.9919	0.7818	0.0242	1.2931	1.0272	1.0272
E-B	75	1.5	140	1.5612	4.4316	4.4316	2.8386	-0.0076	1.5536	4.3917	4.3917
						-0.1086	7.6446				-0.0560

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q16	HF16	16PIS.	HF / Q	DELTA	Q17	HF17	17PIS.
E-D	100	2	140	-1.2244	0.9285	-0.9285	0.7584	0.0242	-1.2002	0.8949	-0.8949
D-G	75	2	140	-2.6485	2.9024	-2.9024	1.0959	0.0146	-2.6339	2.8729	-2.8729
G-H	100	2	140	1.0159	0.6574	0.6574	0.6471	0.0832	1.0990	0.7603	0.7603
H-E	75	1.5	140	1.2698	3.0239	3.0239	2.3814	0.0450	1.3148	3.2251	3.2251
						-0.1496	4.8828				0.2177

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q16	HF16	16PIS.	HF / Q	DELTA	Q17	HF17	17PIS.
F-E	100	1.5	140	-1.0981	3.0817	-3.0817	2.8064	-0.0283	-1.1264	3.2302	-3.2302
E-H	75	1.5	140	-1.2586	2.9748	-2.9748	2.3635	-0.0450	-1.3036	3.1745	-3.1745
H-I	100	1.25	140	0.6094	2.5193	2.5193	4.1343	0.0257	0.6351	2.8637	2.8637
I-F	75	1.5	140	1.2469	2.9238	2.9238	2.3448	0.0285	1.2754	3.0486	3.0486
						-0.6133	11.6490				-0.4924

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q16	HF16	16PIS.	HF / Q	DELTA	Q17	HF17	17PIS.
H-G	100	2	140	-0.9571	0.5887	-0.5887	0.6152	-0.0832	-1.0403	0.6869	-0.6869
G-J	75	3	140	-3.5170	0.6809	-0.6809	0.1936	0.0666	-3.4504	0.6572	-0.6572
J-K	100	1.5	140	0.3996	0.4749	0.4749	1.1884	0.0602	0.4598	0.6157	0.6157
K-H	75	2	140	1.0114	0.4890	0.4890	0.4835	0.0639	1.0752	0.5476	0.5476
						-0.3057	2.4807				-0.1808

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q16	HF16	16PIS.	HF / Q	DELTA	Q17	HF17	17PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.8038	4.2047	-4.2047	5.2309	-0.0257	-0.8295	4.4568	-4.4568
H-K	75	2	140	-1.0138	0.4912	-0.4912	0.4845	-0.0639	-1.0777	0.5500	-0.5500
K-L	100	1.25	140	0.7630	3.8184	3.8184	5.0045	-0.0196	0.7434	3.6389	3.6389
L-I	75	1.5	140	0.6749	0.9392	0.9392	1.3915	-0.0028	0.6722	0.9322	0.9322
						0.0617	12.1113				-0.4356

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q16	HF16	16PIS.	HF / Q	DELTA	Q17	HF17	17PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.4004	0.4767	-0.4767	1.1906	-0.0602	-0.4606	0.6177	-0.6177
J-M	75	3	140	-4.4429	1.0491	-1.0491	0.2361	-0.0064	-4.4493	1.0519	-1.0519
M-N	100	2.5	140	-2.9380	1.5816	-1.5816	0.5383	-0.0333	-2.9713	1.6149	-1.6149
N-K	75	1.25	140	0.8071	3.1775	3.1775	3.9372	-0.0233	0.7838	3.0099	3.0099
						0.0702	5.9022				-0.2746

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q16	HF16	16PIS.	HF / Q	DELTA	Q17	HF17	17PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.8010	4.1776	-4.1776	5.2153	0.0196	-0.7814	3.9905	-3.9905
K-N	75	1.25	140	-0.8103	3.2009	-3.2009	3.9505	0.0233	-0.7870	3.0327	-3.0327
N-O	100	2	140	-0.3564	0.0947	-0.0947	0.2657	-0.0131	-0.3694	0.1012	-0.1012
O-L	75	1	140	0.7442	8.1068	8.1068	10.8932	-0.0169	0.7274	7.7715	7.7715
						0.6336	20.3246				0.6472

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q16	HF16	16PIS.	HF / Q	DELTA	Q17	HF17	17PIS.
N-M	100	2.5	140	2.9159	1.5596	1.5596	0.5349	0.0333	2.9492	1.5927	1.5927
M-P	75	2.5	140	-2.6749	0.9972	-0.9972	0.3728	-0.0269	-2.7017	1.0157	-1.0157
P-Q	100	2.5	140	-2.6461	1.3032	-1.3032	0.4925	-0.0269	-2.6729	1.3277	-1.3277
Q-N	75	2	140	1.3560	0.8412	0.8412	0.6204	-0.0231	1.3329	0.8149	0.8149
						0.1004	2.0205				0.0641

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q16	HF16	16PIS.	HF / Q	DELTA	Q17	HF17	17PIS.
O-N	100	2	140	0.3446	0.0890	0.0890	0.2581	0.0131	0.3577	0.0953	0.0953
N-Q	75	2	140	-1.3564	0.8416	-0.8416	0.6205	0.0231	-1.3333	0.8153	-0.8153
Q-R	100	2.5	140	-2.8237	1.4696	-1.4696	0.5205	0.0038	-2.8199	1.4660	-1.4660
R-O	75	2	140	2.2833	2.2057	2.2057	0.9660	0.0038	2.2871	2.2125	2.2125
						-0.0166	2.3651				0.0265

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	-0.0001	<	0.0525
2	0.0077	<	0.0525
3	0.0166	<	0.0525
4	0.0285	<	0.0525
5	0.0666	>	0.0525
6	-0.0028	<	0.0525
7	-0.0064	<	0.0525
8	-0.0169	<	0.0525
9	-0.0269	<	0.0525
10	0.0038	<	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Décimo octava interacción.

CIRCUITO 1											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q17	HF17	17PIS.	HF / Q	DELTA	Q18	HF18	18PIS.
A-B	100	2.5	140	-2.7711	1.4194	-1.4194	0.5122	-0.0142	-2.7854	1.4330	-1.4330
B-E	75	1.5	140	-1.5175	4.2048	-4.2048	2.7710	-0.0103	-1.5277	4.2573	-4.2573
E-F	100	1.5	140	1.1293	3.2456	3.2456	2.8741	0.0076	1.1368	3.2856	3.2856
F-A	75	2	140	2.4789	2.5680	2.5680	1.0359	-0.0142	2.4646	2.5406	2.5406
						0.1893	7.1932				0.1360

CIRCUITO 2											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q17	HF17	17PIS.	HF / Q	DELTA	Q18	HF18	18PIS.
B-C	100	1.5	140	-1.3713	4.6483	-4.6483	3.3896	0.0040	-1.3674	4.6239	-4.6239
C-D	75	2	140	-1.3433	0.8267	-0.8267	0.6154	0.0040	-1.3394	0.8222	-0.8222
D-E	100	2	140	1.2931	1.0272	1.0272	0.7944	-0.0197	1.2734	0.9985	0.9985
E-B	75	1.5	140	1.5536	4.3917	4.3917	2.8268	-0.0076	1.5460	4.3521	4.3521
						-0.0560	7.6262				-0.0955

CIRCUITO 3											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q17	HF17	17PIS.	HF / Q	DELTA	Q18	HF18	18PIS.
E-D	100	2	140	-1.2002	0.8949	-0.8949	0.7456	0.0242	-1.1760	0.8618	-0.8618
D-G	75	2	140	-2.6339	2.8729	-2.8729	1.0907	0.0146	-2.6193	2.8435	-2.8435
G-H	100	2	140	1.0990	0.7603	0.7603	0.6918	0.0126	1.1116	0.7765	0.7765
H-E	75	1.5	140	1.3148	3.2251	3.2251	2.4529	-0.0018	1.3130	3.2170	3.2170
						0.2177	4.9811				0.2882

CIRCUITO 4											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q17	HF17	17PIS.	HF / Q	DELTA	Q18	HF18	18PIS.
F-E	100	1.5	140	-1.1264	3.2302	-3.2302	2.8677	-0.0283	-1.1547	3.3819	-3.3819
E-H	75	1.5	140	-1.3036	3.1745	-3.1745	2.4352	-0.0450	-1.3486	3.3802	-3.3802
H-I	100	1.25	140	0.6351	2.8637	2.8637	4.5092	0.0412	0.6762	3.0539	3.0539
I-F	75	1.5	140	1.2754	3.0486	3.0486	2.3904	0.0218	1.2972	3.1457	3.1457
						-0.4924	12.2024				-0.5625

CIRCUITO 5											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q17	HF17	17PIS.	HF / Q	DELTA	Q18	HF18	18PIS.
H-G	100	2	140	-1.0403	0.6869	-0.6869	0.6603	-0.0832	-1.1235	0.7920	-0.7920
G-J	75	3	140	-3.4504	0.6572	-0.6572	0.1905	0.0362	-3.4142	0.6445	-0.6445
J-K	100	1.5	140	0.4598	0.6157	0.6157	1.3390	0.0611	0.5209	0.7755	0.7755
K-H	75	2	140	1.0752	0.5476	0.5476	0.5093	0.0556	1.1308	0.6011	0.6011
						-0.1808	2.6991				-0.0598

CIRCUITO 6											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q17	HF17	17PIS.	HF / Q	DELTA	Q18	HF18	18PIS.
I-H	100	1.25	140	-0.8295	4.4568	-4.4568	5.3727	-0.0257	-0.8552	4.7156	-4.7156
H-K	75	2	140	-1.0777	0.5500	-0.5500	0.5103	-0.0639	-1.1416	0.6118	-0.6118
K-L	100	1.25	140	0.7434	3.6389	3.6389	4.8950	0.0018	0.7452	3.6552	3.6552
L-I	75	1.5	140	0.6722	0.9322	0.9322	1.3869	0.0194	0.6915	0.9824	0.9824
						-0.4356	12.1649				-0.6898

CIRCUITO 7											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q17	HF17	17PIS.	HF / Q	DELTA	Q18	HF18	18PIS.
K-J	100	1.5	140	-0.4606	0.6177	-0.6177	1.3411	-0.0602	-0.5208	0.7752	-0.7752
J-M	75	3	140	-4.4493	1.0519	-1.0519	0.2364	0.0249	-4.4244	1.0411	-1.0411
M-N	100	2.5	140	-2.9713	1.6149	-1.6149	0.5435	0.0078	-2.9635	1.6071	-1.6071
N-K	75	1.25	140	0.7838	3.0099	3.0099	3.8403	0.0073	0.7911	3.0620	3.0620
						-0.2746	5.9613				-0.3614

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q17	HF17	17PIS.	HF / Q	DELTA	Q18	HF18	18PIS.
L-K	100	1.25	140	-0.7814	3.9905	-3.9905	5.1066	0.0196	-0.7618	3.8073	-3.8073
K-N	75	1.25	140	-0.7870	3.0327	-3.0327	3.8537	0.0233	-0.7637	2.8687	-2.8687
N-O	100	2	140	-0.3694	0.1012	-0.1012	0.2738	-0.0236	-0.3931	0.1135	-0.1135
O-L	75	1	140	0.7274	7.7715	7.7715	10.6846	-0.0176	0.7098	7.4272	7.4272
						0.6472	19.9187				0.6378

CIRCUITO 9											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q17	HF17	17PIS.	HF / Q	DELTA	Q18	HF18	18PIS.
N-M	100	2.5	140	2.9492	1.5927	1.5927	0.5401	0.0333	2.9825	1.6262	1.6262
M-P	75	2.5	140	-2.7017	1.0157	-1.0157	0.3760	-0.0171	-2.7189	1.0277	-1.0277
P-Q	100	2.5	140	-2.6729	1.3277	-1.3277	0.4967	-0.0171	-2.6901	1.3436	-1.3436
Q-N	75	2	140	1.3329	0.8149	0.8149	0.6114	-0.0232	1.3097	0.7888	0.7888
						0.0641	2.0241				0.0437

CIRCUITO 10											
TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q17	HF17	17PIS.	HF / Q	DELTA	Q18	HF18	18PIS.
O-N	100	2	140	0.3577	0.0953	0.0953	0.2665	0.0131	0.3708	0.1019	0.1019
N-Q	75	2	140	-1.3333	0.8153	-0.8153	0.6115	0.0231	-1.3102	0.7894	-0.7894
Q-R	100	2.5	140	-2.8199	1.4660	-1.4660	0.5199	-0.0061	-2.8259	1.4718	-1.4718
R-O	75	2	140	2.2871	2.2125	2.2125	0.9674	-0.0061	2.2811	2.2018	2.2018
						0.0265	2.3652				0.0425

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

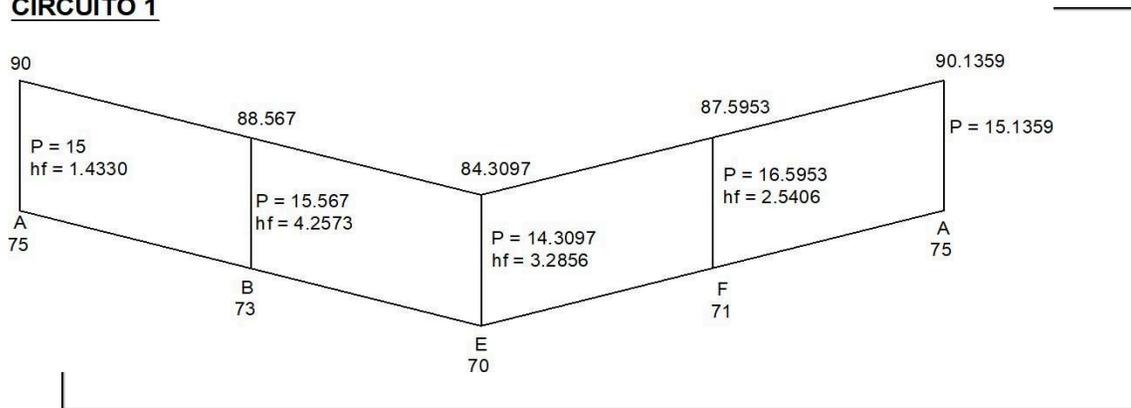
Circuito	Corrección	Mayor o menor	1% del caudal
1	-0.0142	<	0.0525
2	0.0040	<	0.0525
3	-0.0236	<	0.0525
4	0.0218	<	0.0525
5	0.0362	<	0.0525
6	0.0194	<	0.0525
7	0.0249	<	0.0525
8	-0.0176	<	0.0525
9	-0.0171	<	0.0525
10	-0.0061	<	0.0525

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Cotas piezométricas y las presiones en cada nodo del circuito.

Las presiones de la red de distribución deben encontrarse dentro de los 10 y los 40 metros columna de agua (m.c.a.), de manera que para cumplir con dicho requerimiento es necesario que en la entrada de la red exista una presión que permita satisfacer dicha condición. En el nodo a una presión de 15 m.c.a. entonces las cotas piezométricas y las presiones serán las siguientes:

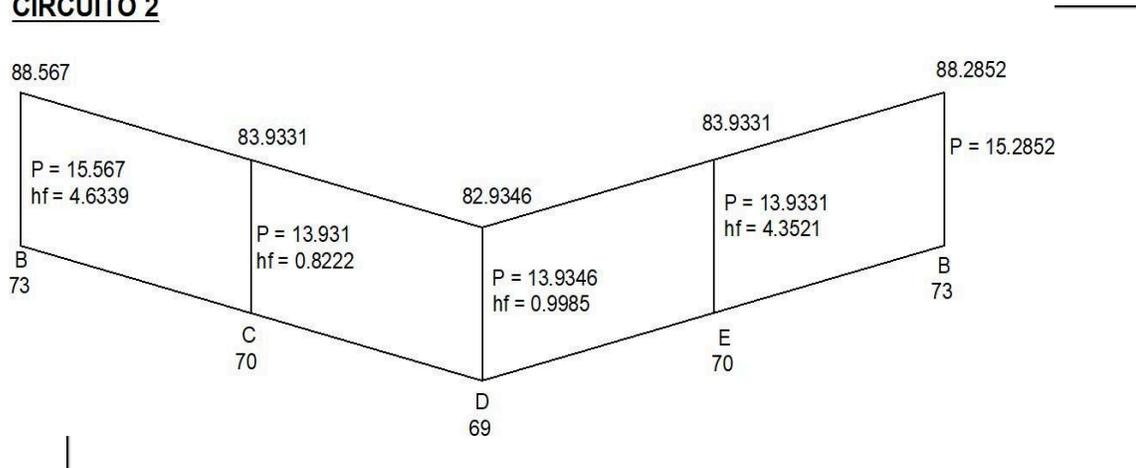
CIRCUITO 1



Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

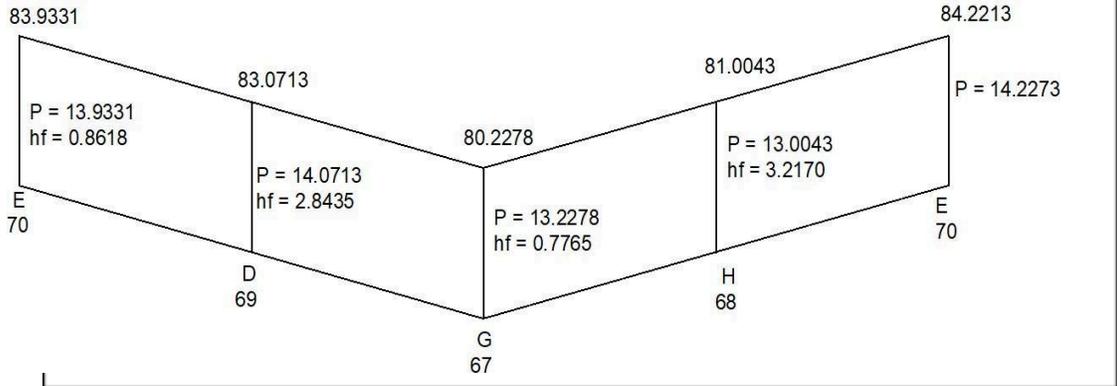
La diferencia en las presiones debe ser mínima, y la compensación de los caudales no es exacta.

CIRCUITO 2



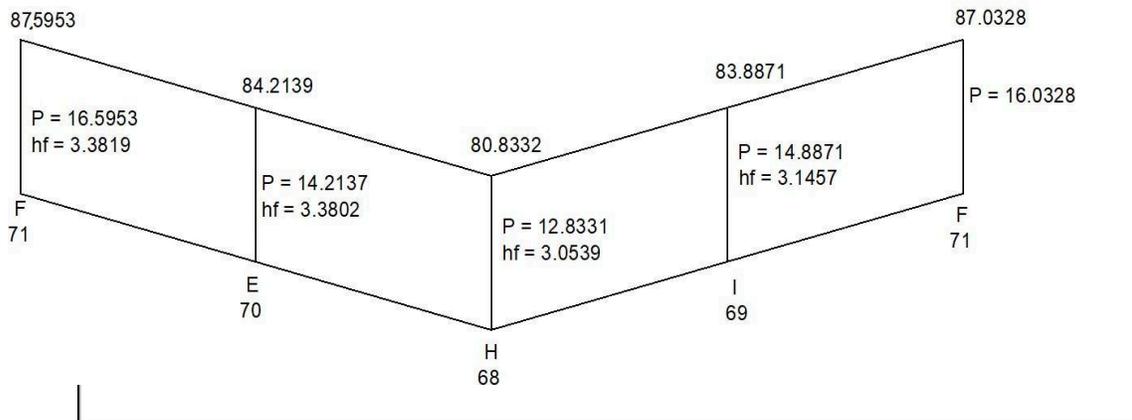
Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 3



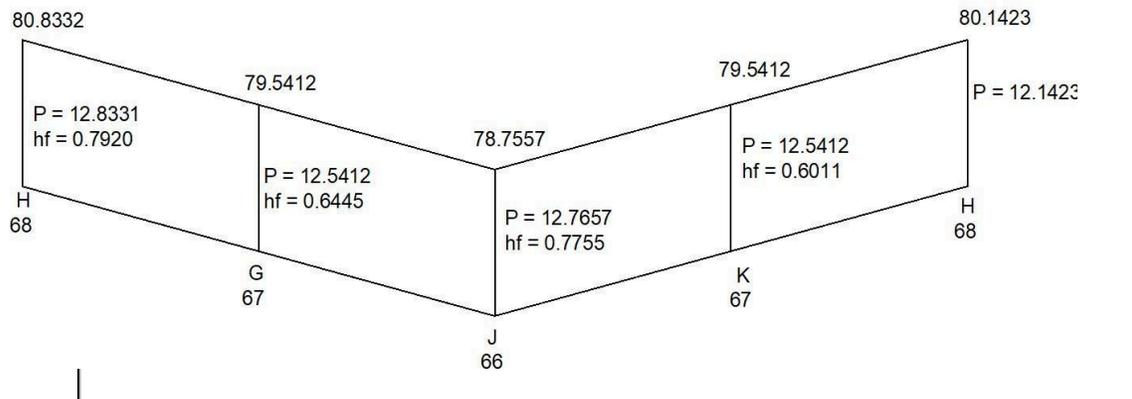
Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020..

CIRCUITO 4



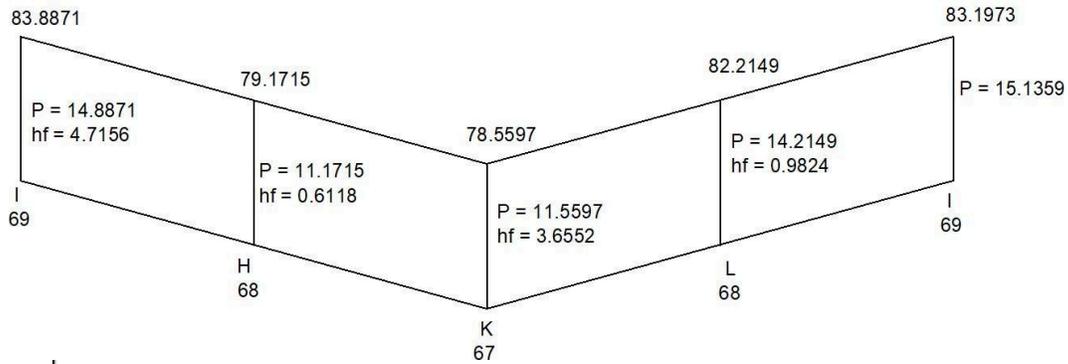
Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 5



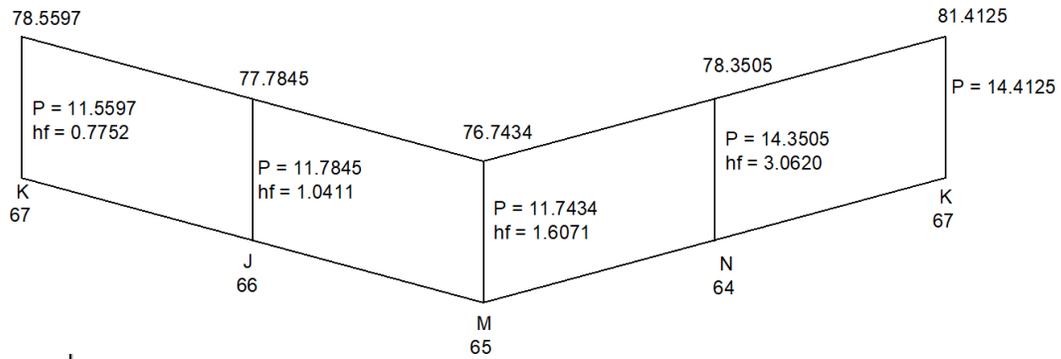
Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 6



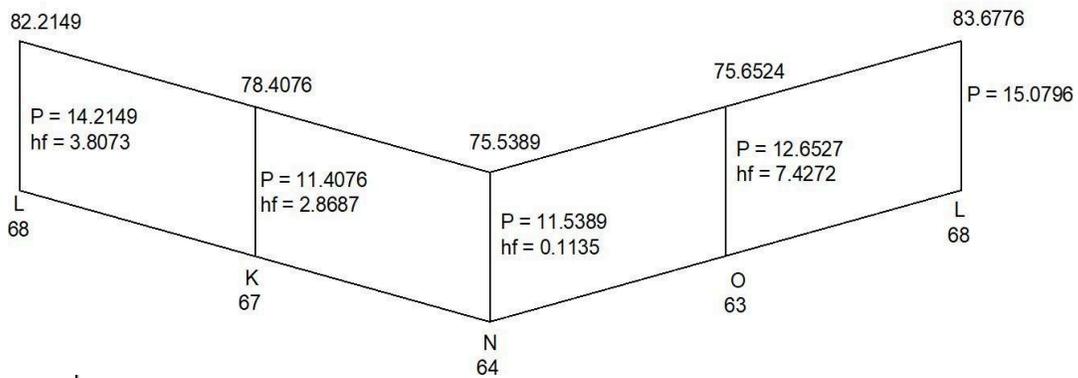
Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 7



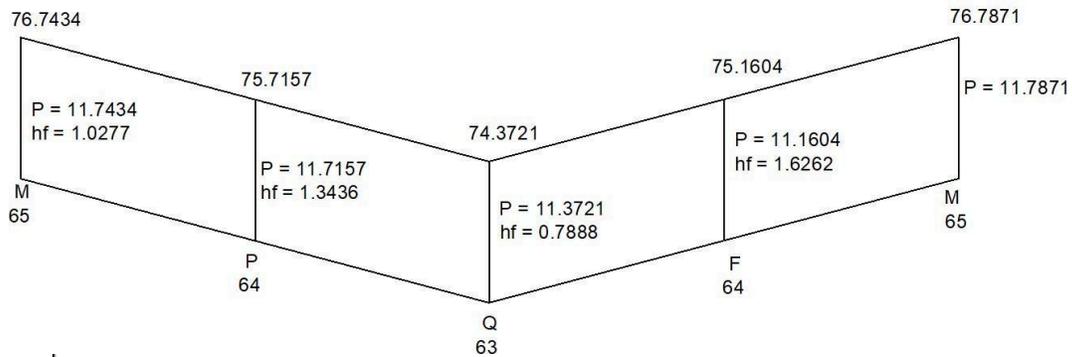
Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 8



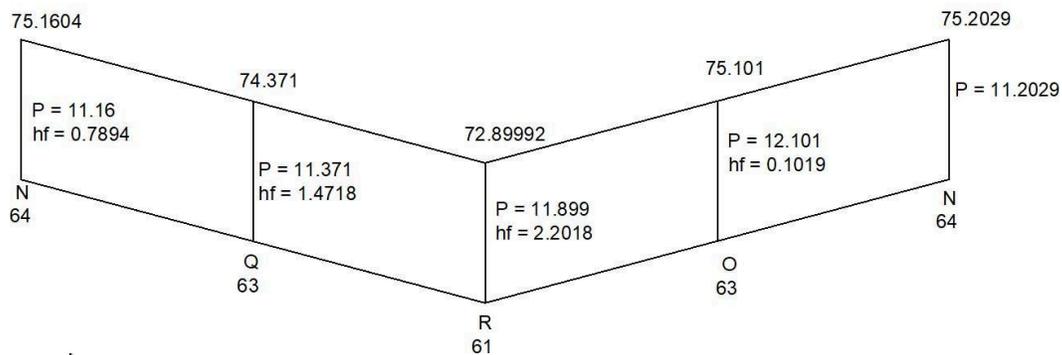
Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 9



Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

CIRCUITO 10



Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Como podemos observar todas las presiones se encuentran dentro de los rangos permisibles, de manera que la cota piezométrica de entrada a la red de distribución debe ser 150.

