



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

“DISEÑO HIDROSANITARIO DE LA AMPLIACIÓN DEL
LABORATORIO DE HIDRÁULICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ”

AUTOR:

Indacochea Soledispa Christian Francisco

TUTOR:

Ing. Horacio Cedeño Muñoz

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

ENERO 2020

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Horacio Cedeño, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí de la Carrera de Ingeniería Civil, en calidad de tutor del trabajo de titulación.

CERTIFICO:

Que por medio del presente proyecto técnico con el tema: “Diseño hidrosanitario de la ampliación del laboratorio de hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”, realizado por el señor: **Indacochea Soledispa Christian Francisco**, ha sido elaborado bajo mi tutoría, supervisado y revisado, por lo que autorizo al egresado la reproducción del documento definitivo y presente a las autoridades de la carrera.

Manta, 23 de Enero de 2020

Ing. Horacio Cedeño Muñoz

TUTOR

AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO

Yo, **Indacochea Soledispa Christian Francisco**, declaro que el presente proyecto técnico de titulación: “Diseño hidrosanitario de la ampliación del laboratorio de hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”, son propios y absoluta responsabilidad de su autor.

Manta, 23 de Enero de 2020

Indacochea Soledispa Christian Francisco

C.I. 131068508-4

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación siguiendo la modalidad de Proyecto Técnico, titulado: “Diseño hidrosanitario de la ampliación del laboratorio de hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí” elaborado por el egresado: **Indacochea Soledispa Christian Francisco** de la Carrera de Ingeniería Civil.

Ing. Darío Páez Cornejo

Decano

Ing. Horacio Cedeño Muñoz

Tutor

Ing. Javier Baque Solís

Miembro del tribunal de revisión

Ing. Alex Junqui Cedeño

Miembro del tribunal de revisión

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se la dedico en primer lugar a Dios, por tenerme con vida, salud y guiándome en cada momento de mi vida.

A mi familia y especialmente a mis padres Francisco y María que con su amor me guiaron, apoyaron y me dieron la fuerza para continuar con una de las aspiraciones más deseadas.

Y todos aquellos que me apoyaron de alguna manera en el proceso de mi trabajo de titulación.

Indacochea Soledispa Christian Francisco

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la bendición de vivir y permitirme estar alado de mis seres queridos.

A mis padres por apoyarme y ser los principales motores de mis anhelos, gracias por confiar, creer y apóyame en mis aspiraciones, dándome la mejor educación, consejos, valores y amor incondicional.

A mi tutor de tesis, el Ing. Horacio Cedeño, que me oriento e impartió con sus conocimientos para el proceso de este proyecto.

A la Universidad "ULEAM" y en especial a la facultad de ingeniería y sus docentes por los conocimientos y experiencias compartidas en cada clase.

Indacochea Soledispa Christian Francisco

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
EXECUTIVE SUMMARY	2
CAPÍTULO 1	3
1. EL PROBLEMA	3
1.1. TEMA	3
1.2. ANTECEDENTES	3
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.3.1. Contexto macro	4
1.3.2. Contexto meso.....	5
1.3.3. Contexto micro.....	5
1.4. JUSTIFICACIÓN	6
1.5. DELIMITACIÓN.....	6
1.6. OBJETIVOS	7
1.6.1. Objetivo General.....	7
1.6.2. Objetivos Específicos	7
CAPÍTULO 2	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
2.1.1. Sistema de abastecimiento de agua	8
2.1.1.1. Sistema de abastecimiento directo	8
2.1.1.2. Sistema de abastecimiento indirecto.....	8
2.1.2. Pérdidas de energía en tuberías.....	9
2.1.2.1. Pérdidas por fricción	9

2.1.2.2. Pérdidas locales o por accesorios.....	12
2.1.3. Sistema de bombeo.....	14
2.1.3.1. Curva característica de la bomba.....	15
2.1.3.2. Curva del sistema.....	15
2.1.3.3. Punto de operación de la bomba.....	16
2.1.4. Red de distribución de agua.....	16
2.1.4.1. Ecuación de energía.....	17
2.1.5. Área de modelación física.....	18
2.1.5.1. Filtro de agua.....	18
2.2. INVESTIGACIONES PREVIAS.....	20
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	21
CAPÍTULO 3.....	23
3. DISEÑO DEL PROYECTO.....	23
3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	23
3.1.1. Tanque de almacenamiento.....	23
3.1.2. Tanque elevado.....	24
3.1.3. Sistema de bombeo.....	25
3.1.3.1. Caudal de bombeo.....	25
3.1.3.2. Diámetro de bombeo.....	25
3.1.3.3. Velocidad de bombeo.....	26
3.1.3.4. Perdidas por fricción y local en la succión e impulsión.....	26
3.1.3.5. Altura dinámica total del proyecto.....	27
3.1.4. Red de distribución de agua.....	27
3.1.4.1. Caudal máximo probable.....	28
3.1.4.2. Diámetro y velocidad de la red de distribución.....	29

3.1.4.3. Perdidas por fricción y local en la red de distribución de agua.....	29
3.1.4.4. Presión en el punto crítico de la red distribución de agua	29
3.1.5. Diseño de la explanada de modelo físico	30
3.1.5.1. Cámara filtro de agua.....	30
3.1.5.2. Prueba del filtro	33
3.2. CÁLCULOS Y RESULTADOS	34
3.2.1. Cálculos y resultados del sistema de bombeo.....	34
3.2.1.1. Caudal de bombeo	34
3.2.1.2. Diámetro de succión e impulsión	34
3.2.1.3. Velocidad real de succión e impulsión	35
3.2.1.4. Pérdidas por fricción	35
3.2.1.5. Pérdidas locales o por accesorios.....	37
3.2.1.6. Altura dinámica total del proyecto	39
3.2.1.7. Resultados curva del sistema para el proyecto.....	40
3.2.1.8. Curva característica de la bomba.....	40
3.2.1.9. Resultados punto de operación de la bomba	41
3.2.2. Cálculos y resultados de la red de distribución de agua del proyecto	43
3.2.2.1. Caudal máximo probable y diámetro.....	43
3.2.2.2. Velocidad	44
3.2.2.3. Pérdidas por fricción	44
3.2.2.4. Pérdidas locales.....	45
3.2.2.5. Pérdidas de energía total	46
3.2.2.6. Presión mínimo en el punto crítico del tramo 1	46
3.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	47
3.3.1. Rehabilitación cisterna y tanque elevado.	47