Esto significa que la cota de salida del tanque de almacenamiento debe de ser restada a las pérdidas de carga que se provoquen en la línea de distribución, se debe llegar a la entrada de la red con la cota piezométrica antes indicada.

II.18. Macro - Localización

Historia.

Jalapa fue fundado según el decreto número 107 el 24 de noviembre de 1873, después del terremoto de Santa Marta en el año de 1773 que destruyó por totalidad los valles de la capital, tomando en cuenta su traslado hacia los valles de Jalapa, nombrando una comisión para que fuese inspeccionados los valles del Jumay con el objetivo de escoger el sitio más adecuado, según la comisión presidida de aquel día se determinó que su clima era bueno y que la topografía del terreno era óptimo para edificar una gran ciudad pero existía mucha escases de agua lo cual fue una de las principales razones para que el proyecto no se aceptara. Después se hicieron otros tipos de estudios los cuales decidieron fijar la ciudad en la localidad actual. Anteriormente la asamblea se constituye ante el decreto número 289 el 4 de noviembre de 1825 en dividir el territorio nacional en siete departamentos siendo estos: Zacapa, San Agustín, Guastatoya, Esquipulas, Chiquimula, Jalapa y Mita.

Ubicación y localización.

La cabecera municipal de Jalapa se encuentra ubicada en la región sur-oriente de la República de Guatemala, a 96 kilómetros aproximados de la ciudad capital en dirección norte vía con el municipio de Sanarate, departamento de El Progreso Guastatoya, y a 176 kilómetros aproximados en dirección sur-oeste vía con el municipio de El Progreso departamento de Jutiapa.

Colindancia.

Colinda al norte con el departamento de El Progreso Guastatoya, al sur con el departamento de Jutiapa, al este con el departamento de Chiquimula, y al oeste con la ciudad capital de Guatemala, según los datos proporcionados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), el municipio de Jalapa se encuentra a 1365 metros sobre el nivel del mar con una latitud de 14°38'02", y su longitud de 89°58'52".

Extensión:

Jalapa se encuentra conformada con una extensión territorial de 544 km², teniendo en cuenta a sus aldeas y caseríos.

Topografía.

Presenta una topografía diversa en la que contribuye a sus terrenos siendo montañosos y escarpados, el municipio de Jalapa se caracteriza por sus cadenas de cerros, desfiladeros, colinas y barrancos cubiertos con diversa variedad de vegetación, aunque en su actualidad total ha existido mucha tala de bosques por lo que esto contribuye a que existan más escases de agua.

Hidrografía.

Jalapa se encuentra irrigado por varios ríos de los cuales se denominan: río Jalapa, río la coyotera, río el arenal y quebrada intermitente como lo es agua zarca, entre otros.

Geología.

Su formación inició en el periodo terciario por contener restos de rocas volcánicas sin divisiones predominantes de mio-ploceno incluyendo: tubas, material, colados de lava y finalmente sedimentos volcánicos en su mayoría de territorio sufriendo transformaciones en el periodo cuaternario y aluviones cuaternarios. Esto hace que el municipio de Jalapa en su suelo y subsuelo contenga riquezas con poca explotación en la actualidad, produciendo en óptimas condiciones sus cultivos.

Vías de comunicación.

Las principales rutas alternas que atraviesan la cabecera municipal de Jalapa son: ruta nacional 19 que desde la ciudad capital de Guatemala se dirige hacia el departamento de Chiquimula, incrustándose por el municipio de Sanarate, departamento de El Progreso Guastatoya, y la ruta nacional 18 que comunica con El Progreso Jutiapa, comunicando a los diferentes municipios y todos los poblados rurales que se

encuentran localizados sobre la ruta y otros municipios que cuentan también con rutas de acceso conectadas a dicha ruta.

Idioma.

La cabecera municipal de Jalapa se habla el idioma español, también se habla el idioma Poqoman, aunque se encuentra en vías de extinción pues únicamente lo hablan pocas personas en los municipios de San Pedro Pínula, San Luis Jilotepeque y San Carlos Alzatate.

Economía.

La cabecera municipal de Jalapa ha respaldado su economía a las diferentes actividades en el comercio, las que también se han visto influenciadas por las mismas condiciones de su propio clima y terreno sobre todo dedicándose a la agricultura, pues también cuenta con diversidad agrícola como lo es: frijol, papa, maíz, trigo, café, chile, aguacate y caña de azúcar. En cuanto a términos pecuarios cuenta con: la crianza de ganado vacuno, porcino y caballar, que también se destaca en la elaboración de productos: lácteos, panela, productos beneficiados del café, productos de cuero y actividades artesanales como lo son: tejidos de algodón, cerámica variada, cerámica tradicional, teja, muebles de madera, productos de palma, ladrillo de barro, cerería, instrumentos musicales, productos de jícara etc.

Servicios públicos.

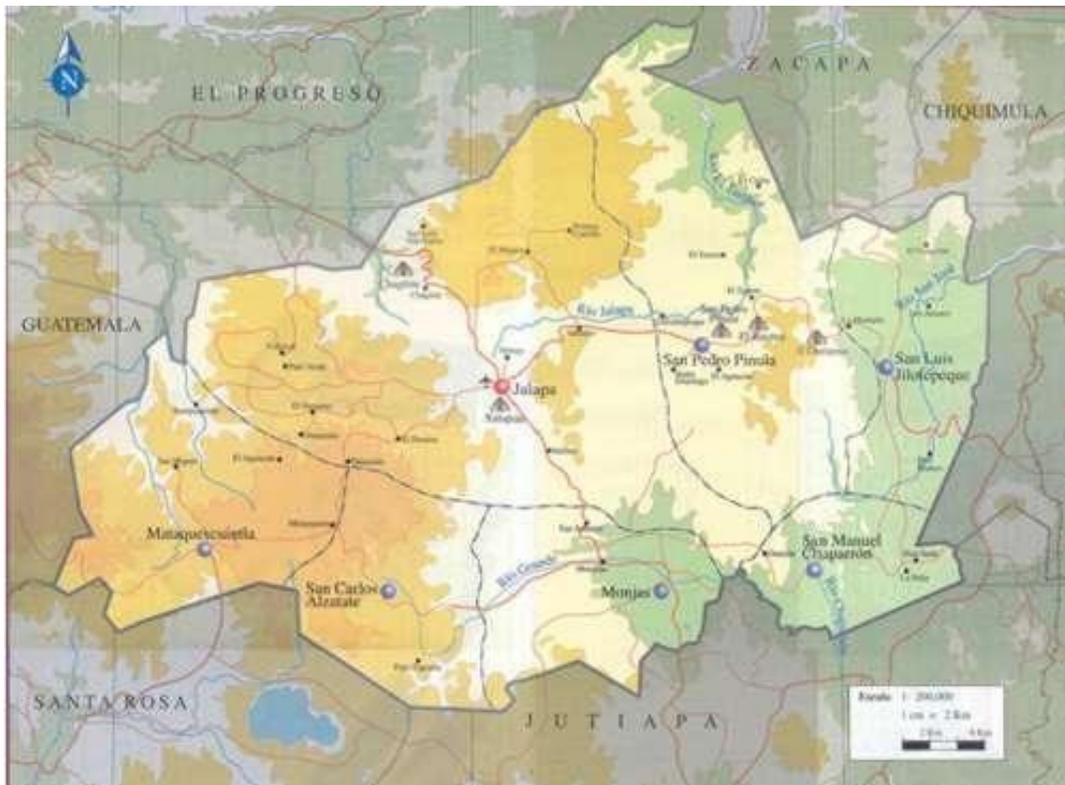
La cabecera municipal de Jalapa cuenta con los siguientes servicios públicos: Hospital, Centro de salud, Sanatorios, Bancos, Transportes urbanos, Extraurbanos y colectivos, Agua potable, Mercado, Súper tiendas, Correos y Telégrafos, Escuelas, Institutos, Universidades, Radio Escucha, Telefonía Pública, Telefonía Celular, Telefonía Residencial, Servicios de Drenaje, Empresas de Cable T.V., Centro Comercial, Rastro municipal etc.

Áreas Protegidas.

Entre las diferentes zonas de Jalapa que han propuesto como áreas protegidas están:

Cerro Jumay.

Cerro Alzatate.



Fuente: Archivos sección 2 de la biblioteca Jalapa, Jalapa. Abril 2,020.

II.18.1 Micro - Localización

Historia.

La colonia El milagro fue fundado en los años ochenta, comenzando a ser habitada por primera vez, se construyó la primera casa de adobe y lamina, después se unieron a él los otros dueños de lotes construyendo y dándole por nombre: “colonia El milagro” perteneciente al sector de la zona 7 del municipio de Jalapa. En aquel entonces cuentan algunos vecinos de la localidad que los tiempos eran muy difíciles porque no contaban con servicios de energía eléctrica, drenaje y servicio de agua.

Ubicación y localización.

Se encuentra ubicada hacia el sur, de la cabecera municipal de Jalapa aproximadamente a 2 kilómetros unos 10 minutos en vehículo sobre la carretera que conduce de Jalapa hacia la aldea los tablones siendo esta de terracería en su totalidad.

Colindancia.

Colinda con los diferentes lugares: hacia el norte colinda con la colonia flor del llano, hacia el sur con la colonia los pinos, hacia el este con la escuela de agricultura Adolfo V. Hall, y hacia el oeste con la aldea el coyote.

Extensión Territorial.

La colonia El milagro se encuentra conformada con 50 lotes de $9 \times 10 \text{mts} = 90 \text{mts}^2$. Dándole una extensión territorial de 4500mts^2 , con una elevación de 1375 msnm, y una latitud de $14^\circ 37' 43''$ y una longitud de $89^\circ 57' 36''$.

Topografía.

Según la topografía, contiene planicies en su totalidad rodeada de cerros.

Vías de acceso.

Cuenta con una vía de acceso, cuando se transcurre por la carretera que conduce de la ciudad de Jalapa hacia la colonia los pinos y viceversa.

Servicios Públicos.

La colonia El milagro cuenta con los siguientes servicios públicos, como lo son:

Escuela Pública

Calles de terracería

Iglesia Evangélica

Alumbrado Público

Servicio de drenaje

Servicio de agua con regularidad.

Aspectos Económicos.

En la totalidad de su población activa, muestra situaciones de pobreza persistente, ya que en su mayoría los hombres se emplean o son contratados en oficios no calificados, predominando el oficio de la agricultura y albañilería, mientras que en algunas viviendas del sector existe poca comercialización como lo es tiendas y tortillerías que se dedican las amas de casa, actualmente ninguna de las mujeres se dedica a labores profesionales.

Necesidades de infraestructura.

Surgieron varias necesidades de infraestructura básica, en la cual se hicieron diagnósticos de infraestructura:

Salón comunal.

Un centro de salud.

Remodelación de la Escuela primaria.

Construcción de tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar.

Priorización de infraestructura.

La priorización en colonia El milagro zona 7 del municipio de Jalapa, se encuentra enfatizada en la necesidad de infraestructura básica más importante de acuerdo a lo expuesto anteriormente, la comunidad en pleno, decidió priorizar el proyecto:

Construcción, tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, en colonia El milagro zona 7 de la cabecera

municipal de Jalapa.

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Se presenta a continuación los cuadros y las gráficas obtenidas en el trabajo de campo realizada por el investigador; las que se clasifican de la manera siguiente:

Del cuadro 89 y gráfica 1, se refiere a la comprobación de la variable dependiente; del cuadro 94 gráfica del 1 al 5 se obtienen los datos para comprobar la variable independiente o causa principal.

Se hace la observación que con el cuadro 81 y gráfica 1 se comprueba la variable dependiente; y, con el cuadro 94 y gráfica 6 se comprueba la variable independiente, contenidas en la hipótesis de trabajo formulada.

III.1 Cuadro y gráficas que comprueban la variable dependiente

Cuadro 89

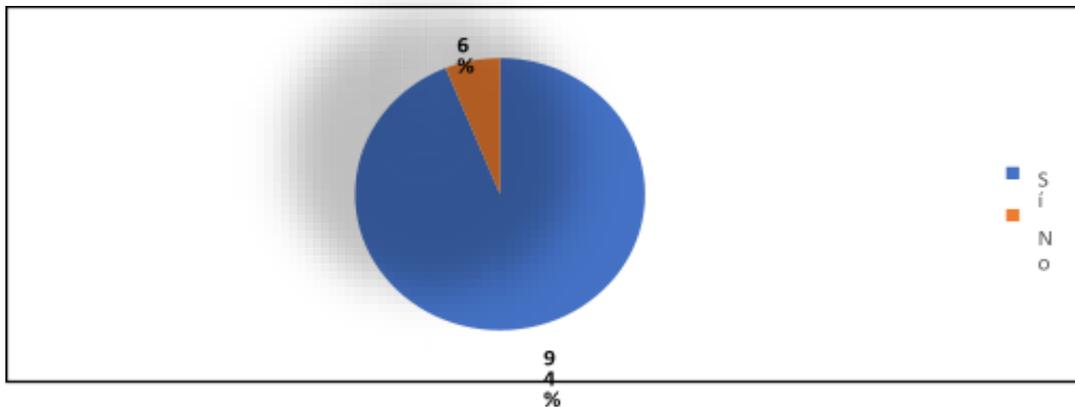
Conocimiento sobre el desabastecimiento de agua en colonia El milagro zona 7

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	230	94%
No	15	06%
Total	245	100%

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 1

Conocimiento sobre el desabastecimiento de agua en colonia El milagro zona 7



Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: Como se observa en el cuadro y gráfica, la mayoría de población afirman tener conocimiento sobre el desabastecimiento de agua en colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, con lo que se comprueba la variable dependiente.

Cuadro 90

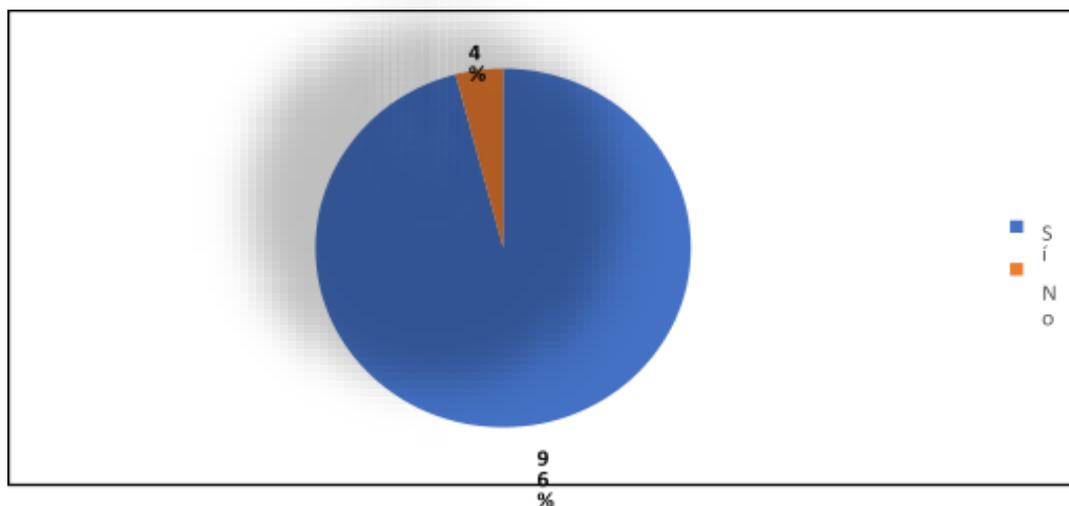
Irregular servicio de agua domiciliar todos los días en colonia El milagro zona 7

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	235	96%
No	10	4%
Total	245	100%

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 2

Irregular servicio de agua domiciliar todos los días en colonia El milagro zona 7



Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: 9 de cada 10 pobladores afirman contar con el irregular servicio de agua domiciliar en colonia El milagro zona 7 de Jalapa, el resto si les llega el servicio de agua normal.

Cuadro 91

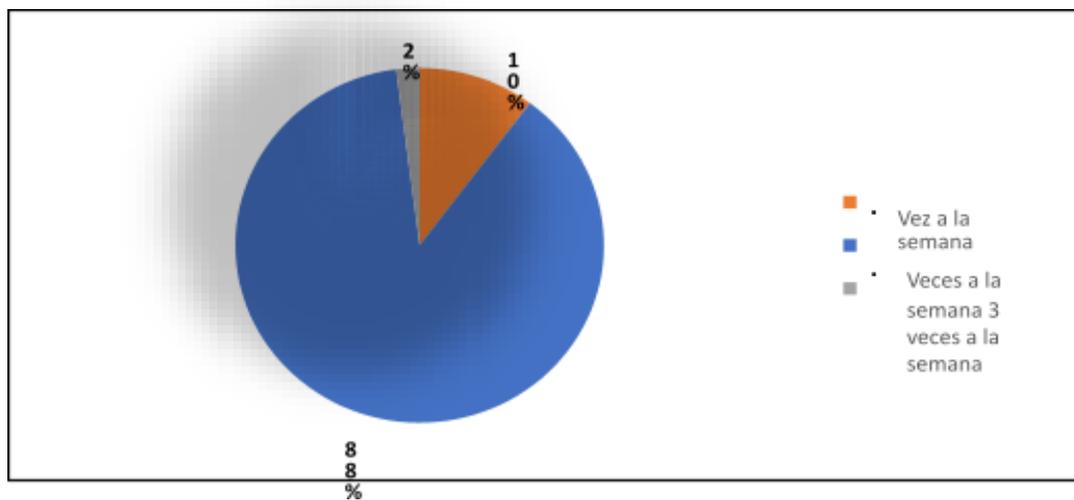
Frecuencia de agua en colonia El milagro zona 7.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
1 vez a la semana	25	10%
2 veces a la semana	215	88%
3 veces a la semana	05	02%
Total	245	100%

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 3

Frecuencia de agua en colonia El milagro zona 7, de Jalapa.



Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: Como se puede observar en la gráfica, la población de colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, confirman que solo reciben agua dos veces por semana, por lo que no es lo suficiente para satisfacer sus necesidades cotidianas.

Cuadro 92

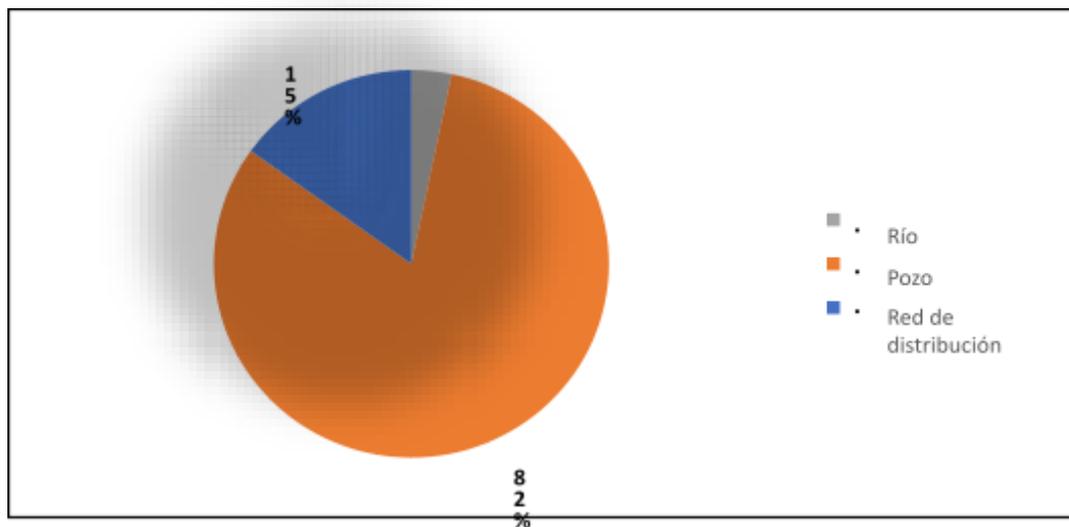
El agua que utiliza para consumo de donde la obtienen.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
1. Río	08	03%
2. Pozo	200	82%
3. Red de distribución	37	15%
Total	245	100%

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 4

El agua que utiliza para consumo de donde la obtienen.



Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: El 82% de la población de colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, confirman que si reciben agua de un pozo mecánico proveniente de otra colonia ubicada en la misma área.

Cuadro 93

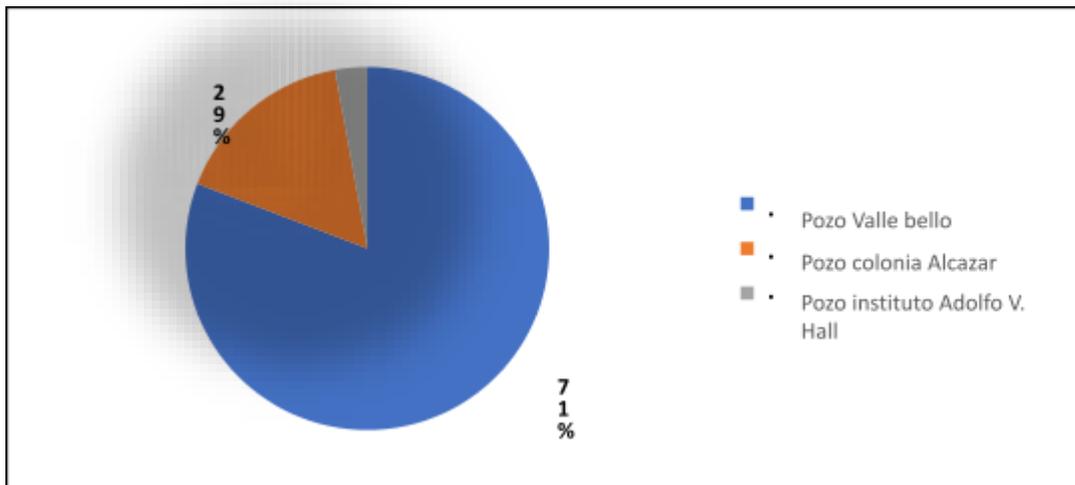
Suministro de agua para colonia El milagro, zona 7 de Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
1. Pozo de colonia Valle bello	198	71%
2. Pozo de colonia Alcázar	40	29%
3. Pozo Instituto Adolfo V. Hall	07	00%
Total	245	100%

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 5

Suministro de agua para colonia El milagro, zona 7 de Jalapa.



Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: El 71% de la población de colonia El milagro, aseguran que el suministro de agua es proveniente del pozo mecánico de colonia Valle bello perteneciente a la misma localidad de la zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, ya que esta cuenta con su propia red de distribución.

III.2 Cuadro y gráfica que comprueban la variable independiente.

Cuadro 94

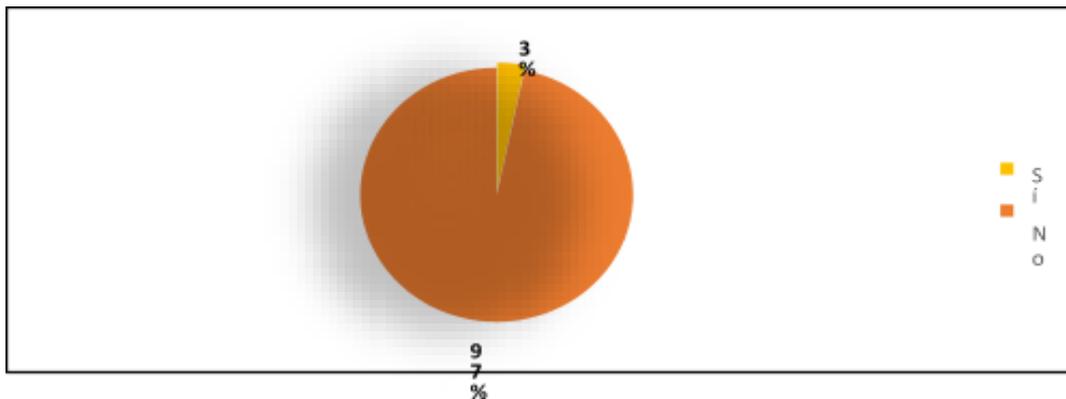
Existencia de tanque para almacenamiento y red de distribución de agua acorde a la población de colonia El milagro, zona 7.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	08	03%
No	237	97%
Total	245	100%

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 6

Existencia de tanque para almacenamiento y red de distribución de agua acorde a la población de colonia El milagro, zona 7



Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, la totalidad de la población afirma la inexistencia de un tanque de almacenamiento de agua en colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, con lo que se comprueba la variable independiente.