3.3.2. Fabricación e instalación tapas de acero inoxidable.....	48
3.3.3. Suministro e instalación equipo de bombeo	49
3.3.4. Suministro e instalación de tubería PVC roscable para agua	51
3.3.5. Suministro e instalación de codo, tee, unión y tapón.....	53
3.3.6. Suministro e instalación de válvulas	55
3.3.7. Muro de mampostería.....	57
3.3.8. Enlucido de mampostería con impermeabilizante	58
3.3.9. Relleno y compactación con lastre	59
3.3.10. Malla electrosoldada Ø= 4 mm (15X15) cm.....	61
3.3.11. Hormigón simple f'c = 210 kg/cm ² con impermeabilizante	62
3.3.12. Suministro e instalación Rejillas	64
3.3.13. Cámara de filtro de agua	65
3.4. PRESUPUESTO REFERENCIAL	67
3.4.1. Precios unitarios red de bombeo y red de distribución	67
3.4.2. Precios unitarios explanada modelo físico.....	72
3.4.3. Presupuesto referencial red de bombeo y distribución	80
3.4.4. Presupuesto referencial explanada modelo físico	81
3.4.5. Cronograma valorado de trabajos	82
CAPÍTULO 4	83
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
4.1. CONCLUSIONES.....	83
4.2. RECOMENDACIONES	84
BIBLIOGRAFÍA	85
PLANOS.....	87
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rugosidad absoluta para diferentes materiales de tuberías	11
Tabla 2: Viscosidad cinemática para diferentes temperaturas	12
Tabla 3: Coeficiente de pérdidas locales	13
Tabla 4: Accesorios en la succión de la bomba.....	26
Tabla 5: Accesorios en la impulsión de la bomba.....	26
Tabla 6: Demanda de caudales, presiones y diámetros en aparatos sanitarios	29
Tabla 7: Accesorios en el tramo 1 de la red de distribución	29
Tabla 8: Especificaciones técnicas para tubería de 1 1/4"	35
Tabla 9: Cálculo de las pérdidas por fricción en la succión para diferente valores de caudal	36
Tabla 10: Cálculo de las pérdidas por fricción en la impulsión para diferente valores de caudal	37
Tabla 11: Valores de k de los accesorios en la tubería de succión	38
Tabla 12: Cálculo de las pérdidas locales en la succión para diferente valores de caudal	38
Tabla 13: Valores de k de los accesorios en la tubería de impulsión	38
Tabla 14: Cálculo de las pérdidas locales en la impulsión para diferente valores de caudal	39
Tabla 15: Cálculo de la altura dinámica total para diferente valores de caudal	40
Tabla 16: Datos de las bombas según los fabricantes Pedrollo y Foras	41
Tabla 17: Datos de las alturas dinámica total según el valor de caudal y las bombas según los fabricantes Pedrollo y Foras	42
Tabla 18: Caudal y presiones del aparato sanitario de referencia	44
Tabla 19: Especificaciones técnicas para tubería de 3/4"	44
Tabla 20: Valores de k de los accesorios del tramo 1	45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Perdidas de energía en un sistema a presión.....	18
Ilustración 2: Diseño de la cámara de filtro de agua.....	31
Ilustración 3: Estado actual de la cisterna	88
Ilustración 4: Estructura metálica del tanque elevado	88
Ilustración 5: Estado actual del tanque elevado	89
Ilustración 6: Cámara de acrílico para filtro de agua	89
Ilustración 7: Colocación de materiales filtrantes en la cámara de acrílico	90

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Curva de la bomba, curva del sistema y punto de operación de la bomba	16
Gráfico 2: Curva del sistema para el proyecto	40
Gráfico 3: Curvas características de las bombas según los fabricantes Pedrollo y Foras.....	41
Gráfico 4: Punto de operación de la bomba.....	42

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “DISEÑO HIDROSANITARIO DE LA AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE HIDRÁULICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ”

AUTOR: Indacochea Soledispa Christian Francisco

FECHA: Enero, 2020

El presente proyecto engloba toda la información indispensable para el desarrollo del diseño hidrosanitario del laboratorio, partiendo de los objetivos generales y específicos que se propuso y los componentes que la conforman: cisterna, tanque elevado, sistema de bombeo, red de distribución y la explanada de modelo físico.

Las normativas para el diseño hidrosanitario fueron tomadas en base a la NEC-11 (Normativa de construcción ecuatoriana) Capítulo 16 y los parámetros de la INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización).

Para el cálculo de las pérdidas de carga de la red de bombeo y red de distribución de agua del proyecto se tomó como base la ecuación de Darcy-Weisbach.

Para el diseño de la explanada de modelo físico que contara con un filtro a base de materiales naturales para el tratamiento de agua se lo hizo mediante el programa AutoCAD, también se realizaron los planos de la red del sistema de bombeo y red de distribución en dicho programa.

Por último al proyecto se le elaboró las especificaciones técnicas, el análisis de precios unitarios y presupuesto referencial.

Palabras clave: sistema hidrosanitario, explanada modelo físico, filtro de agua.

EXECUTIVE SUMMARY

THEME: “HYDROSANITARY DESIGN OF THE EXTENSION OF THE HYDRAULIC LABORATORY OF THE FACULTY ENGINEERING OF UNIVERSITY LAICA ELOY ALFARO OF MANABÍ”

AUTHOR: Indacochea Soledispa Christian Francisco

DATE: January, 2020

The present project includes all the essential information for the development of the hydrosanitary design of the laboratory, based on the general and specific objectives that were proposed and the components that comprise it: cistern, elevated tank, pumping system, distribution network and the esplanade of physical model.

The regulations for the hydrosanitary design were taken based on NEC11 (Normativa de construcción ecuatoriana) Chapter 16 and the parameters of the INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización).

The Darcy-Weisbach equation was based on the calculation of the pressure losses of the pumping network and water distribution network of the project.

For the design of the physical model esplanade that had a filter based on natural materials for water treatment, it was done through the AutoCAD program, the plans of the pumping system network and distribution network were also made in said Program.

Finally, the project will receive technical specifications, unit price analysis and reference budget.

Keywords: hydrosanitary system, esplanade physical model, water filter.

CAPÍTULO 1

1. EL PROBLEMA

1.1. TEMA

“Diseño hidrosanitario de la ampliación del laboratorio de hidráulica de la facultad de ingeniería de la universidad laica Eloy Alfaro de Manabí”

1.2. ANTECEDENTES

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí también conocida con la abreviación de ULEAM, es una universidad pública con sede principal en la Ciudad de Manta en la provincia de Manabí, además cuenta con 4 extensiones universitarias dentro de la provincia: Bahía de Caráquez, Chone, El Carmen y Pedernales, según el informe de rendición de cuentas del 2018 que presentó la ULEAM, cuenta con aproximadamente 19312 estudiantes de las 33 carreras vigentes, en la que también está la carrera de ingeniería civil.

El perfil del ingeniero civil se ha ido enfocando al estudio, diseño y desarrollo de la formación para gestionar, planificar, diseñar proyectos de ingeniería que sean factibles después de algún tiempo y que complementen la preparación y la calidad académica del estudiante, fortaleciendo las teorías aprendidas en la universidad.

En las instrucciones de tercer nivel en Ecuador la educación ha experimentado cambios significativos, actualmente la Carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí tiene docentes con títulos de cuarto y quinto nivel con una excelente preparación en el área de Hidráulica, y que se encuentran limitados por no contar con los medios necesarios para transmitir sus conocimientos, por ejemplo, un laboratorio de hidráulica mejor equipado, ampliación del laboratorio de

hidráulica actual y aula de postgrado para Maestría en Hidráulica, generando un problema para la Carrera de Ingeniería Civil y la Universidad al no poder permitir el avance de los profesionales hacia el cuarto nivel de educación.

Para la ampliación del laboratorio de hidráulica es necesario hacer el diseño hidrosanitario que permita tener un óptimo suministro y evacuación del agua del área de modelación física.

A continuación se presentan los siguientes capítulos que se encuentran en el proyecto técnico:

Se empieza por mostrar el planteamiento del problema, la justificación, delimitación, los objetivos, hipótesis, los materiales y métodos en los que se van a desarrollar la propuesta del proyecto. A continuación se especifican los capítulos:

Capítulo 1: Se conocen los aspectos generales del proyecto.

Capítulo 2: Se presenta las fundamentaciones para diseño hidrosanitario.

Capítulo 3: Se conoce los calculas, planos, presupuesto referencial y programación de la obra.

Capítulo 4: Se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1. Contexto macro

El ser humano, desde el comienzo de su existencia, ha demostrado preocupación por la disposición de agua potable suficiente para satisfacer, sus necesidades de alimentación y limpieza, además también para desarrollar las actividades orientadas a lograr una mejor comodidad y desarrollo.

A lo largo del tiempo la población humana a ido creciendo y se han tenido que adaptar a las necesidades y demandas de una sociedad dinámica en donde es

primordial el agua potable, provocando con el paso del tiempo la escasez del agua, por ello es importante la inversión en infraestructura y tecnología para obtener el agua de los ríos, y otras fuentes, la inversión en investigación para descubrir nuevos métodos para la reutilización del agua.

El agua potable que llega a las edificaciones es en su mayoría proviene del sistema sanitario público, actualmente el promedio en Ecuador de la cobertura de agua es del 74% y el promedio nacional de alcantarillado es del 65%, con disparidades en las áreas rurales y urbanas. (Desarrollo, 2013).

1.3.2. Contexto meso

Manta es un cantón ubicado al oeste de la provincia de Manabí, su principal actividad económica es la industria, comercio, pesca y turismo, cuenta con uno de los puertos marítimos más importante del país, es la ciudad más importante de la provincia junto a Portoviejo, además, Manta es una de las ciudades del país económicamente más dinámicas debido a su relativamente desarrollada industria pesquera. (Manta, s.f.).

El crecimiento de la población en los últimos años, ha generado nuevos métodos para la obtención, abastecimiento, desagüe y reutilización del agua, la población ha tenido que adaptarse a estos métodos para el agua de la ciudad y viceversa.

1.3.3. Contexto micro

Contar con un área de modelación física que sirva para el tratamiento del agua a través de un filtro a base de materiales naturales en el laboratorio de hidráulica de la ULEAM son unas de las prioridades de este proyecto.

También contar con las instalaciones hidrosanitaria en el laboratorio es primordial para los docentes y estudiantes, donde la transportación del agua desde la cisterna al

tanque elevado luego al área de modelación física es de suma importancia para los ensayos que se realizarán.

El requerimiento de un diseño hidrosanitario del laboratorio que cumpla con todas las especificaciones y parámetros técnicos para el correcto funcionamiento del mismo.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Con el diseño hidrosanitario de la ampliación del laboratorio de hidráulica de la facultad de ingeniería de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí se busca facilitar la forma de transportar y evacuar el agua necesaria para el buen funcionamiento de la explanada de modelo físico, utilizando los criterios de diseño, de la cual se tomó información, parámetros y cálculos de las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC).

Considerando todos los puntos de vista de la información investigada se utilizará una metodología razonable y analítica, que ofrecerá la posibilidad de tener distintas alternativas de diseño y que se elegirá en función del mejor diseño para la edificación al igual para las personas que utilizarán estas instalaciones donde podrán beneficiarse de todos los requerimientos esenciales estipulados por un diseño hidrosanitario.

1.5. DELIMITACIÓN

El proyecto técnico se va a orientar en el diseño hidrosanitario de la ampliación del laboratorio de hidráulica de la facultad de ingeniería de la universidad laica Eloy Alfaro de Manabí, presentando una propuesta técnica y económica que permita satisfacer las necesidades y el confort en el laboratorio.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo General

Realizar el diseño del sistema hidrosanitario de la ampliación del laboratorio de hidráulica de la facultad de ingeniería de la universidad laica Eloy Alfaro de Manabí.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Calcular el sistema de bombeo y la red de distribución de agua para el proyecto.
- Realizar el diseño de la explanada de modelo físico mediante el programa AutoCAD.
- Elaborar los planos del sistema de bombeo y la red de distribución de agua.
- Calcular el presupuesto referencial del diseño hidrosanitario de la ampliación del laboratorio de hidráulica.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Sistema de abastecimiento de agua

Podemos recibir el agua de diferentes maneras o sistemas, dependiendo de la fuente de obtención, la presión, las conexiones entre la tubería y la acometida domiciliaria, hay dos tipos: sistema de abastecimiento directo e indirecto.