Cuadro 95

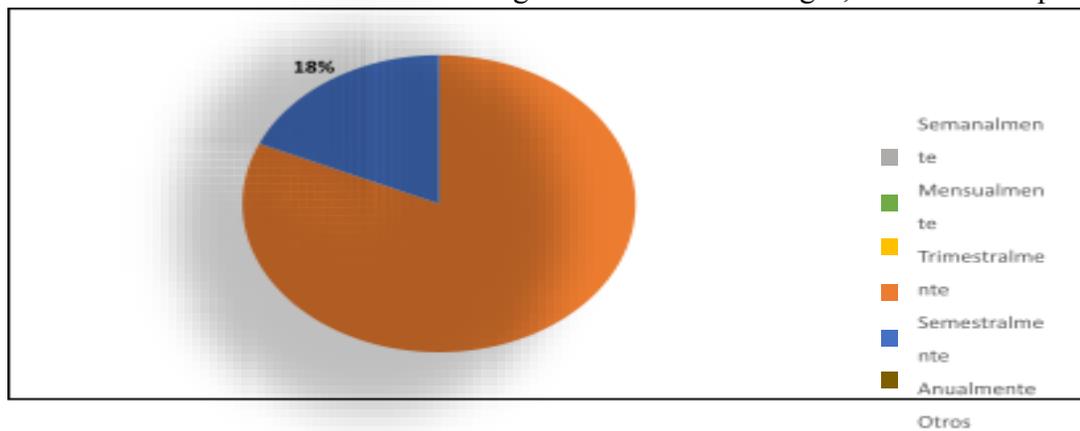
Frecuentan el monitoreo del sistema de agua en colonia El milagro, zona 7 de Jalapa

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Semestralmente	200	82%
Anualmente	45	18%
Total	245	100%

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 7

Frecuentan el monitoreo del sistema de agua en colonia El milagro, zona 7 de Jalapa



82
%

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: EL 82% de la población, afirman que se efectúa un monitoreo del sistema de agua, y el 18% afirma que se efectúa el monitoreo cada año, pudiéndose reflejar el 100% de la población de colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

Cuadro 96

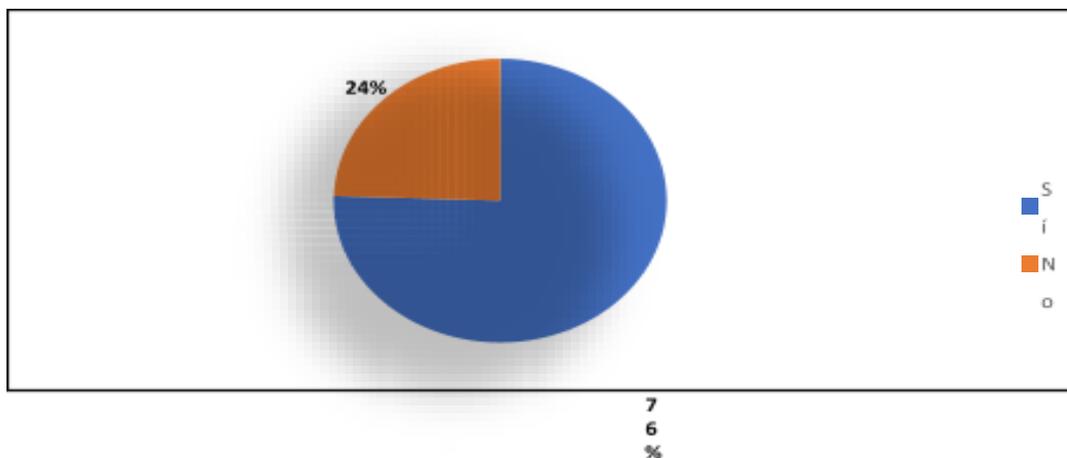
Suficiencia de personal para el monitoreo del sistema de agua en colonia El milagro, zona 7, de Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	185	76%
No	60	24%
Total	245	100%

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 8

Suficiencia de personal para el monitoreo del sistema de agua en colonia El milagro, zona 7, de Jalapa.



Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: La población de colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, si cuentan con el suficiente personal, para atender el monitoreo del sistema de agua, como se puede observar en la gráfica.

Cuadro 97

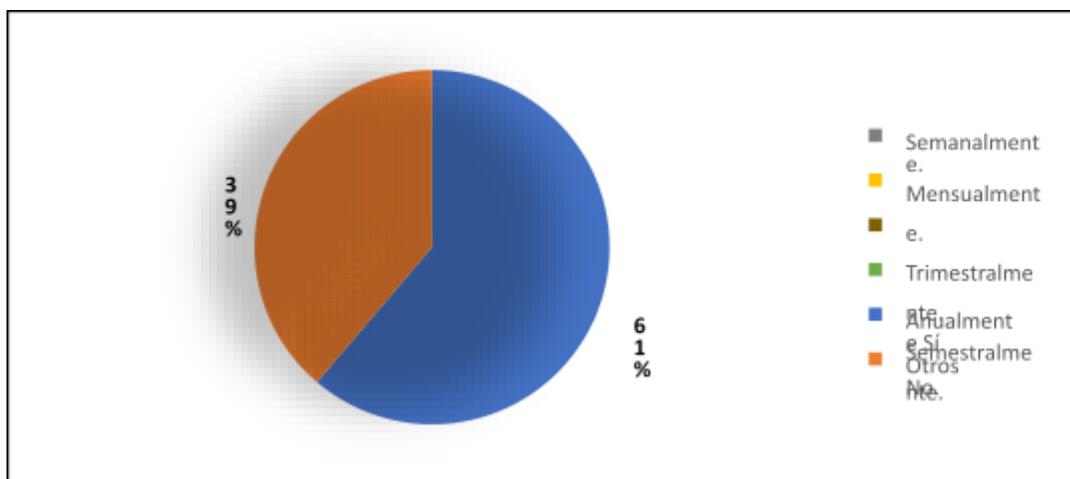
Frecuentan y capacitan a la población de colonia El milagro, zona 7, de Jalapa sobre el uso adecuado del agua.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Anualmente Sí	150	56%
Otros No	95	44%
Total	245	100%

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 9

Frecuentan y capacitan a la población de colonia El milagro zona 7, de Jalapa sobre el uso adecuado del agua.



Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: EL 56% de la población, afirman que SI reciben capacitación sobre el uso adecuado del sistema de agua, y el 44% afirma que NO reciben capacitación sobre el uso adecuado del agua, pudiéndose observar el 100% de las encuestas realizadas en colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

Cuadro 98

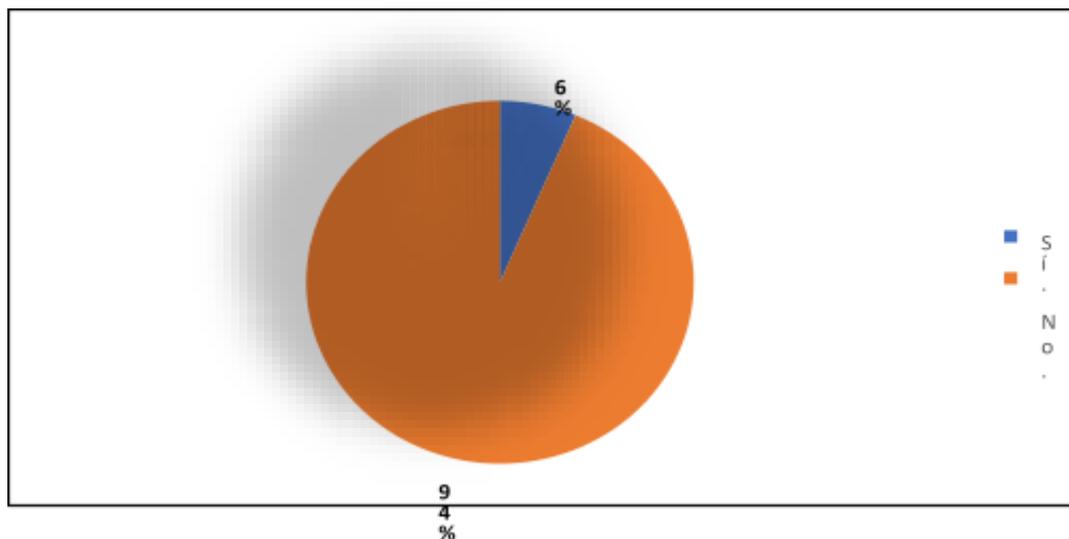
La población de colonia El milagro cuenta con equipo para medir la calidad del agua.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	16	0%
No	234	100%
Total	245	100%

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 10

La población de colonia El milagro cuenta con equipo para medir la calidad del agua.



Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de colonia El milagro zona 7 de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, la totalidad de la población afirma de la inexistencia de un equipo para medir la calidad de agua, en colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1 Conclusiones.

Se comprueba la hipótesis “El desabastecimiento de agua para consumo en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, en los últimos cinco años, por obsoleto sistema de distribución, es debido a la inexistencia de un tanque para almacenamiento y obsoleta red de distribución.”

El desabastecimiento de agua que colonia El milagro actualmente tiene, se debe al obsoleto sistema en la red de distribución con la que se cuenta.

El servicio de agua que pagan los usuarios, no es de conformidad en la población ya que dicho servicio no cumple con el abastecimiento requerido.

Los entes encargados de realizar proyectos de infraestructura para dar desarrollo y bienestar a la población, han afectado en la medida a los pobladores ya que se encuentran con deserción en el actual sistema de agua.

De acuerdo con los análisis obtenidos, la inexistencia de un tanque para almacenamiento y la inadecuada red de distribución de agua, es la causante del desabastecimiento de agua en colonia El milagro.

La construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua, es la solución a dicho problema que ha atravesado colonia El milagro durante los últimos cinco años.

IV.2 Recomendaciones.

A la municipalidad de Jalapa se le reitera tomar en cuenta las siguientes recomendaciones.

Construir el tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, para colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

Implementar el programa para concientizar a los entes rectores locales, las necesidades que los pobladores están atravesando conforme al inadecuado sistema de distribución de agua.

Una vez acceda el rector municipal, deberán de realizar estudios técnicos, específicos y económicos para el adecuado gestionamiento del proyecto.

La población de colonia El milagro zona 7, de Jalapa deberá de estar totalmente comprometida al apoyo de la gestión y ejecución del proyecto.

Durante la realización del proyecto, el ingeniero y el COCODE (Consejo Comunitario de Desarrollo) deberán de fomentar la debida supervisión profesional y la organización con los demás vecinos para complementar la propuesta del proyecto, con el único objetivo de maximizar y optimizar el desarrollo de este.

Impulsar y mantener un control de calidad constante en la distribución de agua, y

que los trabajos de mantenimiento en el tanque de almacenamiento sean adecuados y precisos cada seis meses.

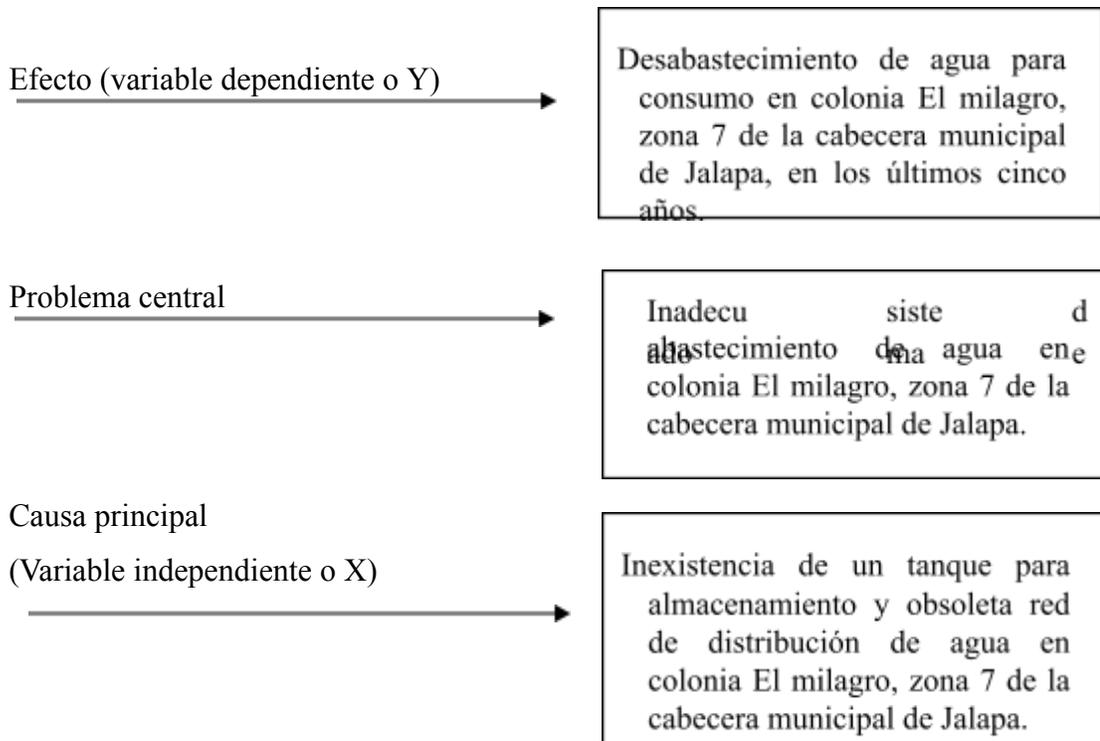
BIBLIOGRAFÍA

- ASTM, N. (2,014). *Programa para la definición de las normas ASTM*. España: Asociación Española para la Calidad (AEC).
- CHAJÓN., F. C. (2004.). *Diseño del sistema de agua potable para la comunidad de San José, municipio de Chisec Alta Verapaz*. Guatemala: Trabajo de graduación de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad San Carlos de Guatemala.
- CIG. (2018.). *Actualización General de Colegiado Activo en el municipio de Jalapa - Guatemala*. Jalapa - Guatemala: Sub-sede Jalapa.
- COGUANOR. (1,985). *Norma Constituyente de la primera revisión*. Guatemala: COGUANOR NGO. 29001-99 AGUA POTABLE.
- CORTES., H. (2007.). *Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable mediante el diseño de un tanque*. Guatemala: Trabajo de graduación de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad San Carlos de Guatemala.
- Eciolaza, A. (2013). *Libro verde del proyecto water and territories*. D.G. Navarra España: Comunidad Europea.
- EMPAGUA. (2011.). *Reglamento para el Diseño y Construcción de Tanques de Almacenamiento de Agua*. Guatemala : EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA .
- FDOT. (2013). *Agua para concreto del programa de administracion*. Florida: Archivo de libro de especulaciones seccion 923 ASSHTO.
- INE. (2012.). *Características Generales de la Población Habitante en el departamento de Jalapa – Guatemala*. Jalapa – Guatemala.: Censo poblacional de Jalapa Octubre de 2012.
- INFOM. (2011.). *Guía de normas sanitarias para diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala: Norma general de diseño y componentes de un sistema de abastecimiento de agua. Pág. 15.
- ISO. (2015). *Plataforma Tecnológica en la gestión de la Excelencia, Programa para la Definición de las normas ISO*. España: Isotools.
- MSPAS. (2013). *Cap. I disposiciones generales, Cap. II especificaciones de calidad, Cap. III vigilancia y control, Cap. IV gestión y calidad de agua*. Guatemala: Acuerdo Ministerial No. 523-2013.
- ORELLANA., F. D. (2007). *Características del agua potable, unidad temática número 3*. Argentina.: Facultad Regional del Rosario de la Universidad Tecnológica de la República de Argentina.

ANEXOS

Anexo 1. Árbol de problemas, hipótesis de trabajo y árbol de objetivos.

Tópico: Obsoleto sistema de abastecimiento de agua.



Hipótesis de trabajo:

“El desabastecimiento de agua para consumo en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, en los últimos cinco años, por obsoleto sistema de distribución, es debido a la inexistencia de un tanque para almacenamiento y obsoleta red de distribución.”

¿Es la inexistencia de un tanque para almacenamiento e inadecuada red de distribución de agua, la causante del desabastecimiento de agua para consumo, por obsoleto sistema de distribución en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, en los últimos cinco años?

Árbol de objetivos.

Fin u objetivo general



Abastecer de agua para consumo a colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

Objetivo específico



Mejorar el sistema de abastecimiento de agua en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

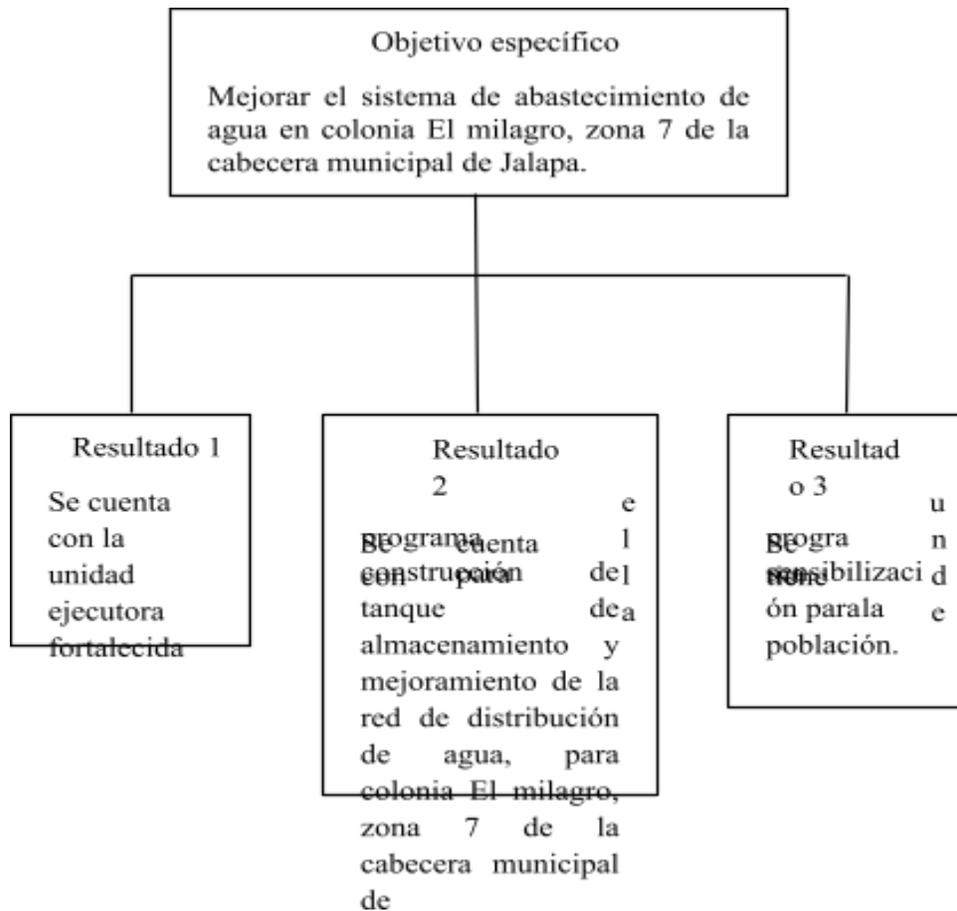
Medio



Propuesta de Construcción de tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, para colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

Anexo 2. Diagrama del medio de solución de la problemática.

Para solucionar la problemática determinada, es necesario desarrollar tres resultados y objetivo específico que se ha considerado ser útil para disminuir incertidumbres en el sistema de abastecimiento de agua.



Anexo 3. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Comprobar la variable dependiente siguiente: Desabastecimiento de agua para consumo en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, en los últimos cinco años. La boleta está dirigida a la población económicamente activa de la zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa. La muestra se calculó con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error de muestreo, por el sistema de población finita cualitativa.

Instrucciones: Responde con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Conoce usted sobre el desabastecimiento de agua en colonia El milagro?

Sí _____

No _____

2. ¿Cuentan con servicio de agua domiciliar todos los días?

Sí _____

No _____

3. ¿Indique con qué frecuencia obtienen agua?

1 vez a la semana _____

2 veces a la semana _____

3 veces a la semana _____

4. ¿El agua que utiliza para consumo de donde la obtienen?

Río _____

Pozo _____

Red de distribución ____

5. ¿De dónde proviene el suministro de agua para colonia El milagro?

Pozo de colonia Valle bello _____

Pozo de colonia Alcázar _____

Pozo del Instituto Adolfo V. Hall _____

Anexo 4. Boleta de investigación para comprobación de la causa principal

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: Inexistencia de un tanque para almacenamiento y obsoleta red de distribución de agua en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

Esta boleta censal está dirigida al concejo municipal de Jalapa.

Instrucciones: Marcando con una "X" la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Existe un tanque para almacenamiento y red de distribución de agua acorde a la población de colonia El milagro, zona 7?

Sí _____

No _____

2. ¿Con que frecuencia monitorean el sistema de agua en colonia El milagro, zona 7, de Jalapa?

Mensualmente _____

Trimestralmente _____

Semestralmente _____

Anual _____

3. ¿Cuenta con personal suficiente para monitorear el sistema de agua en colonia El milagro, zona 7, de Jalapa?

Sí _____

No _____

4. ¿Con que frecuencia capacitan a la población de colonia El milagro, zona 7, de

Jalapa sobre el uso adecuado del agua?

Mensualmente _____

Trimestralmente _____

Semestralmente _____

Anual _____

5. ¿Cuentan con equipo para medir la calidad del agua?

Sí _____

No _____

Anexo 5. Boleta de diagnóstico de la problemática

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Problema central

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto diagnosticar la problemática: Inadecuado sistema de abastecimiento de agua en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

Esta boleta censal está dirigida a Ingenieros Civiles que residen en la cabecera municipal de Jalapa.

Instrucciones: Marcando con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿El sistema de abastecimiento de agua en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, es el adecuado?
Sí _____ No _____
2. ¿El sistema de abastecimiento de agua en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, está diseñado para la población que actualmente se tiene?
Sí _____ No _____
3. ¿La tubería del sistema de abastecimiento de agua en colonia El milagro, zona 7, se encuentra dentro de la vida útil?
Sí _____ No _____

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra

Para el presente cálculo del tamaño de muestra, fue necesario realizarlo por medio del dato poblacional que me proporcionó el INE (Instituto Nacional de Estadística), teniendo como efecto la población actual de la colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa para el año 2018.

Para poder dar a conocer el siguiente efecto se obtuvieron factores específicos que tienen como determinación errores de muestreo del 0.05% conforme la fórmula de Yamane, la cual tiene población infinita por medio de la variable cualitativa con un error de muestreo de 0.05%, tal vemos el caso: Población finita cualitativa.

$$n = \frac{N z^2 pq}{N d^2 + z^2 pq}$$

$$n = \frac{678 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{678 * 0.0025 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

4

$$\underline{n = 245}$$

I
=

651.1512

$$n = 2.6554$$

245 encuestas que realizar en un nivel estándar del 95%, $Z =$ Valor tabla NC (95% = 1.96). Para establecer la muestra igual a N , fue necesario la formula estadística de población finita cualitativa y el nivel de variabilidad " p " = (0.5) y el valor " q " = (0.5) y una estimación de " e " = (5%), nivel de confianza " z " = (95%), el cual al ser evaluado dentro de la curva de Lorenz nos da un dato de 1.96 según formula Taro Yamane.

Cálculo de muestra para el diagnóstico de la problemática.

Para determinar el cálculo de muestra realizado en el diagnóstico de la problemática, fue necesario acudir al CIG-Jalapa (Colegio de Ingenieros de Guatemala) con Subsede en la cabecera municipal de Jalapa. Institución que me proporcionó el dato actual para el año 2018, tomando en cuenta un total de 40 Ingenieros Civiles actualmente colegiado activos.

Para conocer el siguiente cálculo se obtuvieron factores específicos que tienen como determinación errores de muestreo del 0.05% conforme la fórmula de Yamane, la cual tiene población infinita por medio de la variable cualitativa con un error de muestreo de 0.05%.

$$n = \frac{N z^2 pq}{N d^2 + z^2 pq}$$

$$n = \frac{40 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{40 * 0.0025 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{38.416}{1.695 + 0.9604}$$

$$n = \frac{38.416}{2.6554}$$

$$\underline{n = 14}$$

14 encuestas que realizar en un nivel estándar. Para establecer la muestra, fue necesario la formula estadística de población finita cualitativa, por lo que el valor se estima en un 5% del nivel de confianza mientras que el 95% fue evaluado dentro de la curva de Lorenz que nos da un dato de 1.96 según formula de Yamane.

Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.99, lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente: $y = a+bx$. Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $+ - 0.80$ a $+ - 1$.

A continuación, se presentan los cálculos y fórmula utilizada para obtener dicho coeficiente.

Cálculo de coeficiente de correlación

Año	X	Y	XY	X ²	Y ²
	(Años)	Días sin agua en el sistema de abastecimiento			
2014	1	48	48.00	1	2304.00
2015	2	60	120.00	4	3600.00
2016	3	84	252.00	9	7056.00
2017	4	96	384.00	16	9216.00
2018	5	120	600.00	25	14400.00
Totales	15	408	1404.00	55	36576.00

Fuente de la variable Y: entrevista a pobladores de colonia El Milagro, Zona 7, cabecera municipal de Jalapa.