2.1.1.1. Sistema de abastecimiento directo

Ocurre cuando la red pública de acueducto surte directamente la edificación, sin necesidad de equipos auxiliares. (Héctor Rodríguez, 2005)

2.1.1.2. Sistema de abastecimiento indirecto

- **Sistema Tanque elevado**

Para la utilización de este sistema, el agua debe almacenarse previamente en un tanque de reserva que estará conectada directamente con la acometida de la edificación y mediante una bomba se succionara el agua desde el tanque de reserva hasta el tanque elevado y este se encargara de distribuir el agua mediante gravedad a todo la red interior. (Héctor Rodríguez, 2005)

- **Sistema hidroneumático**

Este sistema lo conforma el grupo motor-bomba y un tanque hidroneumático que suministra directamente presión al agua de la red interior o a una parte de esta, sin necesidad de tener un tanque elevado. (Héctor Rodríguez, 2005)

- **Sistema de presión constante**

Este sistema se basa en bombear agua directamente a la red interior, de acuerdo con los cambios en las demandas, sin caídas en la presión de los aparatos sanitarios. (Héctor Rodríguez, 2005)

2.1.2. Pérdidas de energía en tuberías

Cuando se desarrolla flujo a presión, con presión diferente de la atmosférica, de un fluido incompresible a través de un sistema a presión; la resistencia al flujo se expresa en función de las pérdidas de energía, es decir, la caída de la línea de energía en la dirección del flujo. (Héctor Rodríguez, 2005)

En una tubería a presión (ilustración1), la pérdida de energía total entre dos puntos h_t , se define con la siguiente ecuación:

$$h_t = \Sigma h_f + \Sigma h_l$$

Donde:

h_t = Pérdida de energía total

Σh_f = Sumatoria de pérdidas por fricción

Σh_l = Sumatoria de pérdidas locales o por accesorios

2.1.2.1. Pérdidas por fricción

La pérdida de energía por fricción es la debida al rozamiento del fluido con las paredes de la tubería o del conducto. Esta pérdida, continua en la dirección del flujo, puede resultar considerable en tramos largos y, por el contrario, ser prácticamente despreciable en tramos cortos. (Héctor Rodríguez, 2005)

Aunque existen muchas ecuaciones empíricas para su determinación, Darcy-Weisbach establecieron la ecuación general para el cálculo de éstas, la cual expresa que la pérdida de energía es directamente proporcional a la longitud de la tubería y a la altura de velocidad, e inversamente proporcional al diámetro de la tubería. La proporcionalidad se establece mediante un coeficiente f denominado

coeficiente de fricción, que es función de la rugosidad de la tubería y de las características del flujo a presión establecido con el número de Reynolds. (Héctor Rodríguez, 2005)

La ecuación general de Darcy-Weisbach se expresa de la siguiente manera:

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

Donde:

hf = Pérdidas por fricción (m)

f = Factor de fricción

L = Longitud de la tubería (m)

D = Diámetro interior de la tubería (m)

V = Velocidad media (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

2.1.2.1.1. Factor de fricción

El factor de fricción o factor de Dancy es un factor adimensional se lo usa en dinámica de fluidos para calcular la pérdida de carga de una tubería debido a la fricción.

Es variable y depende de la geometría de la tubería, el número de Reynolds y la rugosidad absoluta de la misma. Existen muchas fórmulas para el cálculo de este factor. (Héctor Rodríguez, 2005)

Para este proyecto se calculó con la ecuación de Swamee-Jain:

$$f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{\epsilon}{3,7 * D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Donde:

f = Factor de fricción

D = Diámetro interior de la tubería (mm)

ϵ = Rugosidad absoluta (mm)

Re = Número de Reynolds

2.1.2.1.2. Rugosidad absoluta

Son las irregularidades que existen en el interior de la tubería que transporta fluidos y depende del tipo de material de la tubería, ver tabla 1.

Material de la tubería	ϵ (mm)
Vidrio	0,0003
PVC	0,0015
Acero	0,046
Hierro fundido asfaltado	0,12
Hierro galvanizado	0,15
Hierro fundido	0,15
Hierro dúctil	0,25
Madera cepillada	0,18 – 0,9
Concreto	0,3 – 3,0
Acero bridado	0,9 - 9

Tabla 1: Rugosidad absoluta para diferentes materiales de tuberías

Fuente: Hidráulica de Tuberías, Juan Saldarriaga, 1998

2.1.2.1.3. Numero de Reynolds

Es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos y está relacionado con la velocidad, el diámetro y la viscosidad cinética de un fluido y se expresa con la siguiente ecuación:

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

Donde:

Re = Número de Reynolds

V = Velocidad media (m/s)

D = Diámetro interior de la tubería (m)

ν = Viscosidad cinemática del agua

2.1.2.1.4. Viscosidad cinemática

Es la viscosidad absoluta (es una propiedad de fluido y se expresa la resistencia al corte ofrecida por el fluido cuando se mueve) entre la densidad, con el fin de obtener unidades de longitud al cuadrado sobre tiempo. Ver tabla 2.