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n} * \frac{n\sum Y^2 - (\sum Y)^2}{n}}}$$

Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección

Para la proyección, se determinó la cantidad de expedientes reportados durante el año 2014 al año 2018, tiempo de perduración de cinco años hasta el año 2023, dejando un estimado de los expedientes que serían reportados; esto se hace conforme a la fórmula de ecuación de la línea recta, bajo un parámetro de $n = 5$ años y $X = 23$, donde este estimado puede variar, dependiendo de las circunstancias y decisiones que tomen las instituciones encargadas de priorizar y ejecutar los proyectos de infraestructura para mejorar el abastecimiento de agua en colonia El milagro del municipio de Jalapa.

Año	X	Y	XY	X ²	Y ²
	(Años)	Días sin agua en el sistema de abastecimiento			
2014	1	48	48	1	2304.00
2015	2	60	120	4	3600.00
2016	3	84	252	9	7056.00
2017	4	96	384	16	9216.00
2018	5	120	600	25	14400.00
Totales	15	408	1404	55	36576.00

Fuente de la variable Y: entrevista a pobladores de colonia El Milagro, Zona 7, cabecera municipal de Jalapa.

Formulas:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$$

Situación sin proyecto

X	Año	y = a + bx
No. De año		Días sin agua en el sistema de abastecimiento
6	2019	135.60
7	2020	153.60
8	2021	171.60
9	2022	189.60
10	2023	207.60

Situación sin proyecto.

Cuadro 98

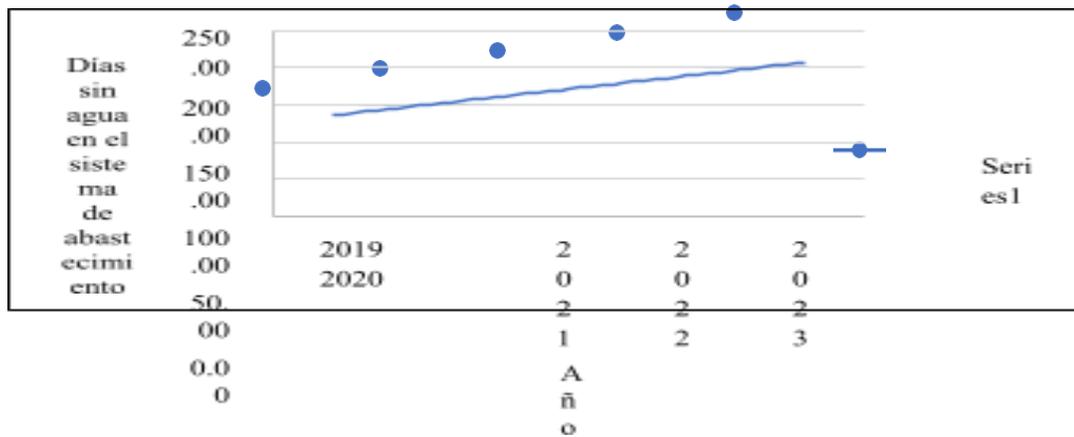
Días sin agua en el sistema de abastecimiento, sin proyecto

Año	Días sin agua en el sistema de abastecimiento
2019	135.60
2020	153.60
2021	171.60
2022	189.60
2023	207.60

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de la colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, marzo 2,020. Abril 2,020.

Gráfica 11

Días sin agua en el sistema de abastecimiento, sin proyecto



Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de la colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: Pudiendo apreciar el cuadro y la gráfica X, la población afirma que pasarían con una totalidad de 2 años 1/2 sin agua en el sistema de abastecimiento durante los próximos 5 años, esto es debido a la inexistencia de un tanque de almacenamiento de agua, en colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

Situación con proyecto.

Cuadro 99

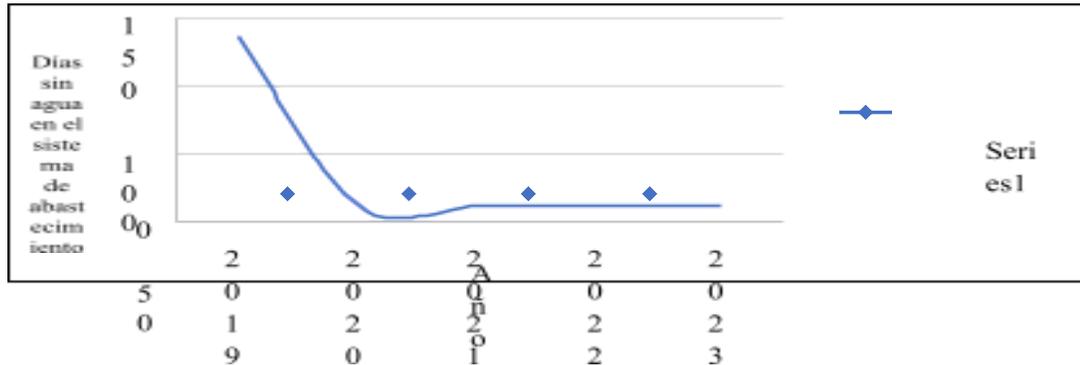
Días sin agua en el sistema de abastecimiento, con proyecto

Año	Días sin agua en el sistema de abastecimiento
2019	136
2020	12
2021	12
2022	12
2023	12

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de la colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 12

Días sin agua en el sistema de abastecimiento, con proyecto



Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de la colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: Pudiendo apreciar el cuadro y la gráfica X, la situación con proyecto nos indica que la población en colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, pasarían solo con la totalidad de 184 días sin agua en el sistema de abastecimiento durante los próximos 5 años, esto es debido a la construcción de un tanque de almacenamiento de agua.

Comparación de la situación con y sin proyecto

Cuadro 100

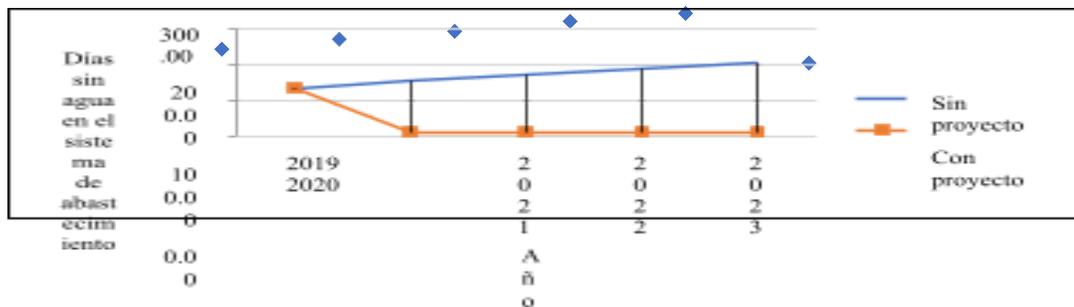
Comparación de días sin agua en el sistema de abastecimiento, con y sin proyecto.

Año	Días sin agua en el sistema de abastecimiento	
	Sin proyecto	Con proyecto
2019	135.60	136
2020	153.60	12
2021	171.60	12
2022	189.60	12
2023	207.60	12
Sumatoria	858	184

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de la colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 13

Comparación de días sin agua en el sistema de abastecimiento, con y sin proyecto.



Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de la colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: Se observa en el cuadro y gráfica, indicando que la población está en su total acuerdo que pasarían una totalidad de 2 años 1/2 sin agua en el sistema de abastecimiento durante los próximos 5 años sin proyecto y pasarían alrededor de 6 meses sin agua durante los próximos 5 años con proyecto, esto es debido a la construcción de un tanque de almacenamiento de agua, en colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

Anexo 9. Diagnóstico de la problemática.

Cuadro 101

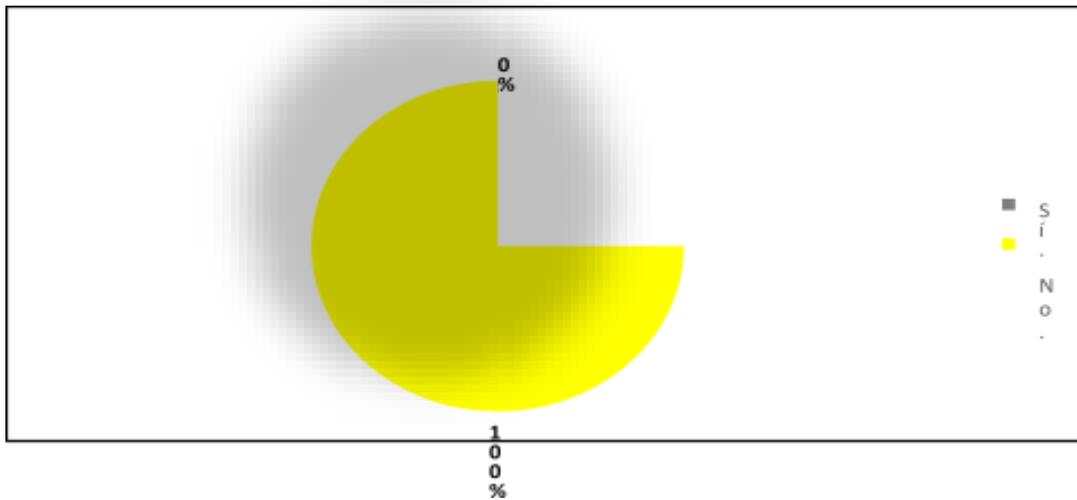
Adecuado sistema de abastecimiento de agua en colonia El milagro, zona 7.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	00	0%
No	14	100%
Total	14	100%

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de la colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 14

Adecuado sistema de abastecimiento de agua en colonia El milagro, zona 7.



Fuente: Investigación propia, esta boleta censal está dirigida a Ingenieros Civiles que residen en la cabecera municipal de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: Como se puede observar en el cuadro y gráfica, la encuesta realizada a Ingenieros Civiles, afirman que el sistema de abastecimiento de agua en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, ya no es el adecuado.

Cuadro 102

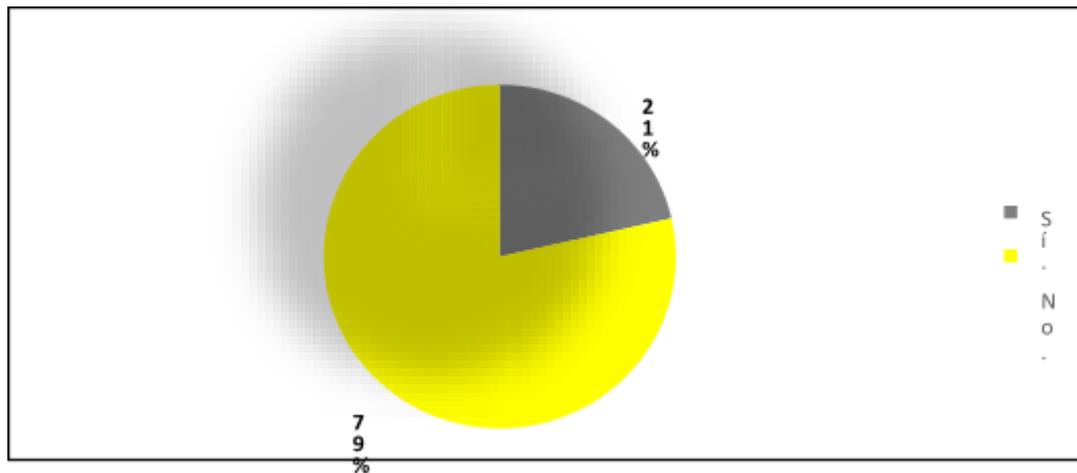
Diseño para el sistema de abastecimiento de agua en colonia El milagro, zona 7.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	03	21%
No	11	79%
Total	14	100%

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de la colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 15

Diseño para el sistema de abastecimiento de agua en colonia El milagro, zona 7.



Fuente: Investigación propia, esta boleta censal está dirigida a Ingenieros Civiles que residen en la cabecera municipal de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: El abastecimiento de agua que actualmente cuenta la colonia El milagro, queda obsoleto, por lo que la encuesta realizada a Ingenieros civiles nos dá como resultado diseñar un nuevo sistema de abastecimiento de agua, que llene los requisitos adecuados conforme a las normas requeridas.

Cuadro 103

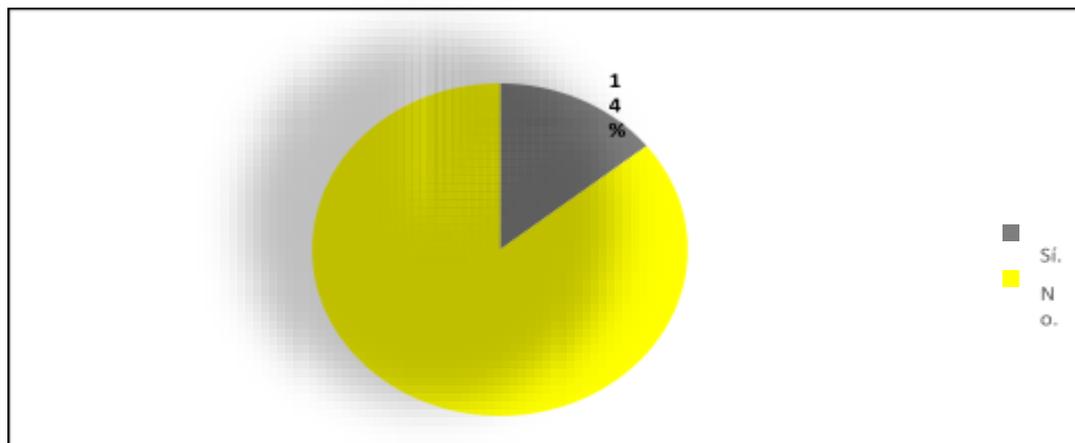
Vida útil de la tubería para abastecimiento de agua.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	02	14%
No	12	86%
Total	14	100%

Fuente: Investigación propia, dirigida a la población de la colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa. Abril 2,020.

Gráfica 16

Vida útil de la tubería para abastecimiento de agua.



Fuente: Investigación propia, esta boleta censal está dirigida a Ingenieros Civiles que residen en la cabecera municipal de Jalapa. Abril 2,020.

Análisis: La vida útil de la tubería para el abastecimiento de agua, tiene una durabilidad de 20 a 30 años aproximadamente según comentan los Ingenieros civiles, no obstante, hay que darle un mantenimiento cada 10 años para hacer reemplazos de tubería si estuviese dañada a causa de sismos, corrosión o fricción de la misma.

Rudy Alexander Rosa Pinto

PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y
MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR,
PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE
JALAPA.

$N =$	678
$Z =$	1.96
$Z^2 =$	3.8416
$p =$	0.5
$q =$	0.5
$d =$	0.05
$d^2 =$	0.0025
$NZ^2pq =$	651.1512
$Nd^2 =$	1.695
$Z^2pq =$	0.9604
$Nd^2 + Z^2pq =$	2.6554
$n =$	245
$N =$	40
$Z =$	1.96
$Z^2 =$	3.8416



$p =$	0.5
$q =$	0.5
$d =$	0.05
$d^2 =$	0.0025
$NZ^2pq =$	38.416
$Nd^2 =$	1.695
$Z^2pq =$	0.9604
$Nd^2 + Z^2pq =$	2.6554
$n =$	14
$n =$	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	1404
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	36576.00
$\sum Y =$	408
$n\sum XY =$	7020
$\sum X * \sum Y =$	6120
Numerador =	900
$n\sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n\sum Y^2 =$	182880.00
$(\sum Y)^2 =$	166464.00
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2 =$	16416
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2) =$	820800.00
Denominador:	905.9801322
$r =$	0.993399268
$n =$	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	1404
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	36576.00
$\sum Y =$	408
$n\sum XY =$	7020
$\sum X * \sum Y =$	6120
Numerador de b:	900
Denominador de b:	
$n\sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
$b =$	18
Numerador de a:	
$\sum Y =$	408
$b * \sum X =$	270
Numerador de a:	138
$a =$	27.6

Asesor General Metodológico:
Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estévez

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril 2,020

Informe Final de Graduación

PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA.



Presentado al honorable tribunal examinador
por: Rudy Alexander Rosa Pinto.

En el acto de investidura previo a su graduación como Ingeniero Civil con énfasis en construcciones Rurales en el grado académico de Licenciado

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril 2,020

Informe Final de Graduación

PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la

Universidad

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ing. Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril 2,020.

Este documento es presentado por el autor, previo a obtener el título universitario de Ingeniería Civil con énfasis en construcciones Rurales en el grado académico de Licenciado.

PROLOGO

El presente trabajo de tesis, tiene como objetivo dar a conocer la propuesta de la construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, en la colonia El milagro zona 7 del municipio de Jalapa departamento de Jalapa, obteniendo los cálculos adecuados y presupuesto para la realización de dicho proyecto.

A lo largo de la tesis podremos encontrar temas referentes a investigaciones que se hicieron durante el proceso para la realización de tesis, en la cual se obtuvieron datos específicos y cualitativos como encuestas para hacer cálculos de muestreo y cálculos del coeficiente de correlación, breves descripciones de las actividades históricas como culturales de esta región, así también un marco teórico en el que abarcan los aspectos conceptuales.

Cabe aclarar que la presente tesis está enfocada en una sola propuesta para la construcción del proyecto antes mencionado, acorde a las necesidades propias de los pobladores, por lo que esto puede reflejarse en una propuesta de presupuesto económico para las instituciones que se encuentran abaladas para realizar este tipo de proyecto.

Por último, podremos encontrar la conclusión de esta tesis que se presenta en el último capítulo, para lo cual está enfatizada como guía para la realización de otro proyecto similar.

PRESENTACIÓN

El presente estudio fue elaborado como resultado de análisis efectuado en base a los requisitos solicitados para optar al título académico de Ingeniero Civil, conforme al reglamento de la Universidad Rural de Guatemala.

El trabajo de investigación está enfocado a la propuesta de: Construcción, tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, en colonia El milagro zona 7 del municipio de Jalapa departamento de Jalapa, en el cual tiene como objetivo mejorar la red de distribución de agua así también la calidad de vida de dicha población.

Un país mejora en desarrollo enfocándose en las necesidades de la población, la falta de atención en comunidades afectadas por parte de los entes encargados de realizar proyectos de infraestructura para mitigar daños y perjuicios a los pobladores, tal es el caso presente del ente municipal, el que debería de contribuir a un mejor desarrollo.

Actualmente, no se cuenta con la dotación de agua necesaria para la higiene personal y demás necesidades básicas.

Por tal razón se da énfasis a dicho proyecto específico con el propósito de dar un buen servicio para el consumo de los usuarios.

INDICE GENERAL

No.	Contenido	Página
1.	I.RESUMEN.....	163
2.	Objetivo general.....	164
3.	Objetivo específico.....	164
4.	Metodología.....	164
5.	Técnicas.....	164
6.	Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis...	165
7.	II.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	166
8.	II.1 Conclusiones.....	166
9.	II.2 Recomendaciones.....	166
10.	ANEXOS.....	
11.	Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática.....	
12.	Resultado 1. Unidad ejecutora fortalecida.....	
13.	Resultado 2. Programa para construcción de tanque.....	
14.	Resultado 3. Programa para sensibilización.....	
15.	Anexo 2. Matriz de la estructura lógica.....	
16.	Anexo 3. Ajuste de Costo y tiempo.....	
17.	Anexo 4. Plan de trabajo.....	
18.	Anexo 5. Presupuesto de Resultado 1.....	
19.	Anexo 6. Presupuesto del proyecto.....	
20.	Anexo 7. Cronograma físico.....	
21.	Anexo 8. Cronograma financiero.....	
22.	Anexo 9. Desglose de presupuesto.....	
23.	Anexo 10. Datos del pozo colonia “Valle Bello” zona 7.....	
24.	Anexo 11. Pruebas de laboratorio para agua, Análisis físicoquímico y bacteriológico colonia “Valle Bello” zona 7	
25.	Anexo 12. Ensayo de compresión triaxial de suelo.....	
26.	Anexo 13. Juego de planos para la ejecución del proyecto....	

I. RESUMEN

La siguiente recopilación de tesis llamada “Construcción, tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, para colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, departamento de Jalapa. Previo a preferir el título universitario de Ingeniería Civil en el grado académico de Licenciado.” basándome en la investigación adoptada por los requisitos que me establece la Universidad Rural de Guatemala y la facultad de Ingeniería. Considerado relatar el planteamiento de un resultado y el antecedente que genera resolver el problema central: Inadecuado sistema de abastecimiento de agua en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

El desabastecimiento de agua para consumo en dicha colonia ha estado atravesando polémicas durante los últimos cinco años, debido a que se han encontrado en deserción por los anteriores gobiernos municipales, la población no cuenta con la dotación necesaria para el uso cotidiano, ya que su sistema inadecuado de agua proviene de un pozo mecánico ubicado en la misma localidad.

Se tiene entendido que cuando no existe la suficiente agua para las personas, es probable que puedan contraer infecciones que dañen al organismo humano, por lo que han tomado la decisión de contratar servicios privados de camiones cisternas para que estén abastecidos del vital líquido, para mitigar enfermedades que puedan propagarse, por lo que la solución más precisa y concreta a la petición para la problemática, se enfoca en la construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, todo esto conlleva tener alternativas para resolver este problema.

Durante el proceso de este trabajo, se han definido planteamientos directos que nos lleven a dar soluciones, en lo absoluto se debe aportar al desarrollo del municipio para resolver la problemática y contribuir con los habitantes afectados y que pueda mejorar las condiciones de vida.

I.1 Planteamiento del problema.

Colonia El milagro zona 7 del municipio de Jalapa, se ha considerado una de las colonias en deserción, esto consiste en la distancia que tiene hacia la cabecera municipal. Tomando en cuenta la red de distribución de agua potable, siendo este un sistema obsoleto de abastecimiento.

En su mayoría de habitantes, podemos decir que el 80% de la población no cuentan con la dotación necesaria para usar el servicio. La razón por la que han venido sufriendo es por el inadecuado sistema de agua que proviene del pozo mecánico de Residenciales “valle bello”, misma que se encuentra ubicada en la localidad, por lo tanto cabe mencionar que la misma tubería también cuenta con ramales de abastecimiento de agua a comunidades aledañas, siendo estas: Residenciales flor del llano, aldea Llano grande, aldea El coyote, aldea El maestrío, calzada Justo Rufino Barrios y colonia El milagro, esto ha causado polémica en los pobladores por no recibir el suficiente líquido para satisfacer sus necesidades.

La población ha tenido que buscar soluciones por sus propios medios, por lo que utilizan servicios privados de camiones cisternas para ser abastecidos de agua, ya que ellos consideran a dicho servicio muy eficaz, no obstante, las instituciones encargadas deberían de velar por el desarrollo social de la población.

Todo esto conlleva tener alternativas para resolver este problema, es de gran importancia la construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, para solucionar los problemas en el desabastecimiento de agua para consumo de los habitantes de colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

I.5. Hipótesis.

“El desabastecimiento de agua para consumo, en colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, en los últimos cinco años, es por el obsoleto sistema de distribución, debido a la inexistencia de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar.”

¿Es la inexistencia de un tanque para almacenamiento e inadecuada red de distribución de agua, la causante del desabastecimiento de agua para consumo, por obsoleto sistema de distribución en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, en los últimos cinco años?

I.6. Objetivos.

Durante el proceso de este trabajo, se han definido planteamientos directos que nos lleven a dar soluciones concretas para los habitantes de la colonia El milagro. En lo absoluto se debe aportar al desarrollo del municipio de Jalapa, para ello, se llegó a plantear la construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar con el propósito de realizar dicho proyecto, para resolver la problemática que viven los pobladores.

I.6.1. Objetivo General.

Abastecer de agua para consumo a colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

I.6.2. Objetivo Específico.

Mejorar el sistema de abastecimiento de agua en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

I.7. Justificación.

Los habitantes de colonia El milagro, cuentan con un servicio de agua proveniente de Residenciales “valle bello”, el cual ya se encuentra obsoleto por el poco abastecimiento de agua para el consumo, cuando no existe la suficiente agua para las personas, es probable que puedan contraer infecciones que dañen al organismo humano, por lo que han tomado la decisión de contratar servicios privados de camiones cisternas para que estén abastecidos del vital líquido, para mitigar enfermedades que puedan propagarse. Del mismo modo podemos mencionar, que la crisis por el desabastecimiento de agua corresponde al 80% de la población actual, ya que no cuentan con la suficiente agua para satisfacer sus necesidades cotidianas.

La falta de un tanque de almacenamiento en colonia El milagro, ha sido la causa principal a los problemas que han venido atravesando, pues esto evita al desarrollo de las personas. Se tiene entendido que la solución más precisa y concreta a la petición que se hace para la problemática, se enfoca en la construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, para la colonia El milagro zona 7, dicho proyecto está destinado para ese lugar con el fin de contribuir y mejorar a las condiciones de vida de los pobladores.

I.6 Metodología.

La metodología que a continuación se presenta, se basa en la forma adecuada para utilizar las técnicas profesionales y los métodos específicos realizados para la elaboración de dicho proyecto de investigación.

I.6.1 Métodos.

Los métodos que se utilizaron en la investigación están en relación a la formulación de la hipótesis y destinados a su comprobación. Para la formulación fue necesario utilizar el método deductivo ya que dicho método fue empleado en el marco lógico, para comprobar dicha hipótesis, también se ha usado el método inductivo ya que éste

cuenta con los métodos de análisis, síntesis y estadístico, los cuales forman parte del anexo para la comprobación y formulación de hipótesis, presentándose de la siguiente manera:

I.6.1.1 Método científico.

Para este método fue preciso exponer la investigación del proyecto, para asistir la veracidad del problema que la colonia estaba atravesando, puesto que la información obtenida por los pobladores es de gran utilidad en la comprobación de la hipótesis, tanto que puede ser sometida a la revisión si esta no llegase a ser factible.

I.6.1.2 Método deductivo.

Para el método deductivo se usaron términos generales con énfasis en la investigación de la construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, para lo cual se utilizaron:

- La guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.
- Bases del libro: diseño y cálculo de tanques, norma técnica internacional que es utilizada para la construcción de tanques de almacenamiento de agua.
- Así mismo de los conocimientos adquiridos en los cursos de construcciones rurales e ingeniería aplicada proporcionados por la Universidad Rural de Guatemala. En este método, la hipótesis fue parte de esta investigación tomando como base independiente la ubicación de la variable dentro del marco lógico.

I.6.1.3 Método inductivo.

Este método tiene el propósito de guiar la particularidad y definición, para obtener resultados directos que nos lleven a identificar el problema que tiene colonia El milagro zona 7 de Jalapa, puesto que este método nos ha servido de mucha importancia para demostrar los resultados específicos.

I.6.2 Técnicas.

En la investigación, se utilizaron técnicas formuladas y comprobadas en la hipótesis planteada. Para dar a conocer las técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis se procede a lo siguiente:

- Observación directa: La técnica que se ha utilizado de forma directa, se enfoca en la existencia problemática de la colonia mencionada anteriormente, debido a que los pobladores están exhaustos con el desabastecimiento de agua que tienen para su consumo, el cual les impide desarrollarse con plenitud
- Investigación documental: Esta técnica se ha utilizado con el fin de determinar si el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la colonia El milagro zona 7, podrían haber adquirido algún documento con similitud en dicha investigación que se está ejecutando, así mismo se puede determinar puntos específicos y aportes de investigaciones que se han hecho con respecto al tema que se ha estudiado. La documentación, reglamentos y normas que se han obtenido en bibliografías y páginas de internet, fueron utilizados con el fin del transcurso de revisión documental.

I.6.2.1 Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Las técnicas que a continuación veremos son técnicas que se utilizaron para determinar la comprobación de la hipótesis:

- Encuesta: Para el desarrollo de esta investigación, se hicieron encuestas muy discretas que nos aportaron información, utilizando “boletas de investigación”, con el objeto de determinar la causa y efecto de una variable, y así comprobar la hipótesis formulada.

- Muestreo: Para determinar el muestreo, se tomó el caso de las personas que habitan la parte alta de la colonia, ya que el caso está detallado con el problema directo que se ve en el desabastecimiento de agua. Consecuentemente la falta de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, se ha establecido un cálculo para determinar la magnitud de los vecinos afectados.
- Determinación de la población a investigar: La técnica empleada en atención a este tema se ha comprobado las variables dependiente e independiente (causa y efecto), para poder derivar un estudio a la población de colonia El milagro, con el propósito de realizar un muestreo estadístico que sea propicio para las entrevistas de las personas.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

II.1 Conclusiones.

Se comprueba la hipótesis “El desabastecimiento de agua para consumo en colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, en los últimos cinco años, por obsoleto sistema de distribución, es debido a la inexistencia de un tanque para almacenamiento y obsoleta red de distribución.”

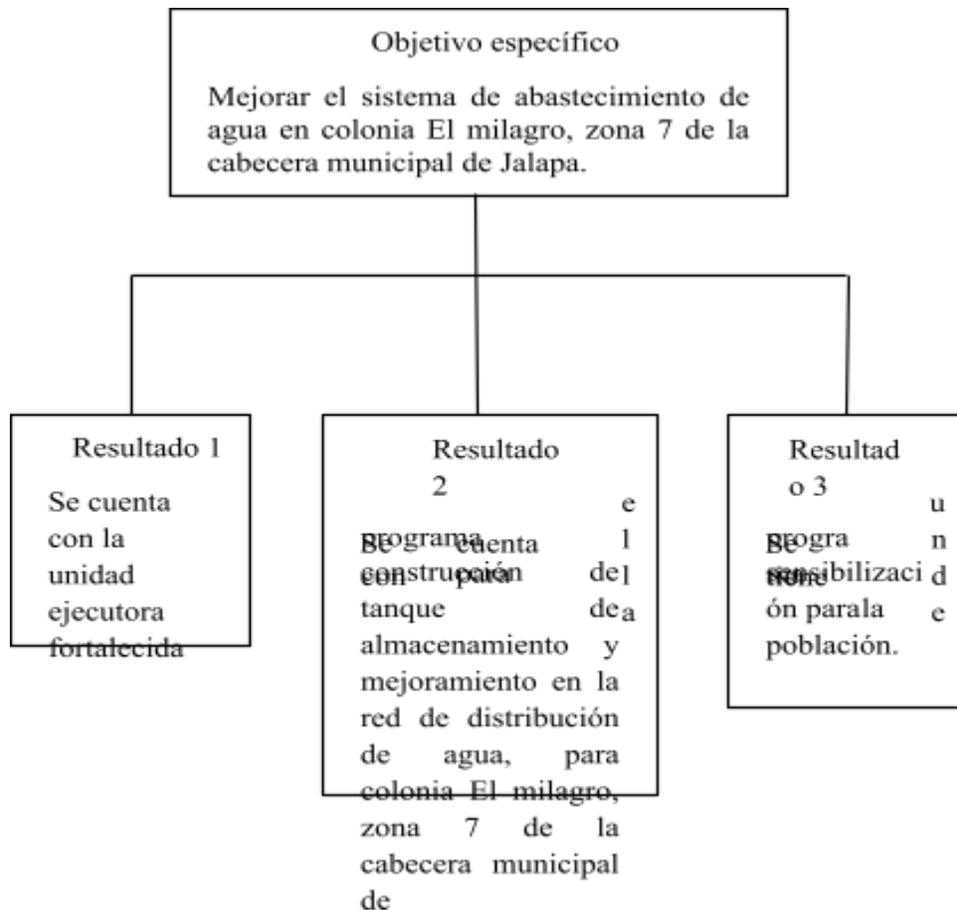
II.2 Recomendaciones

Construir el tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua domiciliar, para colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática.

Para solucionar la problemática determinada, es necesario desarrollar tres resultados y objetivo específico que se ha considerado ser útil para disminuir incertidumbres en el sistema de abastecimiento de agua.



Resultado 1. Se cuenta con la unidad ejecutora fortalecida.

Actividad 1.

Presentar solicitud de audiencia con las autoridades municipales.

Actividad 2.

Presentar estudio, diseño de estructura de ejecución y propuesta al consejo municipal de Jalapa, departamento de Jalapa, la cual se le denomina. “Construcción de tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua”, ubicada en colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

Actividad 3.

Verificar la aprobación y autorización del consejo municipal respecto a la propuesta presentada a la municipalidad de Jalapa.

Actividad 4.

Hacer entrega a la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de Jalapa la siguiente documentación; Planificación, Diseño, Cronograma y Ejecución del proyecto denominado. “Construcción de tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua”, ubicada en colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal.

Resultado 2. Se cuenta con el programa para la construcción de tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua.

Actividad 1.

La colocación de un rótulo de identificación del proyecto en colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, esto nos sirve para especificar el tipo de proyecto que se llevará a cabo, el costo del proyecto y determinar el beneficio de los habitantes.

Actividad 2.

Limpieza y chapeo del terreno, esto nos sirve para la colocación de materiales como lo es piedra, arena, cemento, madera, donde se llevará a cabo la construcción del tanque de almacenamiento de 100 m³.

Actividad 3.

Levantado topográfico del terreno desde el pozo hasta donde se llevará a cabo la construcción del tanque de almacenamiento, por lo que es importante la recopilación de información del topógrafo para establecer la localización y ubicación del área donde se construirá dicho proyecto ya que este nos sirve para determinar las curvaturas de niveles exactos a través de un estudio.

Actividad 4.

Ensayo de suelo de compresión triaxial, el ensayo de suelo de compresión triaxial constituye al procedimiento grato para medir una resistencia, este es un estudio geotécnico de la rama de mecánica de suelos que nos sirve para saber la consistencia y cohesividad de un suelo, así también para saber los estratos de qué tipo de material de suelo afrontamos en la ejecución del proyecto.

Actividad 5.

Se da inicio a los trabajos de gabinete determinando el diseño y sus respectivas etapas de construcción del tanque de 100 m³, ya que este es el proyecto que dará solución a la problemática que ha venido atravesando colonia El milagro.

Actividad 6.

Hacer el zanjeo respectivo para introducir la línea de conducción de agua, desde el pozo mecánico que suministrará hasta el tanque de almacenamiento y distribución de la misma, ya que este pozo se encuentra a 2 kilómetros de la construcción del tanque

mencionado, ubicado en la misma localidad de la zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

Actividad 7.

Las excavaciones para la construcción de cajas de donde estarán ubicadas las válvulas de compuerta, para el paso de agua, ya que estas deberán de ser semienterradas con el objetivo que no puedan ser dañadas por personas mal intencionadas y que se puedan cerrar al momento de hacer una limpieza al tanque de distribución.

Actividad 8.

Se harán las respectivas instalaciones de las válvulas de limpieza, por lo que se instalará una en la salida del tanque de almacenamiento y la otra se instalará a 315 metros a mediación del tramo de distribución de agua, con el objetivo de evitar el paso de sedimentos dentro de la tubería.

Actividad 9.

Sistema de cloración a través de la instalación de un hipoclorador, el cual estará ubicado en la línea de conducción que llegará al tanque de almacenamiento, por lo que este es un equipo sencillo para la desinfección del agua y para inactivar los microorganismos de tal forma que el agua pueda ser apta para el consumo humano, si es necesario se puede hacer una nueva toma de muestra de agua para un análisis fisicoquímico y bacteriológico, con el objetivo de estar seguros de la dotación, eficiencia y el funcionamiento del pozo que dará suministro de agua a colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

Actividad 10.

Tubería de distribución, es una tubería de material termoplástico con elaboración de cloruro de polivinilo (PVC), ya que esta tubería es la adecuada para dar suministro de agua a colonia El milagro zona 7, de la cabecera municipal de Jalapa.

Resultado 3. Programa para sensibilización a los pobladores respecto al proceso del proyecto.

Actividad 1.

Para esta actividad de sensibilización a los pobladores respecto al proceso del proyecto, se les dará la información necesaria a la población de colonia El milagro a través de una reunión con el COCODE, se les hará saber los procesos de trabajo que se darán durante el trayecto de construcción y que también irán trascendiendo de manera paulatina conforme el tiempo que se lleve dicho proceso, hasta dar finalidad al proyecto, describiéndolo de forma transparente la ejecución del proyecto denominado “Construcción de tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua”, para colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa.

Para dar a conocer la planificación tanto física como financiera se deberá de trabajar juntamente con la institución Consejos de Desarrollo (CODEDE), Municipalidad y con el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), ya que cuando den el visto bueno del proyecto la empresa ejecutora deberá de pedir el 15% mínimo de anticipo de presupuesto del proyecto o el 20% máximo de anticipo de presupuesto del proyecto, según lo establecido en el código municipal, ya que este dinero servirá a la empresa ejecutora para dar inicio a la construcción del proyecto.

Conforme se vaya avanzando el proceso de construcción del proyecto, se deberá de pedir nuevamente al supervisor de obras de la municipalidad, para que haga una visita de campo al proyecto y que pueda establecer un informe de avance físico para la institución Consejos de Desarrollo (CODEDE) para luego la empresa ejecutora pueda pedir el otro 20% de estimación de pago del avance y así sucesivamente se determinará cada proceso hasta llegarlo al 100% de la obra finalizada y funcionando.

Los trabajos preliminares se deben de tomar en cuenta antes de dar inicio a un proyecto de construcción para conocimiento y beneficio de los habitantes, para lo cual se establece tomando una serie de pasos a seguir:

Paso 1. Rótulo de identificación

La colocación de un rótulo de identificación de proyecto en colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, es parte del proceso de ejecución de la misma ya que este servirá para especificar el tipo de proyecto que se llevará a cabo, puesto que el rótulo deberá de cumplir con los reglamentos establecidos.

Las dimensiones del rótulo deberán de ser de 2.40 mts. de ancho * 1.20 mts. de alto, el cual estará establecido de la siguiente manera:

Tipo de proyecto

Beneficio de los habitantes

Aportes (CODEDE, Municipalidad y Cocode)

Costo total del proyecto

Logotipo del gobierno de Guatemala.

Paso 2. Limpieza y chapeo

Se deberá de llevar a cabo una limpieza y chapeo del terreno donde se llevará a cabo la construcción del tanque de almacenamiento de 100 m³, ya que esto nos sirve para la colocación de materiales que se utilizaran como lo es piedra, arena, hierro y madera etc.

También es necesario la construcción provisional de una bodega, la cual será hecha de madera y lámina y que servirá como guardianía para el resguardo y

almacenamiento de los materiales que utilizará el albañil, como lo son: cubetas, cemento, cal, alambre,

carretas de mano, escoba, manguera, guantes, botas y otros implementos necesarios, las dimensiones que lleva la bodega son las siguientes: 6.50 mts. de largo, 5.00 mts. de ancho y 3.00 mts. de alto.

Paso 3. Levantamiento topográfico

El siguiente paso que se procede es el replanteo y levantamiento topográfico, el cual se deriva como un estudio técnico y descriptivo de un terreno teniendo en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas de una superficie terrestre, así también nos sirve como un punto de partida para poder realizar toda una serie de etapas dentro de la localización y ubicación del área donde se llevara a cabo la construcción del tanque de almacenamiento, ya que su objetivo principal es determinar la posición relativa entre varios puntos sobre un plano horizontal y vertical.

Este renglón de trabajo determina las referencias de trazo utilizando equipo especial de topografía, desde el pozo de suministro hasta donde será la construcción del tanque, por lo que es importante la recopilación e información del topógrafo para establecer los trabajos de nivelación del terreno, curvaturas de nivel exactos, ya que estos deberán de ser tomados en cuenta para la realización de planos para luego proceder a la ejecución del proyecto.

Paso 4. Ensayo de suelo triaxial

En este proceso, se hace una visita de campo, donde se hará la construcción del tanque de almacenamiento, quedando establecido hacer un ensayo de suelo de compresión triaxial a una profundidad de 80 centímetros, ya que este ensayo es un método que se hace siempre antes de hacer una construcción, esto se hace con el objetivo de determinar qué tipo de suelo afrontamos y que medidas debemos de tomar, el ensayo sirve para determinar las propiedades mecánicas de un suelo, especialmente si son suelos de arcillas, arenosos o rocosos, según lo establece la norma ASTM D4767 y ASTM D2850, utilizando el método de Mohr.

Paso 5. Tanque de distribución

Este paso debe de ser tratado con mucha cautela y exactitud ya que este lleva diferentes procesos de trabajo:

Primero, el albañil y sus ayudantes deberán de colocar los puentes de madera con sus ángulos respectivos a 90° en las esquinas de los cuatro puntos donde quedara establecido el tanque de almacenamiento.

Segundo, se procede hacer el trazo con cal, el cual deberán de guiarse por el hilo horizontal que estará amarrado a cada puente antes mencionado para luego unirlos.

Tercero, hacer el zanjeo que tendrá una profundidad de 80 centímetros y 50 centímetros de ancho.

Cuarto, levantado de muro para el tanque de almacenamiento de agua, el cual será hecho de concreto ciclópeo específicamente (piedra y concreto), los materiales que se usarán en la elaboración del tanque deberán de ser de buena calidad, apropiados y duraderos ya que en el área se cuenta con suficiente piedra natural la cual es moldeable, rígida, estable y apta para la construcción del tanque.

Quinto, esto conlleva tiempo en cada proceso de trabajo, ya que el proceso de este es lento, debido a que los ayudantes deberán de hacer la mezcla del hormigón conforme el albañil lo vaya requiriendo.

Sexto, el albañil debe de estar pegando las piedras con el concreto y

manipulándolas para que estas puedan quedar de forma uniforme hasta llegar a la altura determinada.

Paso 6. Línea de conducción

En este proceso se debe de tomar en cuenta algo muy importante, la contratación de mano de obra calificada (ayudantes de albañilería) o maquinaria pesada para hacer el zanjeo respectivo para introducir la línea de conducción (tubería PVC), la cual se encargará de trasladar el agua hacia el tanque de almacenamiento, por lo que deberá de ir semienterrada a una profundidad de 0.80 mts como mínimo y a 1.00 mts como profundidad máxima, esto se hace con la finalidad que no pueda ser estropeada.

La línea de conducción (tubería PVC), debe de ir principalmente desde el pozo mecánico que se encuentra ubicado en la “colonia Valle bello” zona 7 de la misma localidad hacia el tanque que servirá de almacenamiento para la distribución de agua.

Para el caso presente la sugerencia más eficaz sería utilizar una retroexcavadora para el zanjeo por lo que es más rápido, sin embargo, también se debe de tomar en cuenta que es necesario utilizar la mano de obra calificada, ya que habrá un área donde la maquinaria pesada no podrá trabajar por lo que se debe de seguir haciendo el zanjeo a mano.

Paso 7. Cajas para válvulas de compuerta

En el presente proceso de trabajo se deberá de hacer las respectivas excavaciones para la construcción de 4 cajas, las válvulas deberán de ir introducidas en sus respectivas cajas semienterradas donde serán hechas de block de 15*20*40 con un dimensionamiento mínimo de 0.50 mts³ con pedrín en el fondo de la caja, las cuales tendrán el funcionamiento de las válvulas de compuerta para el paso de agua, previo a la construcción de las cajas de concreto ciclópeo, debe de verificarse que en el sitio donde irán ubicadas las cajas no exista interferencias con otras líneas de conducción aledañas.

Las cajas de concreto ciclópeo deben de cumplir con un dimensionamiento interno mínimo de 0.50 mts³ con piedrín en el fondo de la caja, esto se hace con el objetivo que se pueda maniobrar la operación de la válvula de compuerta y dar un buen mantenimiento de la misma.

Paso 8. Cajas para válvulas de limpieza

Este es un trabajo muy similar al de las cajas de válvulas de compuerta, con la diferencia que en este caso solamente irán instaladas 2 válvulas de limpieza, una estará ubicada en la salida del tanque de almacenamiento y la otra unidad estará a mediación del tramo a 315 metros de la longitud de la tubería de distribución de agua.

Las válvulas deberán de ir introducidas en sus respectivas cajas semienterradas donde serán hechas de block de 15*20*40 con un dimensionamiento mínimo de 0.50 mts³ con piedrín en el fondo de la caja.

Las válvulas de limpieza son utilizadas en todas partes del mundo, ya que sirven como filtros de sedimentos y que pueda dar un proceso de flujo de agua correcto, la válvula de limpieza permite a los usuarios contar con la garantía de una excelente agua para el consumo humano.

Paso 9. Sistema de cloración

La cloración es muy importante dentro del consumo de agua para los usuarios, este procedimiento es utilizado a nivel mundial según la World Health Organization (Organización Mundial para la Salud).

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) y las normas UNEPAR nos indican que debemos de utilizar en la construcción de tanques para almacenamiento de agua, un sistema de cloración a través de la instalación de un hipoclorador, el cual debe de estar ubicado en la línea de conducción unos metros

antes

que llegue al tanque de almacenamiento, este un equipo sencillo para la desinfección de la misma y para inactivar los microorganismos de tal forma que el agua pueda ser apta para el consumo humano, y que la población pueda utilizarla con mayor seguridad.

Paso 10. Tubería de distribución

En este último proceso de trabajo, hablamos de una red de distribución, ya que es el conjunto de tuberías que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento hasta el punto de servicio de los usuarios.

Las tuberías de distribución, son tuberías de material termoplástico con elaboración de cloruro de polivinilo (PVC), ya que estas son las tuberías que utilizaremos para dar el adecuado suministro de agua a colonia El milagro zona 7, de la cabecera municipal de Jalapa.

Se da por terminado los procesos de los resultados que darán la solución específica a la problemática que ha venido atravesando durante los últimos cinco años, colonia El milagro zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa departamento de Jalapa.

Anexo 2. Matriz de la estructura lógica.

La matriz de la estructura lógica es un instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta.

Componente del proyecto.	Indicadores.	Medios de verificación.	Supuestos.
Objetivo general: Contribuir con los habitantes afectados de la colonia El milagro, zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, para que puedan gozar del abastecimiento de agua.	Solo el 40 % de los habitantes de la colonia cuentan con agua en el segundo año del plan.	<ul style="list-style-type: none"> ● Registro COCODE ● Registro Municipal 	Reduce el desabastecimiento de agua en colonia El milagro, en los últimos cinco años.
Objetivo específico: Determinar y aludir las normas sanitarias referentes al sistema de abastecimiento de agua.	Construir tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua.	<ul style="list-style-type: none"> ● Informe de vecinos ● Visitas de campo al proyecto. 	Mejora la condición de abastecimiento de agua en dicho lugar mencionado.
Resultado 1: Programa de fortalecimiento de la unidad ejecutora.	Impulsar y mantener un control de calidad constante.	Inspección de labores, durante la ejecución del proyecto.	
Resultado 2: Construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua.	Diseño de tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua.	Informe de CODEDE	
Resultado 3: Programa de sensibilización a las autoridades municipales.	Reunión y la participación del consejo municipal	Verificación de reunión con el consejo municipal y COCODE	

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Anexo 3. Ajuste de Costo y Tiempo.

Actividades de trabajo	Costo	Tiempo de trabajo en (Semanas)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
A.1 Rótulo de identificación	Q2,070.00	■								
A.2 Limpieza y chapeo.	Q2,000.00	■								
A.3 Levantado topográfico.	Q2,500.00	■								
A.4 Ensayo de suelos.	Q3,000.00	■								
A.5 Tanque de distribución 100 m3	Q233,690.00	■	■	■	■	■				
A.6 Línea de conducción	Q358,575.20				■	■	■	■	■	
A.7 Cajas para válvulas de compuerta	Q3,569.15							■	■	
A.8 Cajas para válvulas de limpieza	Q3,920.90									■
A.9 Sistema de cloración	Q113,409.45									■
A.10 Tubería de distribución	Q253,822.60								■	■
A.11 Programa para construcción de tanque de almacenamiento de agua.	Q15,000.00						■	■	■	
A.12 Programa de sensibilización a los pobladores.	Q2,000.00						■			
A.13 Solicitud de Audiencia con las autoridades municipales.	Q3,400.00						■			
A.14 Diseño de estructura de ejecución propuesta.	Q25,000.00							■		
A.15 Programa de propuesta para el fortalecimiento de la unidad ejecutora	Q8,857.20								■	
TOTAL	Q1,030,814.50									

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

A.3	Actividad 3. Levantado topográfico.	Estudiante	■										
A.4	Actividad 4. Ensayo de suelo de compresión triaxial.	Estudiante	■										
A.5	Actividad 5. Tanque de distribución 100 m3	Estudiante		■	■	■	■						
A.6	Actividad 6. Línea de Conducción por Bombeo y Gravedad	Estudiante				■	■	■	■	■			
A.7	Actividad 7. Cajas para válvulas de compuerta cuatro unidades	Estudiante								■	■		
A.8	Actividad 8. Cajas para válvulas de limpieza dos unidades	Estudiante											■
A.9	Actividad 9. Sistema de cloración	Estudiante											■
A.10	Actividad 10. Tubería de distribución	Estudiante											■

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Cronograma de resultados y actividades

No.	Resultados y Actividades	Responsable	Tiempo (meses)										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
R.3	Se cuenta con el programa de sensibilización para la población												
A.1	Actividad 1. Programa de sensibilización a los pobladores respecto al proceso de proyecto.	Estudiante								■			

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Anexo 5. Presupuesto de Resultado 1. Fortalecimiento de la unidad ejecutora.

A.1	Descripción	Cant.	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
Rótulo de Identificación	Materiales	1	Q1.252.46	Q2,070.00	121	1
	Mano de Obra	1	Q340.00		29	
	Administrativo.	1	Q477.74		29	
A.2	Descripción	Cant.	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
Limpieza y Chapeo	Materiales	1	Q1.250.00	Q2,000.00	121	1
	Mano de Obra	1	Q350.00		29	
	Administrativo.	1	Q400.00		29	
A.3	Descripción	Cant.	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
Levantado Topográfico	Equipo	1	Q1,000.00	Q2,500.00	121	1
	Mano de Obra	1	Q1,000.00		29	
	Administrativo.	1	Q500.00		29	
A.4	Descripción	Cant.	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
Ensayo de Suelos	Equipo	1	Q1,000.00	Q3,000.00	121	1
	Mano de Obra	1	Q1.500.00		29	
	Administrativo.	1	Q500.00		29	
A.5	Descripción	Cant.	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
Tanque de Distribución 100 m3	Materiales	1	Q101,132.80	Q233,690.00	121	1
	Mano de Obra	1	Q73,286.43		29	
	Administrativo.	1	Q59,270.77		29	
A.6	Descripción	Cant.	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
Línea de conducción por Bombeo	Materiales	1	Q203,156.00	Q358,575.20	121	4
	M.O. y Maquinaria	1	Q70,825.00		29	
	Administrativo.	1	Q84,594.20		29	
A.7	Descripción	Cant.	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
Caja para Válvula de Compuerta a cuatro unidades	Materiales	1	Q1,216.15	Q3,569.15	121	2
	Mano de Obra	1	Q1,530.00		29	
	Administrativo.	1	Q823.85		29	
A.8	Descripción	Cant.	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
Caja para Válvulas de Limpieza, dos unidades	Materiales	1	Q1,486.08	Q3,920.90	121	1
	Mano de Obra	1	Q1,530.00		29	
	Administrativo.	1	Q904.82		29	

A.9	Descripción	Cant.	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
Sistema de Cloración	Materiales	1	Q58,941.75	Q113,409.45	121	1
	Mano de Obra	1	Q23,239.00		29	
	Administrativo.	1	Q31,228.70		29	
A.10	Descripción	Cant.	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
Tubería de Distribución	Materiales	1	Q86,448.15	Q253,822.60	121	2
	Mano de Obra	1	Q108,800.00		29	
	Administrativo.	1	Q58,574.45		29	
	TOTAL			Q976,557.30		

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Resultado 2. Programa para construcción de tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua.