Temperatura (°C)	Viscosidad cinemática del agua (m ² /s)
0	1,792 * 10 ⁻⁶
5	1,519 * 10 ⁻⁶
10	1,308 * 10 ⁻⁶
15	1,141 * 10 ⁻⁶
20	1,007 * 10 ⁻⁶
25	0,897 * 10 ⁻⁶
30	0,804 * 10 ⁻⁶
35	0,727 * 10 ⁻⁶
40	0,661 * 10 ⁻⁶
45	0,605 * 10 ⁻⁶
50	0,556 * 10 ⁻⁶

Tabla 2: Viscosidad cinemática para diferentes temperaturas

Fuente: Hidráulica de Tuberías, Juan Saldarriaga, 1998

2.1.2.2. Pérdidas locales o por accesorios

Es la pérdida de energía, diferente de la pérdida por fricción, producida en una pequeña región cercana al sitio donde se presenta cambio en la geometría del conducto o cambio en la dirección del flujo, que se traduce en una alteración de las condiciones de flujo. (Héctor Rodríguez, 2005)

Las pérdidas locales dependerán de los accesorios que tengan en cada tramo de tubería los cuales son: codo, tee, válvulas, medidor, entre otros. Y se expresa con la siguiente ecuación:

$$hl = k * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

hl = Pérdidas locales o por accesorios

k = Coeficiente de pérdidas locales de cada accesorio (Tabla 3)

V = Velocidad media (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

ACCESORIOS	DIÁMETRO (pulg)								
	1/2 "	3/4 "	1"	1 1/4 "	1 1/2 "	2"	2 1/2 "	3"	4"
Codo de 90°	0,81	0,75	0,69	0,66	0,63	0,57	0,54	0,53	0,51
Codo de 45°	0,43	0,4	0,37	0,35	0,34	0,3	0,29	0,28	0,27
Válvula de compuerta	0,22	0,2	0,18	0,18	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14
Válvula de globo	9,2	8,5	7,8	7,5	7,1	6,5	6,1	6	5,8
Válvula de mariposa	1,35	1,2	1,1	1	0,92	0,86	0,81	0,79	0,77
Válvula de bola	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Válvula check o de retención	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1	1	0,94
Válvula de pie	11,3	10,5	9,7	9,3	8,8	7,6	7,6	7,1	7,1
Tee normal	0,54	0,5	0,46	0,44	0,42	0,38	0,36	0,37	0,34
Tee con derivación	1,62	1,5	1,38	1,32	1,26	1,14	1,1	1,08	1,02
Entrada a un tanque	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Salida de un tanque	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Unión o unión universal	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Tabla 3: Coeficiente de pérdidas locales

Fuente: Calculo y normativa básica de instalaciones en edificios, Arizmendi Barnes, 2005

2.1.2.2.1. Longitud equivalente

Consiste en expresar las pérdidas locales en función de una longitud de tubo equivalente (L_e) de igual diámetro para cada uno de los accesorios del sistema, es decir, se busca que se produzca la misma pérdida entre el accesorio en cuestión y el tramo recto de cierta longitud y del mismo diámetro. (Héctor Rodríguez, 2005)

También se puede calcular las pérdidas locales o por accesorios por la ecuación de longitud equivalente, consiste en igualar la ecuación general de Darcy-Weisbach con la ecuación de pérdidas locales o por accesorios mencionada anteriormente, quedaría de la siguiente manera:

$$h_f = h_l$$

Las pérdidas locales se pueden expresar en función de una longitud rectilínea de tubería. (Héctor Rodríguez, 2005)

Donde la longitud de una tubería recta (L) es igual a la longitud equivalente de los accesorios (Le):

$$L = Le$$

Reemplazando los valores queda la siguiente ecuación:

$$f * \frac{Le}{D} * \frac{V^2}{2g} = k * \frac{V^2}{2g}$$

Al despejar Le , se obtiene:

$$Le = k * \frac{D}{f}$$

Donde:

Le = Longitud equivalente

k = Coeficiente de pérdidas locales de cada accesorio (Tabla 3)

D = Diámetro interior de la tubería (m)

f = Factor de fricción

La longitud equivalente se reemplaza en la ecuación general de Darcy-Weisbach para calcular las pérdidas de carga locales sin necesidad de aplicar la ecuación:

$$k * \frac{V^2}{2g}$$

2.1.3. Sistema de bombeo

Un sistema de bombeo es un conjunto de elementos que transporta un fluido desde un punto (succión) a otro (impulsión) de forma que se cumplan las especificaciones de caudal necesaria en un sistema.

Para el cálculo del sistema de bombeo de un tanque a otro es necesario conocer el caudal y la altura dinámica total de bombeo. Se los calcula con las siguientes ecuaciones

$$Q = \frac{V_{te}}{t}$$

Donde:

Q = Caudal (m^3/s)

V_{te} = Volumen del tanque elevado (m^3)

t = Tiempo (s)

$$HDT = h_s + h_i + h_{fs} + h_{fi} + h_{ls} + h_{li}$$

Donde:

HDT = Altura dinámica total (m c.a.)

h_s = Altura de succión (m)

h_i = Altura de impulsión (m)

h_{fs} = Pérdidas por fricción de la succión (m c.a.)

h_{fi} = Pérdidas por fricción de la impulsión (m c.a.)

h_{ls} = Pérdidas locales o accesorios de la succión (m c.a.)

h_{li} = Pérdidas locales o accesorios de la impulsión (m c.a.)

2.1.3.1. Curva característica de la bomba

La curva de una bomba es la relación entre la carga de altura y el caudal que una bomba puede impulsar, estos valores son suministrados por los fabricantes de las bombas (Q vs HDT). (Juan Saldarriaga, 1998) Ver gráfico 1.

2.1.3.2. Curva del sistema

Al igual que la curva de la bomba, la curva del sistema relaciona la carga de altura y el caudal que puede impulsar

Para construir la curva del sistema, el diseñador selecciona una serie de valores de caudal para reemplazarlo en la ecuación de altura dinámica total y obtiene los valores correspondientes de HDT. Las parejas de puntos se llevan a una gráfica de (Q vs HDT), la cual se conoce como la curva del sistema. (Juan Saldarriaga, 1998) Ver gráfico 1.

2.1.3.3. Punto de operación de la bomba

Una vez construidas las curvas de la bomba y la del sistema es fácil encontrar el punto de operación de esta, es decir, el caudal que está siendo enviado y la carga de altura suministrada por la bomba. Dicho punto de operación es la intersección de las dos curvas anteriores. (Juan Saldarriaga, 1998) Ver gráfico 1.