A.1	Descripción	Cant.	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
Programa para la construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua.	Administrativo.	1	Q15,000.00	Q15,000.00	121	3
					29	
	TOTAL			Q15,000.00		

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Resultado 3. Programa de sensibilización para la población.

A.1	Descripción	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
Programa de sensibilización a los pobladores respecto al proceso del proyecto	Fotocopias	Q200.00	Q2,000.00	0	2
	Asesor Profesional	Q1,800.00			
A.2	Descripción	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
	Fotocopias	Q900.00	Q3,400.00	23	8

Solicitud de audiencia a las autoridades municipales.	Asesor Profesional	Q2,500.00			
A.3	Descripción	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
Mostrar diseño de estructura para la ejecución propuesta	Asesor Profesional	Q25,000.00	Q25,000.00	23	10
A.4	Descripción	P.U.(Q)	Total (Q)	Cód.	Sem.
Programa de Propuesta para el Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora	Fotocopias				
	Asesor Profesional	Q1,865.20 Q6,992.00	Q8,857.20	23	12
	TOTAL			Q39,257.20	

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Presupuesto Integrado por Resultados

RESULTADO	DESCRIPCIÓN	COSTO EN (Q)
1	Fortalecimiento de la unidad ejecutora del proyecto	Q976,557.30
2	Programa para la construcción de un tanque de almacenamiento y mejoramiento en la red de distribución de agua.	Q15,000.00
3	Programa de sensibilización para la población	Q39,257.20
COSTO TOTAL		Q1,030,814.50

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Anexo 6. Presupuesto del proyecto

No.	Descripción	Unidad	Cant.	Precio unitario	Total
1	Rótulo de Identificación	UNIDAD	1	Q2,070.00	Q2,070.00
2	Limpieza y chapeo	M2	20	Q100.00	Q2,000.00
3	Levantado Topográfico	DÍA	2.5	Q1,000.00	Q2,500.00
4	Ensayo de suelo	DÍA	1	Q3,000.00	Q3,000.00
5	Tanque de distribución 100m3	M3	100	Q2,336.90	Q233,690.00
6	Línea de conducción	ML	40	Q8,964.38	Q358,575.20
7	Cajas para válvulas de compuerta	UNIDAD	4	Q892.29	Q3,569.15
8	Cajas para válvulas de limpieza	UNIDAD	2	Q1,960.45	Q3,920.90
9	Sistema de cloración	UNIDAD	1	Q113,409.45	Q113,409.45
10	Tubería de distribución	UNIDAD	1	Q253,822.60	Q253,822.60
11	Programa para construcción de tanque de almacenamiento	UNIDAD	1	Q15,000.00	Q15,000.00
12	Programa de sensibilización a los pobladores.	UNIDAD	1	Q2,000.00	Q2,000.00
13	Solicitud de audiencia con las autoridades municipales.	UNIDAD	1	Q3,400.00	Q3,400.00
14	Diseño de estructura de ejecución propuesta.	UNIDAD	1	Q25,000.00	Q25,000.00
15	Programa de propuesta para el fortalecimiento de la unidad ejecutora	UNIDAD	1	Q8,857.20	Q8,857.20
16	COSTO TOTAL DEL PROYECTO			Q1,030,814.50	

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Anexo 7. Cronograma físico

CRONOGRAMA FISICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.											
N	Renglón	Uni	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9
1	Rótulo de Identificación	Uni									
2	Limpieza y chapeo	m2									
3	Levantado Topográfico	día									
4	Ensayo de suelo	día									
5	Tanque de distribución 100m3	m3									
6	Línea de conducción por bombeo y gravedad	ml									
7	Cajas para válvulas de compuerta	Uni									
8	Cajas para válvulas de limpieza	Uni									
9	Sistema de cloración	Uni									
10	Tubería de distribución	Uni									

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Anexo 8. Cronograma financiero

CRONOGRAMA FINANCIERO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.												
N o	Re ngl ón	Uni dad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Total
1	Rótulo de Identificación	Unidad	Q2,070.00									Q2,070.00
2	Limpieza y chapeo	m2	Q2,000.00									Q2,000.00
3	Levantado Topográfico	día	Q2,500.00									Q2,500.00
4	Ensayo de suelo	día	Q3,000.00									Q3,000.00
5	Tanque de distribución 100m3	m3	Q46,738.00	Q46,738.00	Q46,738.00	Q46,738.00	Q46,738.00					Q233,690.00
6	Linea de conducción	ml					Q89,643.80	Q89,643.80	Q89,643.80	Q89,643.80		Q358,575.20
7	Cajas para valvulas de compuerta	Unidad							Q892.29	Q892.29		Q3,569.15
8	Cajas para valvulas de limpieza	Unidad									Q3,920.90	Q3,920.90

9	Sistema de cloración	Unidad									Q113,409.45	Q113,409.45	
10	Tubería de distribución	Unidad									Q126,911.30	Q126,911.30	Q253,822.60
Gastos para la construcción del tanque de almacenamiento de agua.											Q976,557.30		
11	Programa para construcción de tanque de almacenamiento de agua.										Q15,000.00	Q15,000.00	
12	Programa de sensibilización a los pobladores.										Q2,000.00	Q2,000.00	
13	Solicitud de audiencia con las autoridades municipales.										Q3,400.00	Q3,400.00	
14	Diseño de estructura de ejecución propuesta.										Q25,000.00	Q25,000.00	
15	Programa de propuesta para el fortalecimiento de la unidad ejecutora										Q8,857.20	Q8,857.20	
Gastos para la solicitud, diseño y programas en la construcción del tanque de almacenamiento de agua.											Q54,257.20		
COSTO TOTAL DEL PROYECTO											Q1,030,814.50		
PORCENTAJES		15.52%	5.57%	5.57%	5.57%	9.94%	5.80%	10.91%	16.44%	24.68%	100.00%		

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

Anexo 9. Desglose de presupuesto

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.			
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ROTULO DEL PROYECTO	UNIDAD	1	Q2,070.00	Q2,070.00
MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Rotulo	unidad	1	Q1,590.00	Q1,590.00
TOTAL, DE MATERIALES CON IVA				Q1,590.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	PRECIO	TOTAL	
Instalación de rotulo	unidad	Q200.00	Q200.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q200.00
PRESTACIONES 70%				Q140.00
TOTAL, MANO DE OBRA				Q140.00
TOTAL, COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustible + mano de obra + otros):				Q1,590.00
TOTAL, COSTO INDIRECTO (administrativos + supervisión + utilidad): 30%				Q480.00
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q2,070.00
TOTAL				Q2,070.00

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.			
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
LIMPIEZA Y CHAPEO	UNIDAD	1	Q2,000.00	Q2,000.00
HERRAMIENTAS				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
LIMPIEZA Y CHAPEO	unidad	1	Q2,000	Q2,000
MACHETES	unidad	4	Q50.00	Q200.00
TOTAL, DE MATERIALES CON IVA				Q200.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
LIMPIEZA Y CHAPEO	unidad	1	Q125.00	Q125.00
ALBAÑIL	1	1	Q150.00	Q150.00
AYUDANTE	3	3	Q75.00	Q225.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q500.00
DIAS DE TRABAJO		4	Q500.00	Q2,000.00
TOTAL, MANO DE OBRA				Q2,000.00
TOTAL, COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustible + mano de obra + otros):				Q500.00
TOTAL, COSTO INDIRECTO (administrativos + supervisión + utilidad): 30%				Q500.00 * 4
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q2,000.00
TOTAL				Q2,000.00

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.			
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
LEVANTADO TOPOGRAFICO	UNIDAD	1	Q2,500.00	Q2,500.00
HERRAMIENTAS				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
LEVANTADO TOPOGRAFICO	unidad	1	Q2,500.00	Q2,500.00
ALQUILER DE EQUIPO DE TOPOGRAFIA	unidad	1	Q500.00	Q500.00
TOPÓGRAFO	unidad	1	Q250.00	Q250.00
CADENERO	unidad	1	Q150.00	Q150.00
AYUDANTE	unidad	1	Q100.00	Q100.00
TOTAL, DE MATERIALES CON IVA				Q2,500.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
LEVANTADO TOPOGRAFICO	unidad	1	Q2,500.00	Q2,500.00
ALQUILER DE EQUIPO DE TOPOGRAFIA	unidad	1	Q500.00	Q500.00
TOPÓGRAFO	unidad	1	Q250.00	Q250.00
CADENERO	unidad	1	Q150.00	Q150.00
AYUDANTE	unidad	1	Q100.00	Q100.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q500.00
DIAS DE TRABAJO		2.5	Q1,000.00	Q2,500.00
TOTAL, MANO DE OBRA				Q2,500.00
TOTAL, COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustible + mano de obra + otros):				Q1,000.00
TOTAL, COSTO INDIRECTO (administrativos + supervisión + utilidad): 30%				Q1,000 * 2.5
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q2,500.00
TOTAL				Q2,500.00

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.			
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
ENSAYO DE SUELO	UNIDAD	1	Q3,000.00	Q3,000.00
HERRAMIENTAS				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
ALQUILER DE EQUIPO DE LABORATORIO	unidad	1	Q2,750	Q2,750
LABORATORISTA	unidad	1	Q250.00	Q250.00
TOTAL, DE MATERIALES CON IVA				Q3,000.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
ALQUILER DE EQUIPO DE LABORATORIO	unidad	1	Q2,750	Q2,750
LABORATORISTA	unidad	1	Q250.00	Q250.00
DIAS DE TRABAJO		1	Q500.00	Q3,000.00
TOTAL, MANO DE OBRA				Q3,000.00
TOTAL, COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustible + mano de obra + otros):				Q2,750
TOTAL, COSTO INDIRECTO (administrativos + supervisión + utilidad): 30%				Q250.00
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q3,000.00
TOTAL				Q3,000.00

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.			
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
TANQUE DE DISTRIBUCION DE 100 M3	M3	100	Q2,336.90	Q233,690.00
MATERIAL Y HERRAMIENTA				

DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Cemento	saco	513	Q78.00	Q40,014.00
Arena	m3	34	Q125.00	Q4,250.00
Piedrín	m3	45	Q180.00	Q8,100.00
Piedra bola	m3	30	Q150.00	Q4,500.00
Clavo de 3"	lb	53	Q7.00	Q371.00
Alambre de amarre	lb	58	Q4.50	Q261.00
Hierro de 1/4"	qq	1	Q250.00	Q250.00
Hierro de 3/8"	qq	17	Q380.00	Q6,460.00
Hierro de 1/2"	qq	11	Q380.00	Q4,180.00
Tabla	unidad	252	Q35.00	Q8,820.00
Paral	unidad	105	Q25.00	Q2,625.00
Codo HG a 90° de 4"	unidad	2	Q125.00	Q250.00
Tubo HG de 4"	unidad	2	Q780.00	Q1,560.00
Adaptador macho PVC de 4"	unidad	2	Q32.00	Q64.00
Válvula de compuerta HG de 4"	unidad	1	Q2,622.00	Q2,622.00
Caja para válvula	unidad	2	Q250.00	Q500.00
Tubo PVC de 160 PSI de 4"	unidad	1	Q225.00	Q225.00
Ye PVC de 3"	unidad	1	Q85.00	Q85.00
Codo PVC de 3" a 45°	unidad	1	Q34.00	Q34.00
Codo PVC de 3" a 90°	unidad	1	Q36.00	Q36.00
Válvula de compuerta de 3"	unidad	1	Q1,730.00	Q1,730.00
Adaptador macho PVC de 3"	unidad	2	Q28.60	Q50.00
Tubo PVC de 160 PSI de 3"	unidad	2	Q125.00	Q250.00
Niple HG de 3" * 0.50m.	unidad	1	Q68.00	Q68.00
Codo HG de 3" a 90°	unidad	2	Q95.00	Q190.00
Tapadera metálica	unidad	1	Q750.00	Q750.00
Candado de 50mm	unidad	1	Q175.00	Q175.00
Cedazo metálico	m2	1	Q57.35	Q57.00
Escalera interior	global	1	Q2,400.00	Q2,400.00
Escalera exterior	global	1	Q2,500.00	Q2,500.00
Pintura anticorrosiva	galón	1	Q300.00	Q300.00
TOTAL, DE MATERIALES				Q93,677.00
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

Flete	viajes	8	Q809.00	Q6,471.46
Vibrador de concreto	hora	25.5	Q220.00	Q5,621.45
TOTAL, DE EQUIPO Y MAQUINARIA				Q12,092.91
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Trazo y nivelación	global	1	Q656.00	Q656.00
Excavación	m3	50	Q85.00	Q4,250.00
Compactación	m2	90	Q75.00	Q6,750.00
Fundición de muros cimiento y piso	m3	68	Q300.00	Q20,400.00
Fundición de muros cimiento y piso	m2	145	Q45.00	Q6,525.00
Formaleta de muros	m2	145	Q15.00	Q2,175.00
Desencofrado de muros	m2	50	Q75.00	Q3,750.00
Formaleta de losa	m2	50	Q90.00	Q4,500.00
Armado de losa	m3	5	Q600.00	Q3,000.00
Fundición de losa	m2	50	Q45.00	Q2,250.00
Desencofrado de losa	ml	42	Q45.00	Q1,890.00
Formaleta de vigas	ml	42	Q65.00	Q2,730.00
Armado de vigas	m3	4.2	Q600.00	Q2,520.00
Fundición de vigas	ml	42	Q35.00	Q1,470.00
Desencofrado de vigas	m2	65	Q45.00	Q2,925.00
Enrabetado interior	m2	65	Q55.00	Q3,575.00
Alisado interior de tanque	unidad	2	Q250.00	Q500.00
Armado de tapaderas	global	1	Q2,500.00	Q2,500.00
Elaboración de gradas de acceso	unidad	1	Q365.00	Q365.00
Armado y colocación de respiradero	global	1	Q555.00	Q555.00
Colocación de accesorios				Q0.00
TOTAL, DE MANO DE OBRA				Q73,286.00
TOTAL, COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustible + mano de obra + otros):				Q179,055.91
TOTAL, COSTO INDIRECTO (administrativos + supervisión + utilidad):			30%	Q54,612.09
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q233,690.00
TOTAL				Q233,690.00

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.			
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
LÍNEA DE CONDUCCION POR BOMBEO	M3	40	Q9,164.38	Q358,575.20
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Tubo HG de 3"	unidad	419	Q391.83	Q165,380.90
Tubo PVC de 160 PSI de 2"	unidad	112	Q200.00	Q22,400.00
Tubo PVC de 160 PSI de 1 1/2"	unidad	9	Q150.00	Q1,350.00
Tubo PVC de 160 PSI de 3"	unidad	2	Q255.00	Q510.00
Pegamento	galón	3	Q505.00	Q1,515.00
Lija	global	1	Q2,400.00	Q2,400.00
Niple de rosca para tubería hg para 3"	unidad	210	Q30.00	Q6,300.00
Llaves para enroscar tubo de 3" hg	UNIDAD	5	Q300.00	Q1,500.00
TOTAL, DE MATERIALES				Q201,355.90
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Flete	viajes	4	Q4,050.00	Q16,200.00
TOTAL, DE EQUIPO Y MAQUINARIA				Q16,200.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Trazo y nivelación	global	1	Q10,000.00	Q10,000.00
Excavación	m3	45	Q85.00	Q3,825.00
Colocación de accesorios	global	1	Q45,000.00	Q45,000.00
Otros				Q0.00
TOTAL, DE MANO DE OBRA				Q58,825.00
TOTAL, COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustible + mano de obra + otros):				Q276,380.90
TOTAL, COSTO INDIRECTO (administrativos + supervisión + utilidad):			30%	Q82,914.27
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q358,575.20
TOTAL				Q358,575.20

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.			
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
CAJAS PARA VALVULAS DE COMPUERTA	UNIDAD	1	Q3,570.00	Q3,570.00
MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Cemento	bolsa	2	Q78.00	Q156.00
Arena	m3	0.1	Q200.00	Q20.00
Piedrín	m3	0.1	Q200.00	Q20.00
Block de 15 x 20 x 40	unidad	16	Q5.00	Q80.00
Alambre de Amarre	lb	1	Q10.00	Q10.00
Hierro de 3/8"	varilla	3	Q36.50	Q109.50
Hierro de 1/4"	varilla	1	Q15.80	Q15.80
Clavo de 3"	lb	0.75	Q10.00	Q7.50
Válvula	unidad	1	Q480.00	Q480.00
Madera	global	1	Q150.35	Q150.35
Accesorios para instalación de Válvulas	global	1	Q167.00	Q167.00
TOTAL, DE MATERIALES CON IVA				Q1,216.15
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Construcción de caja	unidad	1	Q400.00	Q400.00
Instalación de válvula	unidad	1	Q250.00	Q250.00
Tapadera de caja	unidad	1	Q250.00	Q250.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q900.00
PRESTACIONES 70%				Q630.00
TOTAL, MANO DE OBRA				Q1,530.00
TOTAL, COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustible + mano de obra + otros):				Q2,746.15
TOTAL, COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad): 30%				Q823.85
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q3,570.00
TOTAL				Q3,570.00

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.			
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
CAJAS PARA VALVULAS DE LIMPIEZA	UNIDAD	1	Q3,920.90	Q3,920.90
MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Cemento	bolsa	2	Q78.00	Q156.00
Arena	m3	0.1	Q200.00	Q20.00
Piedrín	m3	0.1	Q200.00	Q20.00
Block de 15 x 20 x 40	unidad	16	Q5.00	Q80.00
Alambre de Amarre	lb	1	Q10.00	Q10.00
Hierro de 3/8"	varilla	3	Q36.50	Q109.50
Hierro de 1/4"	varilla	1	Q15.80	Q15.80
Clavo de 3"	lb	0.75	Q10.00	Q7.50
Válvula para limpieza	unidad	1	Q750.00	Q750.00
Madera	global	1	Q150.28	Q150.28
Accesorios para instalación de Válvulas	global	1	Q167.00	Q167.00
TOTAL, DE MATERIALES CON IVA				Q1,486.08
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Construcción de caja	unidad	1	Q400.00	Q400.00
Instalación de válvula	unidad	1	Q250.00	Q250.00
Tapadera de caja	unidad	1	Q250.00	Q250.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q900.00
PRESTACIONES 70%				Q630.00
TOTAL, MANO DE OBRA				Q1,530.00
TOTAL, COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustible + mano de obra + otros):				Q3,016.08
TOTAL, COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):			30%	Q904.82
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q3,920.90
TOTAL				Q3,920.90

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.			
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
SISTEMA DE CLORACION	UNIDAD	1	Q113,409.45	Q113,409.45
MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Sistema de cloración	unidad	1	Q113,409.45	Q113,409.45
TOTAL, DE MATERIALES CON IVA				Q113,409.45
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
instalación de equipo de cloración	unidad	1	Q113,409.45	Q113,409.45
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q113,409.45
PRESTACIONES		70%		Q79,386.62
TOTAL, MANO DE OBRA				
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustible + mano de obra + otro)				
TOTAL, COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):		30%		Q34,022.84
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q113,409.45
TOTAL				Q113,409.45

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.			
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
TUBERIA DE DISTRIBUCION	UNIDAD	1	Q253,822.60	Q253,822.60
MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Sistema de cloración	unidad	1	Q5,038.15	Q5,038.15
Tubería de PVC 160 psi de 3"	unidad	22	Q255.00	Q5,610.00
Tubería de PVC 160 psi de 2.5"	unidad	56	Q235.00	Q13,160.00
Tubería de PVC 160 psi de 2"	unidad	98	Q200.00	Q19,600.00
Tubería de PVC 160 psi de 1.5"	unidad	102	Q185.00	Q18,870.00
Tubería de PVC 160 psi de 1.25"	unidad	32	Q175.00	Q5,600.00
Tubería de PVC 160 psi de 1."	unidad	10	Q155.00	Q1,550.00
accesorios	global	1	Q10,000.00	Q10,000.00
pegamento	galón	4	Q505.00	Q2,020.00
lija	global	1	Q5,000.00	Q5,000.00
TOTAL, DE MATERIALES CON IVA				Q86,448.15
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
instalación de tubería	unidad	1	Q40,000.00	Q40,000.00
exacción	m3	150	Q85.00	Q12,750.00
relleno	m3	150	Q75.00	Q11,250.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q64,000.00
PRESTACIONES		70%		Q44,800.00
TOTAL, MANO DE OBRA				Q108,800.00
TOTAL, COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustible + mano de obra + otros):				Q195,248.15
TOTAL, COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):			30%	Q58,574.45
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q253,822.60
TOTAL				Q253,822.60

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.			
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
DISEÑO, SOLICITUD Y PROGRAMAS PARA REALIZAR PROYECTO	UNIDAD	3	Q54,257.20	Q54,257.20
MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
DISEÑO DE ESTRUCTURA DE EJECUCIÓN PROPUESTA	unidad	1	Q25,000.00	Q25,000.00
SOLICITUD DE AUDIENCIA CON LAS AUTORIDADES MUNICIPALES	unidad	1	Q3,400.00	Q3,400.00
PROGRAMA PARA CONSTRUCCION DE TANQUE DE AGUA	unidad	1	Q15,000.00	Q15,000.00
PROGRAMA DE SENSIBILIZACION A LOS POBLADORES	unidad	1	Q2,000.00	Q2,000.00
PROGRAMA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA UNIDAD EJECUTO.	unidad	1	Q8,857.20	Q8,857.20
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustible + mano de obra + otros):			70%	Q37,980.04
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):			30%	Q16,277.16
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q54,257.20
TOTAL				Q54,257.20

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR, PARA COLONIA EL MILAGRO, ZONA 7 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.			
DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
CONSTRUCCIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y MEJORAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DOMICILIAR.	UNIDAD	1	Q976,557.30	Q976,557.30
DISEÑO, SOLICITUD Y PROGRAMAS PARA REALIZAR PROYECTO	UNIDAD	3	Q54,257.20	Q54,257.20
TOTAL, COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustible + mano de obra + otros):			70%	Q721,570.15
TOTAL, COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):			30%	Q309,244.35
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q1,030,814.50
TOTAL				Q1,030,814.50

Fuente: Elaboración propia. Abril 2,020.

7. POZO VALLE BELLO



DATOS DEL POZO VALLE BELLO

Localización	Colonia Valle Bello zona 7	
Localización UTM	Y - m N	X - m E
	1618.577	16P 178.986
Ente responsable de la prestación del servicio	Empresa Municipal de agua JALAPAGUA Jalapa, Jalapa	
Ente responsable de la obra sanitaria	Empresa Municipal de agua JALAPAGUA Jalapa, Jalapa	
Fuentes de agua	Pozo Valle Bello	
Ubicación de las fuentes de agua	Colonia Valle Bello zona 7	
Aforo en M ³ /MIN	Época Seca	Época lluviosa
	0.78	1.12
Personas beneficiadas	Aprox. 3225	
Componentes que integran el proyecto	Motor	Bomba
	40 HP	40 HP
Tratamiento y desinfección	Sistema de Inyección (Gas Cloro)	



Fuente: Elaborado por Empresa Municipal de Agua (JALAPAGUA). Abril 2,020.

Anexo 11. Pruebas de laboratorio para agua. Análisis fisicoquímico y bacteriológico de agua para colonia “Valle Bello” zona 7 de la cabecera municipal de Jalapa, departamento de Jalapa.