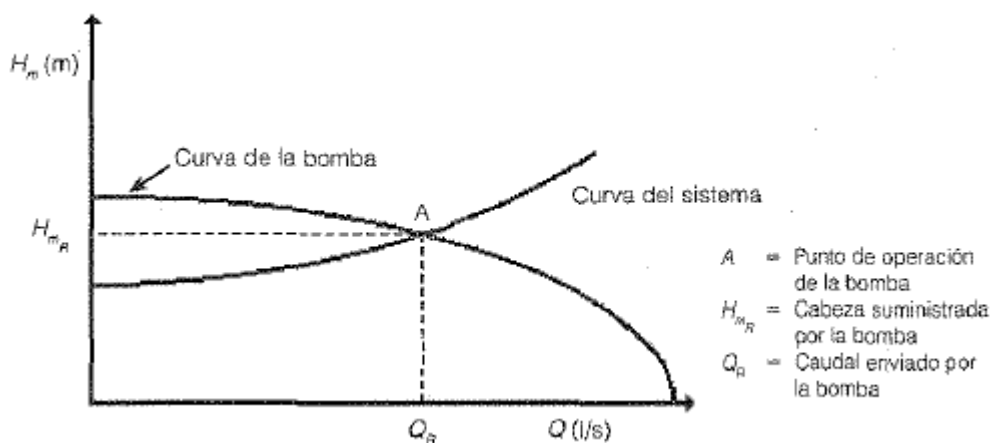


Gráfico 1: Curva de la bomba, curva del sistema y punto de operación de la bomba

Fuente: Hidráulica de Tuberías, Juan Saldarriaga, 1998

2.1.4. Red de distribución de agua

Para contar con el adecuado diseño, análisis y cálculo de las redes de distribución de agua, es necesario conocer parámetros relevantes de la red como rugosidad de las tuberías, la altura, los accesorios que se encuentren en cada aparato sanitario (García, García-Bartual, Cabrera, Arregui & García, 2004).

Para la red de distribución hay que calcular el caudal máximo probable, seleccionar el diámetro, determinar la velocidad, las pérdidas por fricción, pérdidas locales o por

accesorios y la presión en el punto crítico de la red de distribución con la ecuación de energía.

2.1.4.1. Ecuación de energía

De acuerdo con la ecuación de Bernoulli se establece que la energía total en un punto es constante para un fluido permanente. (Héctor Rodríguez, 2005) Es decir:

$$E = z + \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = cte$$

Del planteamiento de la ecuación de energía para un tubo de corriente de fluido real incomprensible que se mueve entre dos puntos de un sistema se obtiene, teniendo en cuenta que se desarrollan pérdidas de energía. (Héctor Rodríguez, 2005) Que:

$$E_1 = E_2 + ht$$

Tal como se muestra en la ilustración 1 del planteamiento de la ecuación de energía se tiene que:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + ht$$

Donde:

z = Altura con respecto a un nivel de referencia (m)

V = Velocidad media (m/s)

$\frac{P}{\gamma}$ = Presión en el eje del tubo

ht = Sumatoria de las pérdidas de energía producida por fricción y locales o accesorios entre los puntos inicial y final del planteamiento de la ecuación de energía.

Como resultado del análisis de la expresión anterior, es importante conocer el comportamiento de la variación de la energía a lo largo de un sistema, comportamiento que se realiza a partir de lo que en hidráulica se denomina línea de energía y línea piezométrica. (Héctor Rodríguez, 2005)

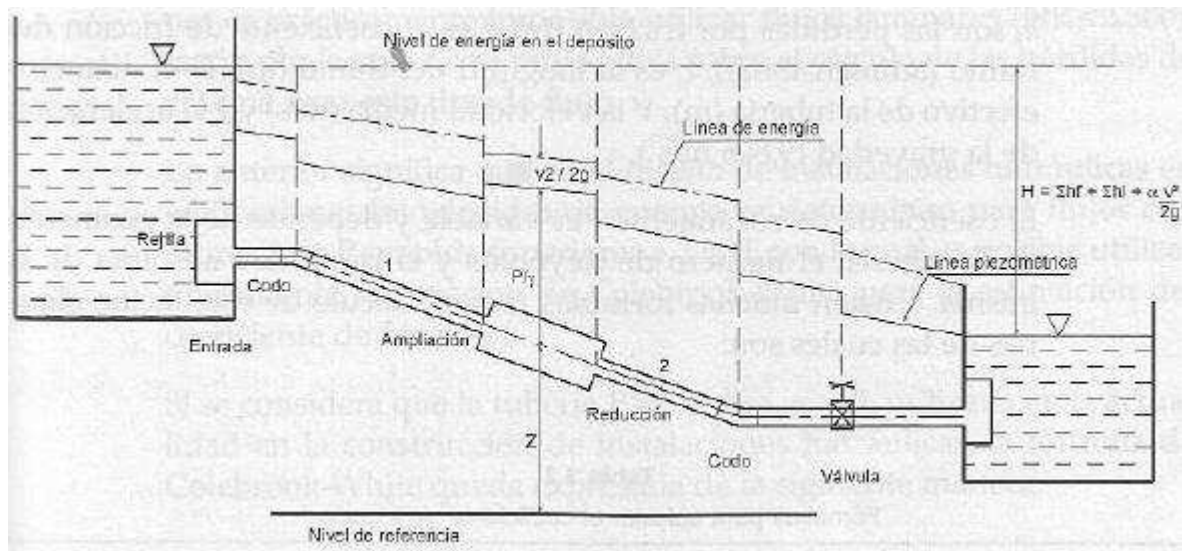


Ilustración 1: Pérdidas de energía en un sistema a presión

Fuente: Diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones, Héctor Rodríguez, 2005

2.1.5. Área de modelación física

Es la simulación física de un fenómeno hidráulico, que ocurre en relación con una obra de ingeniería, en un sistema semejante simplificado que permite observarlo y controlarlo con facilidad, además confirmar la validez del diseño de la obra, optimizando o tomar nota de los efectos colaterales, que deberán ser considerados durante la operación de la misma. Debido a que las simulaciones se producen bajo condiciones controladas en laboratorio los modelos físicos tienen múltiples funciones, como canales, bocatomas, desarenadores, etc. (Biblioteca virtual UDEP, 2004).

2.1.5.1. Filtro de agua

Un filtro de agua es un aparato compuesto generalmente de materiales porosos, que permite tratar este líquido que viene directamente del acueducto y llega a través de los grifos o accesorios. Al pasar por el filtro, este atrapa las partículas que el agua trae y pueden ser tóxicas o perjudiciales para la salud, algunos de estos

elementos son barro, oxido, polvo, hierro, altas cantidades de cloro y bacterias, entre otros. (Enciclopedia de Banrepcultural, 2015)

2.1.5.1.1. Tipos de elementos que intervienen en la filtración

- **Gravedad**

La filtración por gravedad es el proceso en el cual se hace pasar el agua por un filtro, y el proceso se realiza por efectos de la gravedad. (Álvaro Arango, 2004)

- **Presión**

Los filtros de presión están contenidos en recipientes y el agua fluye forzada por efectos de presión a través del medio filtrante. (Álvaro Arango, 2004)

- **Velocidad de filtración**

Rápida, lenta o variable. La filtración lenta es aquella que se da a velocidades entre 0,1 y 0,2 m/h, mientras que la filtración rápida se da a velocidades entre 5 y 20 m/h. (Álvaro Arango, 2004)

- **Materiales absorbentes**

Los materiales absorbentes son los que tienen funciones filtrantes y pueden ser naturales como arena, grava, piedras, carbón, etc. y los artificiales como la cerámica porosa, WSM-300, etc.

Cada material tiene sus características filtrantes específicas como la eliminación del color, olor, bacterias, etc.

2.2. INVESTIGACIONES PREVIAS

Como apoyo para el proyecto del diseño hidrosanitario de la ampliación del laboratorio de hidráulica de la facultad de ingeniería de la universidad laica Eloy Alfaro de Manabí, se escogieron como referencia diferentes proyectos reales, situados en el repositorio de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Universidad Técnica de Machala y la Universidad Tecnológica de Panamá.

Universidad San Francisco de Quito (USFQ)

En el proyecto elaborado por el Sr. Santiago Bolaños, año 2018, bajo el tema: “Diseño del Sistema Hidrosanitario de La Galería”, concluya que: **“Para un correcto diseño hidrosanitario es muy importante tener claro conceptos y leyes de mecánica de fluidos e hidráulica ya que estos son la base científica para cualquier esbozo de red de tuberías. El uso de un software y hojas de cálculo aportan de manera considerable para que los cálculos y diseños sean más precisos”**.

Universidad Técnica de Machala

En el proyecto elaborado por el Sr. Andy Maldonado, año 2016, bajo el tema: “Cálculo y diseño del sistema de red de agua potable y desagüe para un edificio habitacional de tres pisos”, concluye que: **“Se concluyó que las pérdidas de succión e impulsión dependerán de la cantidad de accesorios que haya en el sistema de red de agua. Se determinó el tipo y tamaño de la bomba, para lo cual se debe tener en cuenta ciertos aspectos, como que la bomba por si sola debe ser capaz de abastecer la demanda máxima dentro de los rangos de presiones y caudales. Se consideró que la carga de velocidad dependerá del diámetro de impulsión y de la gravedad del sistema”**.

Universidad Tecnológica de Panamá

En el proyecto elaborado por los Sres. Angélica Batista, Olivia Cárdenas, Jetzabel Castillo, Kimberly Madrid, Catalina Martínez y Alexis Tejedor De León, año 2016, bajo el tema: “Diseño y construcción de filtro multicámaras horizontal por gravedad para tratamiento de efluentes Industriales”, concluye que: **“Uno de los métodos más usado, económico, y que está al alcance de todos, es la filtración. La cual consiste en hacer pasar el agua por diferentes materiales y que sea clarificada y pueda volver a reutilizarse en tareas secundarias.**

Este filtro tiene una particularidad específica, puesto que el agua debe recorrer cada una de las cámaras sin la ayuda de ninguna fuerza externa, solamente con la inclinación de dicha caja. El líquido pasará de una cámara a otra, eliminando sus impurezas a través de cada uno de los materiales filtrantes, hasta obtener el agua que pueda volverse a utilizar en la industria”.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

En este proyecto se dispone de las siguientes fundamentaciones legales.

Dentro de la **“Constitución de la República del Ecuador en su Título V “Organización territorial del estado” en el Capítulo IV “Régimen de competencias”** se establece:

- **Artículo 264**

Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

- Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Dentro de la “**Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua**” en el **Capítulo VI “Garantías preventivas” Sección 2a. “Objetivos de Prevención y Control de la Contaminación del Agua”** se establece:

- **Artículo 82**

Participación y veeduría ciudadana.- Las personas, pueblos y nacionalidades y colectivos sociales, podrán realizar procesos de veedurías, observatorios y otros mecanismos de control social sobre la calidad del agua y de los planes y programas de prevención y control de la contaminación, de conformidad con la Ley.

Dentro de la “**Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua**” en el **Capítulo VII “Obligaciones del estado para el derecho humano al agua” Sección 1a. “De las Obligaciones y la Progresividad”** se establece:

- **Artículo 84**

Obligaciones de corresponsabilidad.- El Estado en sus diferentes niveles de gobierno es corresponsable con usuarios, consumidores, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades del cumplimiento de las siguientes obligaciones:

- a) Prevenir, reducir y revertir la contaminación del agua.
- b) Identificar y promover tecnologías para mejorar la eficiencia en el uso del agua.
- c) Desarrollar y fomentar la formación, la investigación científica y tecnológica en el ámbito hídrico.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL PROYECTO

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto del diseño de las instalaciones hidrosanitarias para la ampliación del laboratorio de hidráulica de la ULEAM se tendrán en cuenta los siguientes elementos:

- Tanque de almacenamiento (cisterna)
- Tanque elevado
- Sistema de bombeo
- Red de distribución de agua
- Diseño del área de modelación física

3.1.1. Tanque de almacenamiento

Según la NEC-11 CAP-16, para el cálculo de volúmenes mínimos de los depósitos de almacenamiento en edificaciones e inmuebles destinados a usos específicos, se hará tomando en consideraciones las dotaciones que esta misma proporciona.