Contro-Lab

Laboratorio Industrial
CALIDAD - CONOCIMIENTO
SERVICIO - CONFIANZA

16/09/16
Código 22465/050916/08
Página 16/26

INFORME DE ANÁLISIS

Empresa: MUNICIPALIDAD DE JALAPA
Dirección: JALAPA, JALAPA
Remitido por: ALFREDO NAVAS

Lugar de toma de muestras: En la empresa
Muestras tomadas por: Cliente
Muestras recibidas por: Henry Alonzo
Temperatura (muestreo): Cliente
Temperatura de ingreso: 5.0 °C

Muestras analizadas: AGUA VALLE BELLO
Fecha de toma de muestras: 05/09/2016
Fecha de ingreso: 05/09/2016
Fecha de análisis: 05/09/2016
Lugar de análisis: Contro-Lab (excepto donde se especifique)
Plan de muestreo: Sugerido por el cliente

Parámetro	Dimensionales	Método	Límite de detección	Resultado	*Agua Potable	
					LMA	LMP
Temperatura	°C	SMWW 2550 B, digital	-50 – 300	--		
Cloro residual	mg/L	Rainbow test OTO1	0.2 – 3.0	--	0.5	1.0
Apariencia	NR/R	Visual	--	NR	--	NR
Olor	NR/R	Organoléptico	--	NR	NR	NR
Color	UPC	Merck SQ 118 analogo SMWW2120B DIN 53409	0.2 – 500	ND	5.0	35.0
Turbiedad	UNT	Merck SQ 118 analogo a SMWW2120C, en ISO 7027	1 - 100	ND	5.0	15.0
Conductividad	µSiemens/cm	WTW LF 330 analogo a SMWW 2510 B	1 – 500,000	198	750	1500
pH	Unidades de pH	SMWW 4500-H ⁺ B	0 – 14	6.54	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5
Salinidad	--	WTW LF 330 analogo a SMWW 2520 B	0 – 70	0.0	--	--
Sólidos Totales	mg/L	WTW LF 330 analogo a SMWW 2510	0 – 1999	178	500.0	1000.0
Disueltos						
Calcio	mg/L	Merck Spectroquant 14815	5 – 160	20	75.000	150.000
Dureza Total	mg/L	Hach 1453-00	17.1	68	100.000	500.000
Hierro Total	mg/L	Hach 8080 espectrofotometrico	0.02 – 3.00	0.30	0.3	--
Manganeso	mg/L	Merck Spectroquant 14770	0.01 – 10.00	<0.01	0.1	0.4
Nitritos	mg/L	Merck Spectroquant analogo a EPA 354.1, SMWW 4500-NO ₂ B y EN 26777	0.07 – 3.28	<0.07	--	3.0
Nitratos (cómo N)	mg/L	Hach 8039 Espectrofotometrico	0.3 – 30.0	3.4	--	50.0
Cloruro	mg/L	Merck Spectroquant analogo a EPA 325.1, SMWW 4500-Cl ⁻ E	2.5 – 250	2.5	100.000	250.000
Sulfato	mg/L	Merck Spectroquant 14791	25 – 300	62	100.000	250.000
Magnesio	mg/L	Merck Aquamerck 11110 Hach 1453-00	5 – 500	<5	50	100.000

mg/L: Miligramos por litro (partes por millón)
 NR/R: No rechazable/rechazable
 UPC: Unidades platino-cobalto
 UNT: Unidades nefelométricas de turbidez
 LMA: Límite máximo admisible
 LMP: Límite máximo permisible
 N.D.: No detectable

Nota: los resultados de éste informe se refieren a las muestras tal y cómo fueron recibidas en el laboratorio. La reproducción parcial o total de la misma deberá ser aprobada por Contro-Lab. Muestra no captada por personal de Contro-Lab

Licda. Nancy Quan
Químico Biólogo Colegiado No.1,646

LICDA. NANCY QUAN
Químico Biólogo
Colegiado No. 1,646

INFORME DE ANÁLISIS

Empresa: MUNICIPALIDAD DE JALAPA
Dirección: JALAPA, JALAPA
Remitido por: ALFREDO NAVAS

Muestras analizadas: AGUA
Fecha de toma de muestras: 05/09/2016
Fecha de ingreso: 05/09/2016
Fecha de análisis: 05/09/2016
Lugar de análisis: Contro-Lab (excepto donde se especifique)
Plan de muestreo: Sugerido por el cliente

Lugar de toma de muestras: En la empresa
Muestras tomadas por: Cliente
Muestras recibidas por: Henry Alonzo
Temperatura (muestreo): Cliente
Temperatura de ingreso: 5.0 ° C

Muestra	Cloro	Análisis			
		Recuento aeróbico total	Coliformes totales	Coliformes fecales	<i>E. coli</i>
Agua Valle Bello	--	RE: < 1	< 1.8 (Negativo)	< 1.8 (Negativo)	< 1.8 (Negativo)
Unidades:	ppm	UFC/mL	NMP/100mL	NMP/100mL	NMP/100mL
Método:	M1	MAG1	MAG2	MAG3	MAG4
Lugar de análisis:	In situ				

M1: Método colorimétrico
MAG1: Standard Methods 22th Edition for the Examination of Water and Wastewaters
MAG2: Standard Methods 22th Edition for the Examination of Water and Wastewaters
MAG3: Standard Methods 22th Edition for the Examination of Water and Wastewaters
MAG4: Standard Methods 22th Edition for the Examination of Water and Wastewaters
NMP/100mL: número más probable por cien mililitro
Recuento aeróbico: Método vertido en placa, 35 ° C/48h Plate Count Agar.
RE: Recuento Estimado.
UFC/mL: unidades formadoras de colonia por mililitro
NMP/100mL: número más probable por cien mililitros
Ppm: partes por millón

OBSERVACIONES:

La muestra de Agua Valle Bello

Si cumple con los requisitos Microbiológicos de la NORMA COGUANOR AGUA POTABLE 29001 ya que no presenta contaminación por el grupo coliforme.

LIMITES DE LA NORMA COGUANOR AGUA POTABLE 29001
RECUENTO DE COLIFORMES: < 1.8 NMP/100mL (Negativo)

Nota: Los resultados de este informe se refieren a las muestra tal y como fue recibida en el laboratorio. La reproducción parcial o total del mismo deberá ser aprobado por Contro-Lab. Muestra no captada por personal de Contro-Lab.

Licda. Nancy Quan
Químico Biólogo Colegiado No. 1,646

LICDA. NANCY QUAN
Químico Biólogo
Colegiado No. 1,646

Anexo 12. Ensayo de compresión triaxial de suelo

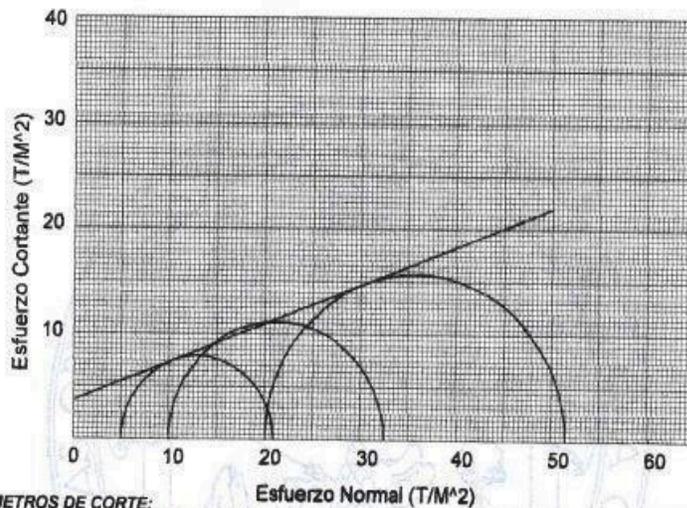


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 00103 S.S. O.T.No.: 21,167
 INTERESADO: Municipalidad de Jalapa, Jalapa.
 PROYECTO: Tanque de almacenamiento.
 UBICACION: Colonia el Milagro zona 7 Jalapa. FECHA: 17 de marzo del 2016
 Ensayo No: 1 Profundidad: 0.80 mts.



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 30^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 4,0 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Limo arenoso color café
 DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m ²)	12,92	21,20	35,73
PRESION INTERSTICIAL u (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA ϵ_r (%)	3,5	6,0	9,0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	0,87	0,87	0,87
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1,45	1,45	1,45
HUMEDAD (%H)	67,2	67,2	67,2

Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC

Atentamente,



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Municipalidad de Jalapa. Abril 2,020.

Anexo 13.

**Juego de planos para la
ejecución del proyecto.**

E-00

E-01

E-02

E-03

P
L
A
N
T
A

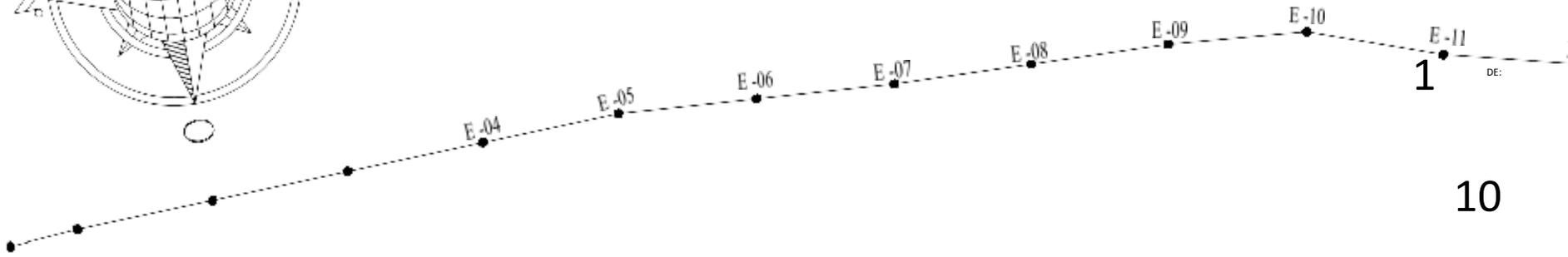
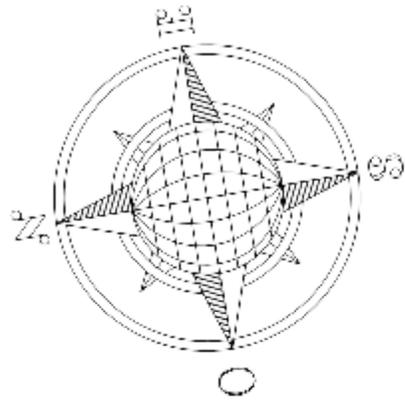
E

C
O
N

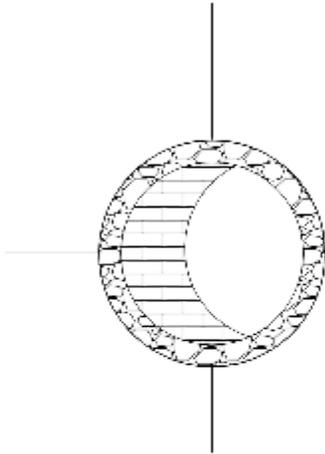
C
I
O
N

E
L
A
B
O
M
B
A
H
A
C
I
A
E
L
T

A
N
Q
E
E
C
A
P
T
A
C
I
O
N



HOJA:
1 DE:



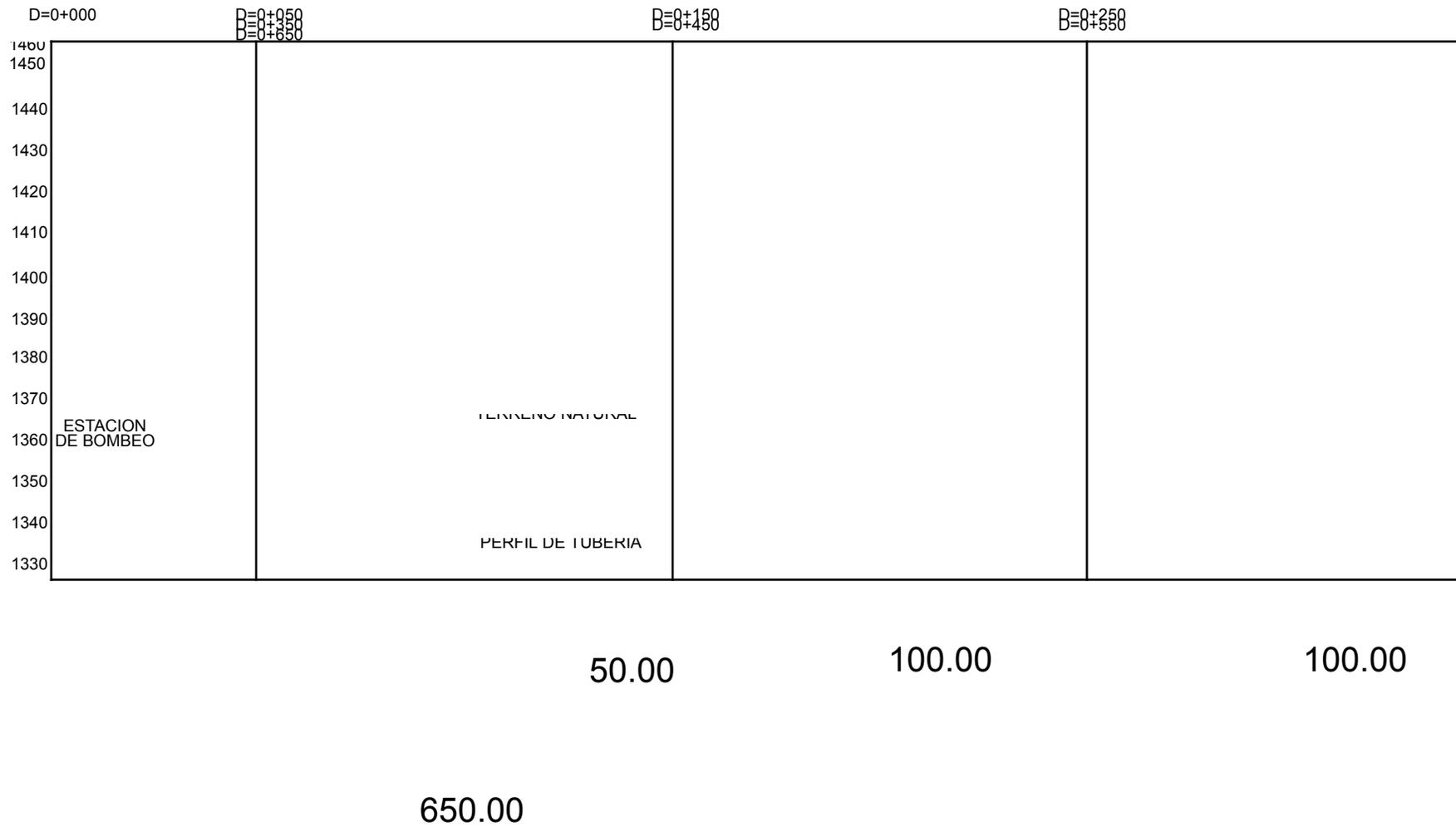
D
U **D** **DU** **D**

E -00 COTA 1360

E -01 COTA 1358.57

E -02 COTA 1357.30

E -03 COTA 1358.5



— PE FIL E CON CCION PO BOMBEO

CONTA E - 00 A COTA

— E - 07

ESCALA 1/1000

E -07
COTA 1354.28

E -08 COTA 1362.52

E -09 COTA 1355.93

D=0+650

D=0+750
B=1+050

D=0+850
B=1+150

D=0+950
B=1+250

1460			
1450			
1440			
1430			
1420			
1410			
1400			

1390				
1380				
1370				
1360				TERRENO NATURAL
1350				
1340		PERFIL DE TUBERIA		
1330	PERFIL DE TUBERIA		PERFIL DE TUBERIA	

100.00

100.00

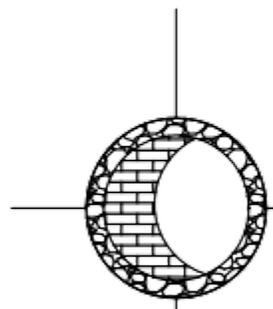
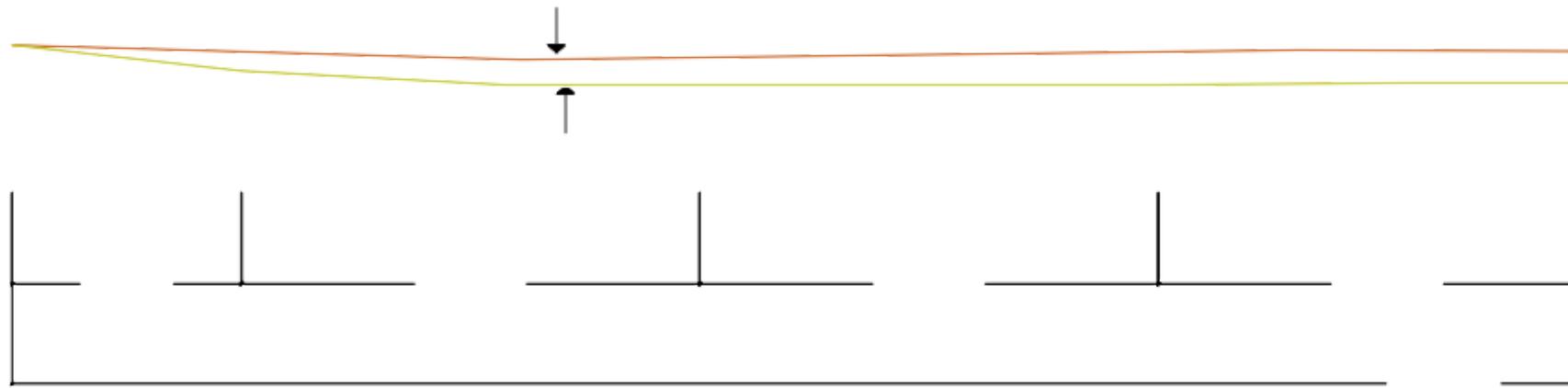
100.00

600.00

— PE FIL E CON CCION PO BOMBEO

CONTA E - 07 A COTA

— E - 1



R D DU R

E -13 COTA
1356.02

E -14 COTA
1355.04

E -15 COTA
1355.45

D=1+250	D=1+350	D=1+450	D=1+550
1450			
1440			
1430			
1420			
1410			
1400			
1390			
1380			
1370			
1360	TERRENO NATURAL		
1350			
1340			
1330		PERFIL DE TUBERIA	

100.00
100.00

100.00
100.00

100.00
100.00

600.00

— PE FIL E CON CCION PO BOMBEO

CONTA E - 1 A COTA

_ E - 19

E -19 COTA 1351.97

E -20 COTA 1357.63

E -21 COTA 1392.70

E -22 COTA 1426.36

E -23 COTA 1440.00

B=1+850
B=2+850

B=1+950
B=2+950

D=2+250

D=2+450

100.00
100.

100.00

100.00

650.00

—

PE

FIL

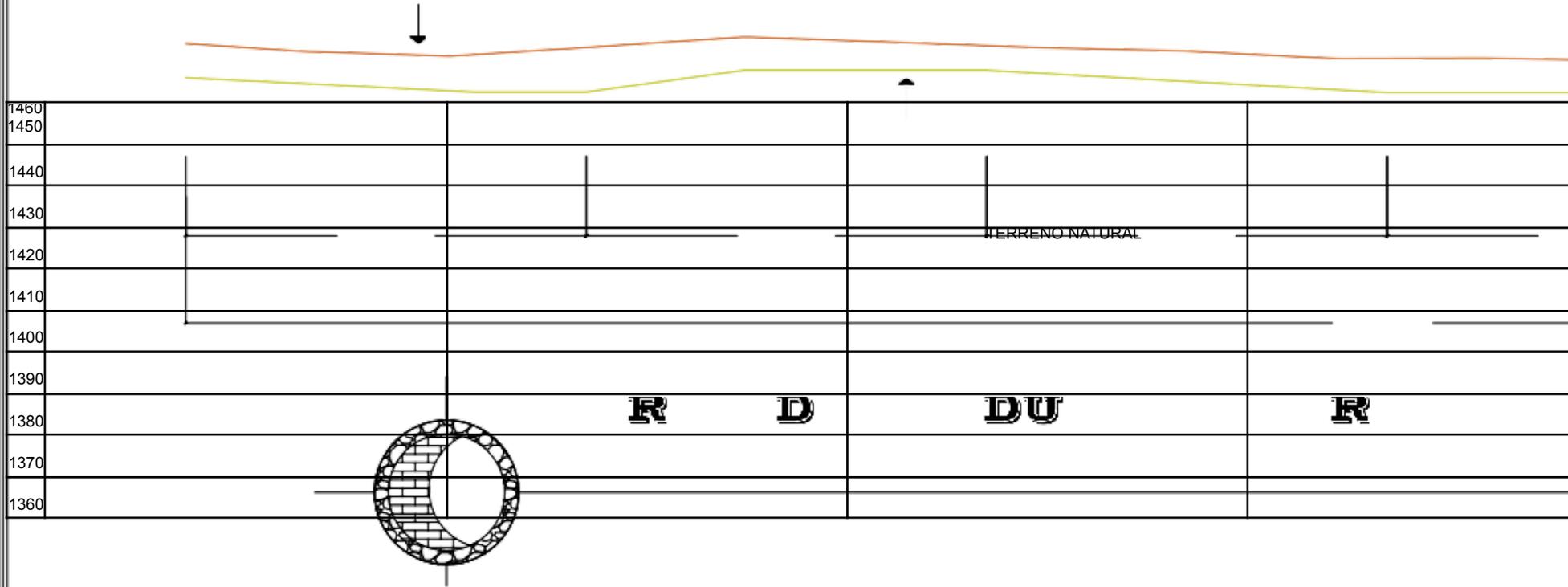
E CON

CCION PO BOMBEO

PROYECTO:

 E - 26

ESCALA 1



1350		PERFIL DE TUBERIA		
1340				
1330				
0	100.00	100.00	50.00	

V-2 NIVEL DE AGUA

2.3

REBALSE PVC Ø 3"

1
100

Pendient
e de piso

1%

Caja + Valvula

SALIDA DE DRENAJE

Valvula para drenaje
DRENAJE PVC Ø 3"

1%

1
100

1.66

0.35

0.8

SALIDA D

2

SALIDA PARA LINEA
DE DISTRIBUCION DE 2" PVC

CO TE
- B'

Ø 1 1/2"

PLANTA

TUBO GALVANIZADO

0.2

EL TANQ

E

CAPTACION

ESCALA 1:50

TUBO DE VENTILACION HG 3"

DETALLE DE ESCALERA

ESCALA: 1:

V-2

V-2 NIVEL DE AGUA

REBALSE PVC 3"

4.5

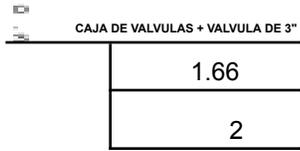
4.5

SALIDA PVC PARA DISTRIBUCION

E
T
A
L
L
E

E
S
T
R
U
C

PENDIENTE 1%



PIEDRIN

TUBERIA
DIAMETRO VARIABLE

B SALIDA

B

PIEDRIN

CONCRETO CICLOPEO

CO TE
 A -
A'

ESCALA 1:40

C 90° Ø 1/2"

TANQUE DE DISTRIBUCION

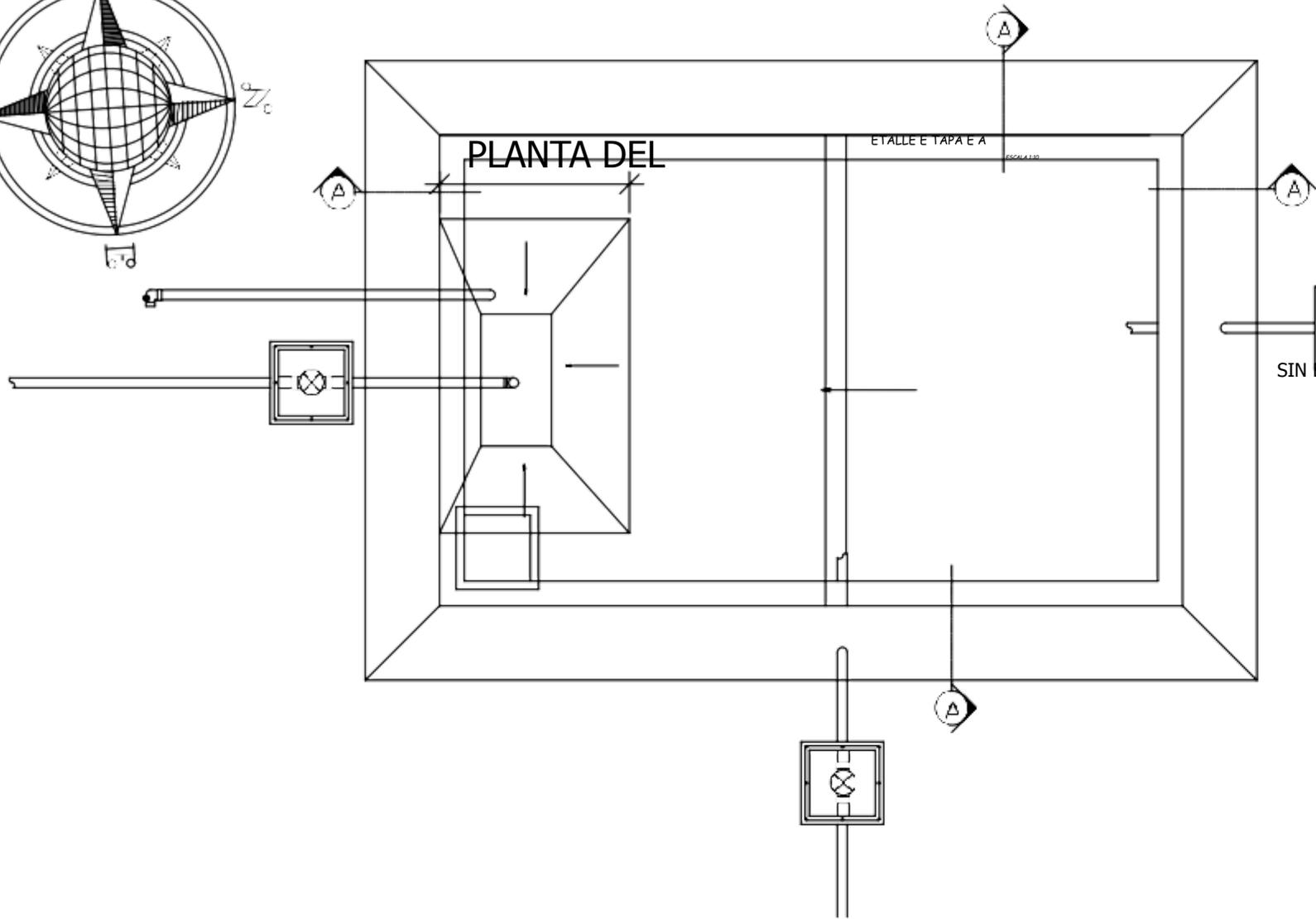
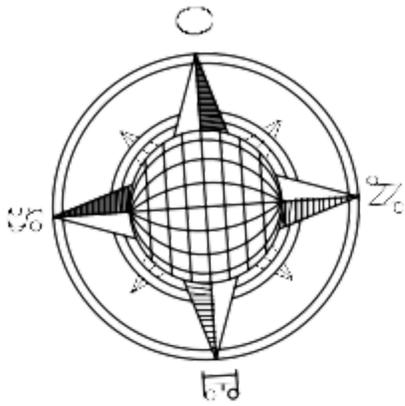
TUBERIA PVC REG. 1/2"

CLORINADOR

VC PLASTICA Ø 1/2"

REDUCTOR A Ø 1/2"

TEE Ø VARIABLE



D

U



RIEL 2 No. 6 +2
VASTONES No. 3

13

1.65

0.35
0.35

9
1.65

VIGA PERIMETRAL

1.73

0.70

1.73

CONFINAMIENTO #3 @ 8.5 ctms.

EST. #3 @ 17.5 ctms.
CONFINAMIENTO #3 @ 8.5 c

10
11
12
13

ETALLE

E IG

2 No. 6

3 No. 4 @
0.28

3 No. 4 @
0.28

0.25

2 No.6

3 No. 4 @ 0.28

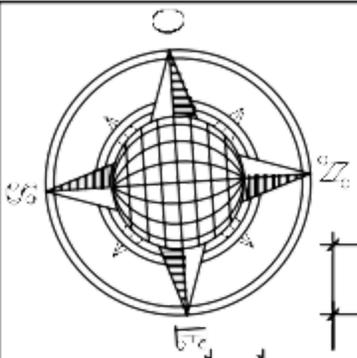
3 No. 4 @ 0.28

ETALLE

PLANTA

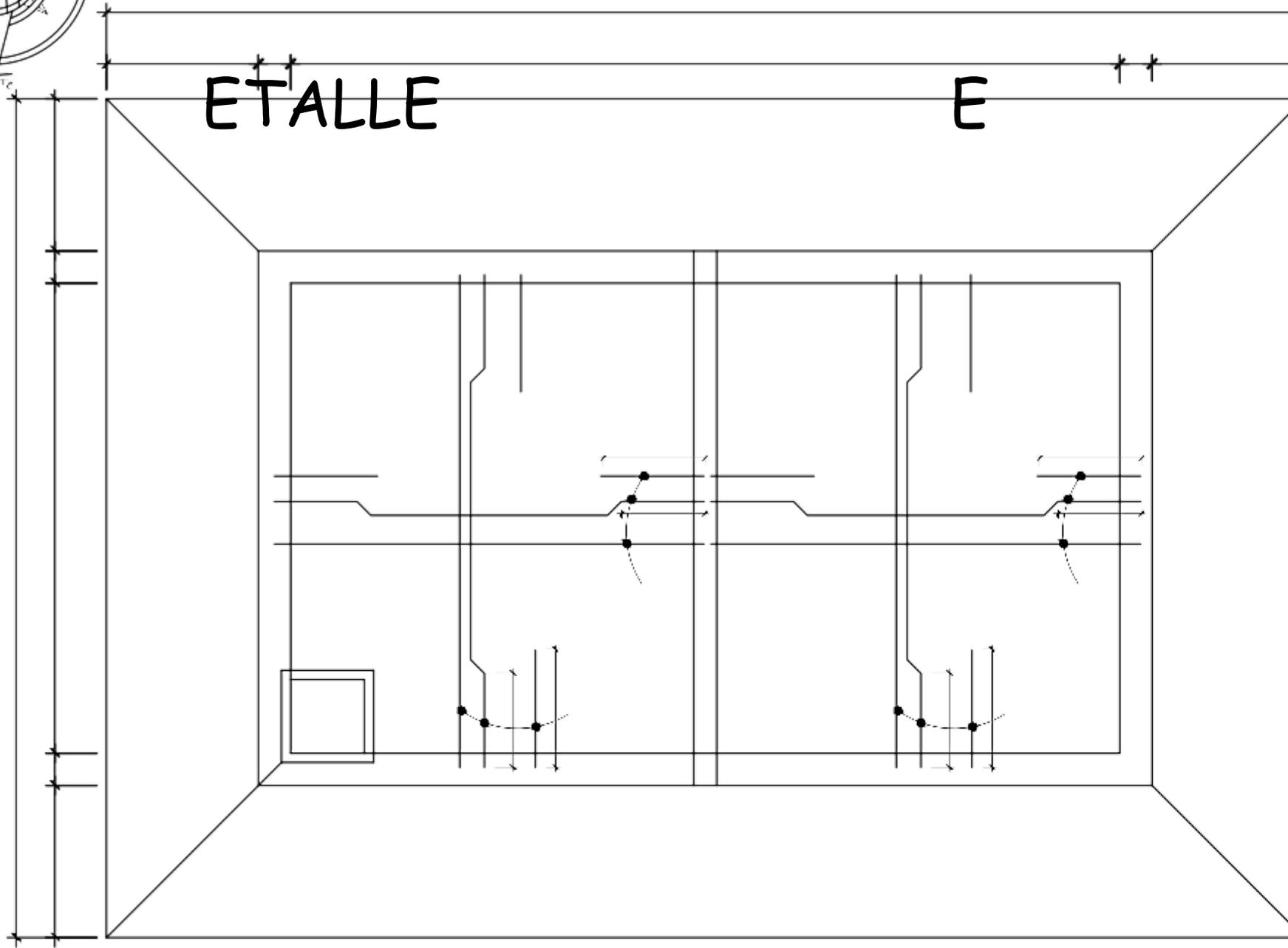
E A M A O E L O A

ESCALA 1:40



ETALLE

E



SIN ESCALA

FO

HOJA:
5

E-00

E-01

E-02

E-03

E-04

E-06

E-07

E-08

E-12

E
-
1
3

E
-
1
4

E
-
1
5

E-16

_ PLANTA

CION

E CON

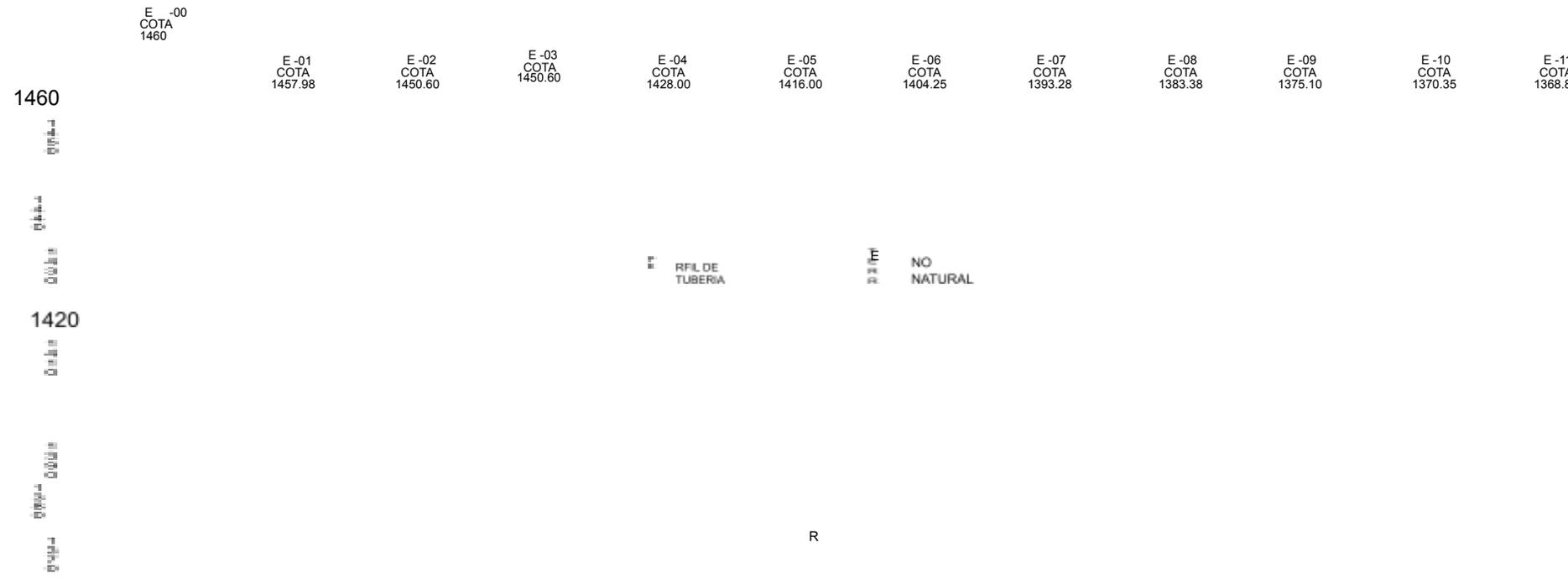
E -18

E -19

E -20

E -21

ESCALA 1/900



0000

LVULA DE MPUERTA

0000

ERFIL DE
TUBERIA

RFIL DE
TUBERIA

39.08

25.00

25.00

25.00

25.00

25.00

25.00

25.00

25.00

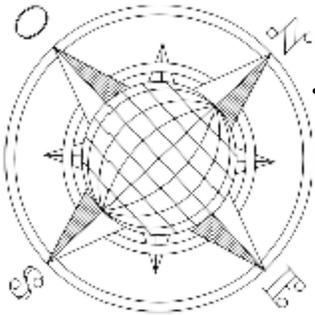
25.00

25.00

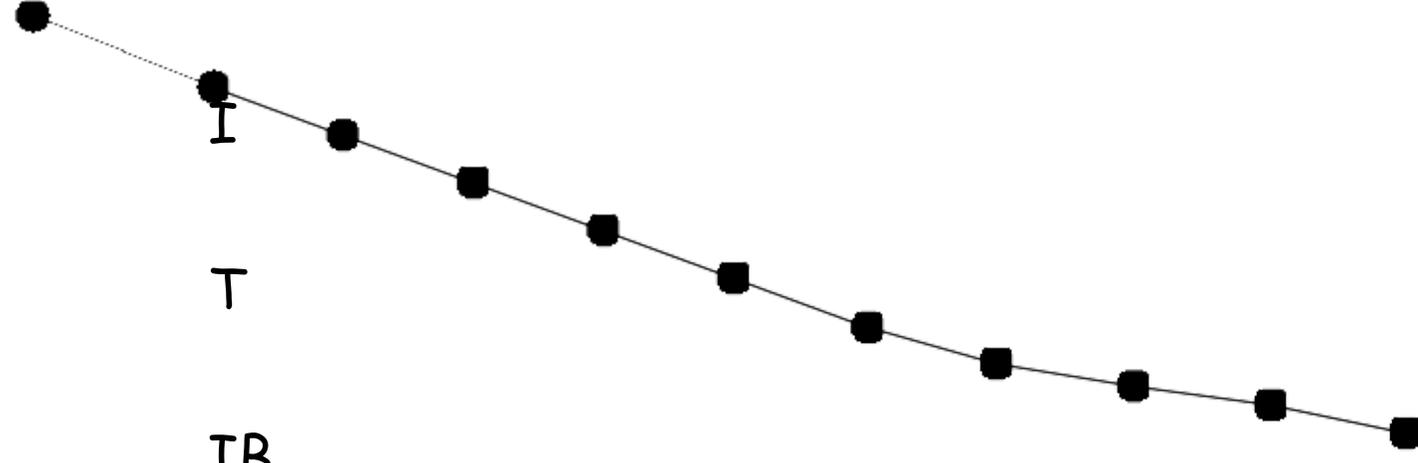
25.00

622.00

_ PE FIL E CON CCION PO G A
 E A TANQ E EL



TANQUE ALMACENAMIENTO A LA



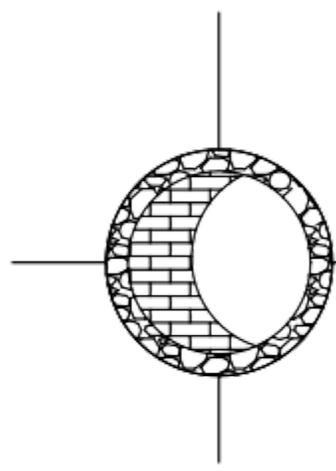
CION

D

DU

D

ESCALA 1/900



10

DE:

1.3125
lts/seg.

0.028 lts/seg.

C

D= 75 MTS.

0.028 lts/seg.

D= 75 MTS.

0.028 lts/seg.

D= 75 MTS.

0.028 lts/seg.

D= 50 MTS.

0.028 lts/seg.

D= 25 MTS.

0.028 lts/seg.

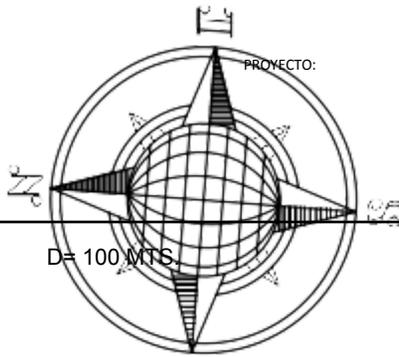
P

2.0479
lts/seg.
D= 100 MTS.

_ PLANTA

E I T I B CION

E CA ALE EN



70

1.2845

lts/seg.

2

D= 75 MTS.

D

1.3125
lts/seg.

E

73

1.3125

lts/seg.

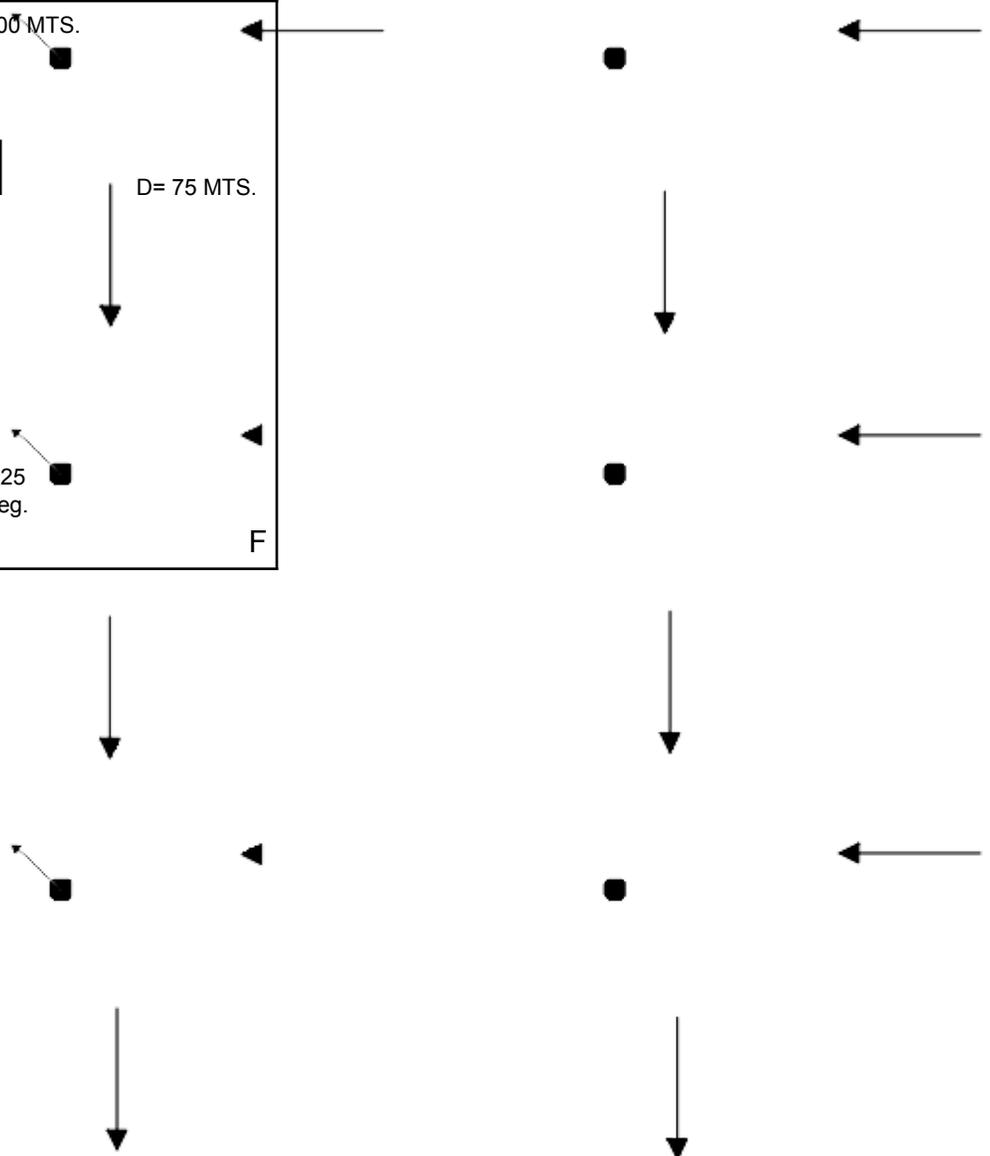
1

D= 100 MTS.

D= 75 MTS.

1.3125
lts/seg.

F



67 D= 100 MTS.
3.52555 **5**
Its/seg. D= 75 MTS.
0.65425
Its/seg.
J

68 D= 100 MTS.
0.98455 **6**
Its/seg. D= 75 MTS.
0.32875
Its/seg.
K L

66 D= 100 MTS.

67 D= 100 MTS.
0.65425 **8**
Its/seg. D= 50 MTS.
1.363575
Its/seg.
N O

C
O
T
A
-
7
S
N
O
D
O
A
74
73
72
71
70
69
68
67
66

DIAMETRO 2"

TERRENO NATURAL

COTA -
71
NODO F

DIAMETRO 1.5"

PERFIL DE TUBERIA

TERRENO NATURAL

TERRENO NATURAL

PERFIL DE TUBERIA

PERFIL DE TUBERIA

75.00

75.00

_ _ PE FIL E I T IB

ACION PO NO O E

_INTE ECCION NO

O A, F, I, L, O,

ESCALA 1/450

DIAMETRO 1.5"

COTA - 70 NODO E

DIAMETRO 1.5"

TERRENO NATURAL

69
PERFIL DE TUBERIA

TERRENO NATURAL

PERFIL DE TUBERIA

68
COTA

75.00

75.00

_ _PE FIL E I T

IB CION PO□ NO O□ E

_INTE ECCION NO

O B, E, H, K, N, Q.

ESCALA 1/450

DIAMETRO 2"

DIAMETRO 2"

TERRENO NATURAL

75
62
70

69
69
69
TUBERIA

0.0000

TERRENO NATURAL

PERFIL DE TUBERIA

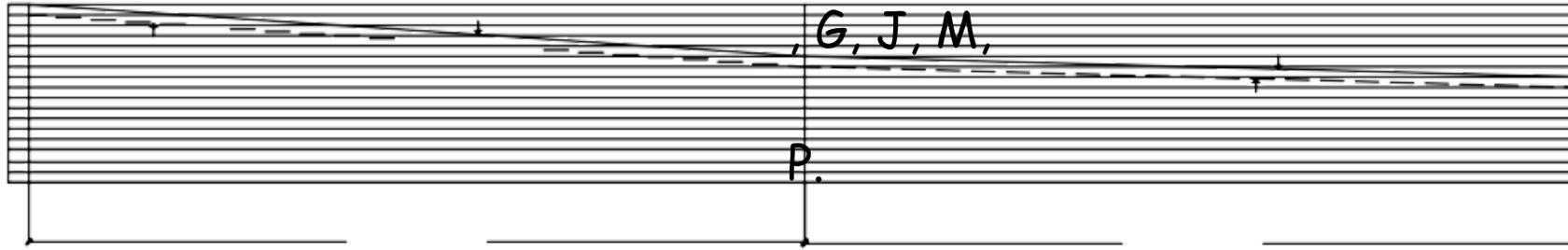
75.00

75.00

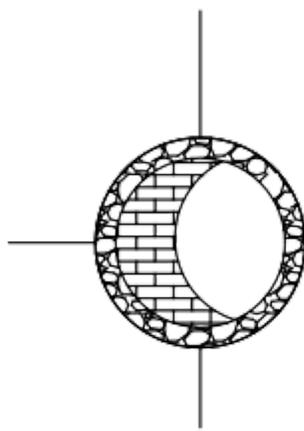
_ _PE FIL E I T

O E

_INTE



DIBUJO: RUDY PINTO



CÁLCULO: RUDY PINTO

ESCALA: INDICADA

R **D** **S** **R** **D**

RS

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

Vo.Bo.



COTA - 75 NODO A

DIAMETRO 2"

TERRENO NATURAL

72
67

PERFIL DE TUBERIA

100.00

_ _ PE FIL E I T
IB CION PO NO O E

_INTE

ECCION NO

O A, B, C.

ESCALA 1/285

COTA - 71
NODO F

DIAMETRO 1.5 "

75
74
73
72
71
70
69

68
67
66

TERRENO NATURAL

COTA - 70 NODO E

PERFIL DE TUBERIA

100.00

_ _PE FIL E I T IB

ACION PO NO O E

_INTE ECCION NO

O F, E, .

ESCALA 1/285

COTA - 69 NODO 1
Z5
Z3
Z2
Z1
Z0

000000
000000

DIAMETRO 1.25 "

TERRENO NATURAL

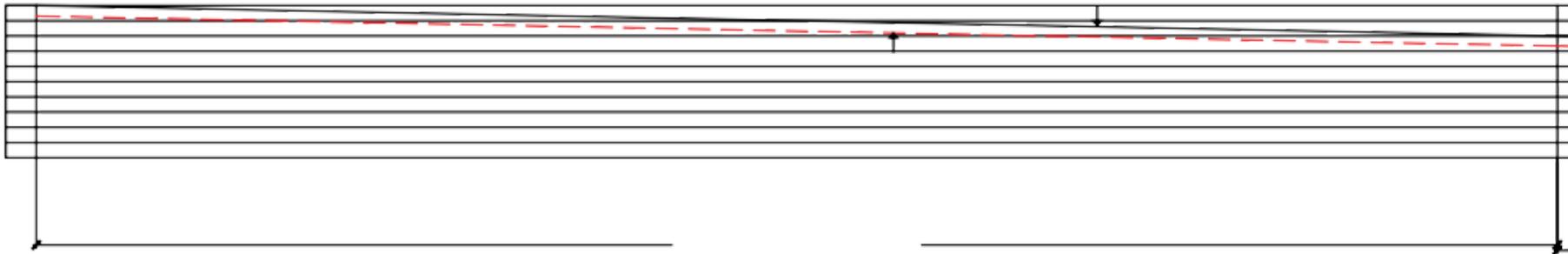
100.00

_ _PE FIL E I T
O E

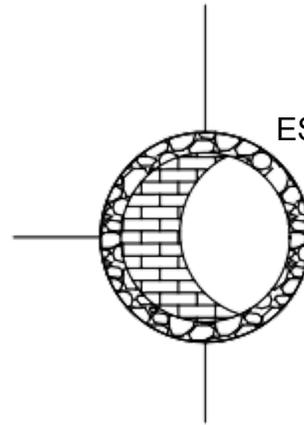
_INTE

CONTENIDO:

MUNICIPAL DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA.



DIBUJO: RUDY PINTO



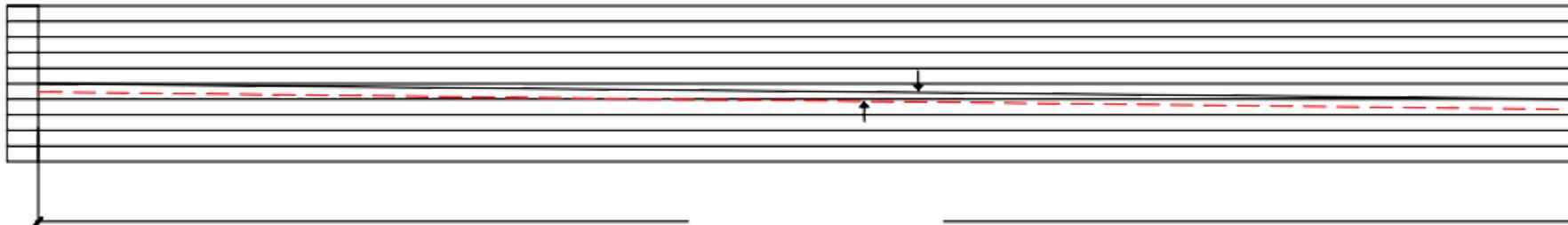
ESCALA 1/8"

RS **D** **RS** **D** **S** **R**

CÁLCULO: RUDY PINTO

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

Vo.Bo.



COTA - 68 NODO L

DIAMETRO 1.25 "

67
67
67

TERRENO NATURAL

PERFIL DE TUBERIA

100.00

_ _PE FIL E I T IB

ACION PO NO O E

_INTE ECCION NO O L,

K, J.

COTA - 65 NODO M

DIAMETRO 2.5 "

7
6
5
4
3
2
1
0
64

TERRENO NATURAL

PERFIL DE TUBERIA

100.00

_ _ PE FIL E I T IB
CION PO NO O E

o

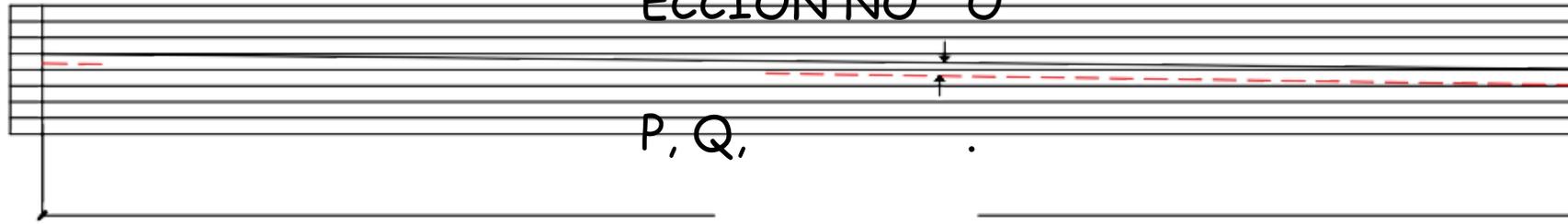
D

100.00

_ _PE FIL E I T

_INTE

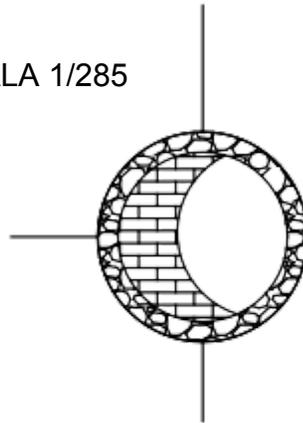
ECCION NO 0



P, Q,

ESCALA 1/285

DIBUJO: RUDY PINTO



R **RS** **D** **D** **S** **R** **U**

D
10 DE:

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

Vo.Bo.