La ampliación del laboratorio actualmente cuenta con un tanque de almacenamiento construido antes de la realización de este proyecto por lo que no es necesario calcular la dotación de la edificación.

La edificación cuenta con una cisterna rectangular de hormigón armado con las siguientes dimensiones:

- Ancho: 2,8 metros
- Largo: 2,05 metros
- Altura: 1,75 metro

Con una capacidad de 10,05 m³ y está conectada a la acometida de agua potable que se encuentra en la parte superior de la cisterna.

La cisterna está ubicada cerca al cuarto de bombeo la cual se encargara de suministrar el agua al tanque elevado, cuenta con una tubería de ventilación y de succión que están conectada al cuarto de bomba.

Actualmente la cisterna se encuentra en mal estado, hay que realizarle la rehabilitación de la misma antes de darle el debido uso. Ver ilustración 3.

3.1.2. Tanque elevado

Según la NEC-11 CAP-16, en el diseño de un depósito subterráneo y elevado, con equipo de bombeo, el volumen total debe dividirse en sesenta por ciento (60%) para el depósito subterráneo (cisterna) y cuarenta por ciento (40%) para el depósito elevado (tanque).

El tanque elevado, debe ser configurado de tal modo que el nivel en si interior, mínimo y máximo, comande el arranque y paro de la bomba.

Se asumió el nivel mínimo de agua a la mitad del volumen del tanque elevado y el nivel máximo será hasta el punto donde estará instalado la válvula flotador.

La ampliación del laboratorio actualmente cuenta con un tanque elevado y con la estructura metálica (ver ilustración 4) donde va apoyado el tanque, construidos antes de la realización de este proyecto por lo que no es necesario calcular el volumen del tanque.

El tanque elevado es cuadrado de acero con las siguientes dimensiones:

- Ancho: 1,22 metro
- Largo: 1,22 metro
- Altura: 1,22 metro

Con un volumen total de 1,82 m³

En la actualidad el tanque elevado se encuentra en mal estado, hay que realizarle la rehabilitación de la misma antes de darle el debido uso. Ver ilustración 5.

3.1.3. Sistema de bombeo

Para este proyecto es necesario tener un sistema de bombeo que permita transportar el agua por las tuberías de PVC desde la cisterna hacia el tanque elevado, tomando en cuenta todos los criterios necesarios para el buen funcionamiento de todo el sistema. Para calcular el sistema de bombeo se tendrá en cuenta los siguientes elementos:

- Caudal de bombeo
- Diámetro de bombeo
- Velocidad de bombeo
- Perdidas por fricción en la succión e impulsión
- Perdidas locales en la succión e impulsión
- Altura dinámica total del proyecto

3.1.3.1. Caudal de bombeo

Para estimar el caudal de bombeo del proyecto, se escogió como referencia el volumen del tanque elevado que es 1,82 m³ y el tiempo en el cual será llenado, se asumió un tiempo de llenado de 1800 segundos.

Según la NEC-11 CAP-16, el tanque elevado debe llenarse en un tiempo máximo de 2 horas.

3.1.3.2. Diámetro de bombeo

Para el cálculo de los diámetros de succión e impulsión de la bomba se utilizó la ecuación de continuidad.

$$Q = A * V$$

Donde:

Q = Caudal (m^3/s)

A = Área (m^2)

V = Velocidad (m/s)

3.1.3.3. Velocidad de bombeo

Para el proyecto se asumió una velocidad de 1,2 m/s.

Según la NEC-11 CAP-16, la velocidad de diseño del agua en las tuberías debe fluctuar entre 0,6 m/s y 2,5 m/s valores mínimo y máximo, respectivamente, se considera optimo el valor de velocidad de 1,2 m/s.

3.1.3.4. Perdidas por fricción y local en la succión e impulsión

Las pérdidas por fricción dependen de la longitud de la tubería de succión e impulsión del proyecto, las cuales son:

- Longitud de la tubería de succión: 3,57 metros
- Longitud de la tubería de impulsión: 14,54 metros

Las pérdidas locales dependen de un coeficiente k de cada accesorio que tenga el tramo de tubería de succión e impulsión de la bomba.

Accesorios Succión	Numero
Válvula de pie	1
Codo de 90°	3
Unión universal	1

Tabla 4: Accesorios en la succión de la bomba

Fuente: Autor

Accesorios Impulsión	Numero
Tee normal	1
Unión universal	2
Válvula check	1
Válvula de compuerta	1
Codo de 90°	2

Tabla 5: Accesorios en la impulsión de la bomba

Fuente: Autor

Para el cálculo de las pérdidas de carga se usara la viscosidad absoluta que depende de la temperatura de la zona, según la página Weather Spark en Manta, durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 21 °C a 28 °C y rara vez baja a menos de 20 °C o sube a más de 30 °C.

Para el proyecto se asumió una temperatura promedio de 25 °C.

3.1.3.5. Altura dinámica total del proyecto

Para el cálculo de la altura dinámica total del proyecto depende de las pérdidas totales por fricción y locales anteriormente mencionado, altura estatista de succión e impulsión de la bomba.

- Altura estática de succión

Es la distancia vertical entre el nivel de suministro mínimo del agua de la cisterna hasta el eje de la bomba.

Para el proyecto la altura estática de succión es:

$$h_s = 1,72 \text{ metros}$$

- Altura estática de impulsión

Es la distancia vertical desde el eje de la bomba hasta el punto de descarga del agua al tanque elevado.

Para el proyecto la altura estática de impulsión es:

$$h_i = 5,27 \text{ metros}$$

3.1.4. Red de distribución de agua

La red de distribución de agua de la edificación cuenta con un solo tramo de tubería de PVC con sus respectivos accesorios. Para calcular la distribución de agua se tendrá en cuenta los siguientes elementos:

- Caudal máximo probable
- Diámetro

- Velocidad
- Perdidas por fricción
- Perdidas locales
- Presión en el punto crítico

3.1.4.1. Caudal máximo probable

Según la NEC-11 CAP-16 para calcular el caudal máximo probable dependerá del coeficiente de simultaneidad y la sumatoria del caudal mínimo de cada aparato suministrado en la edificación.

Para este proyecto no se puede utilizar la ecuación del caudal máximo probable de la NEC-11, ya que la edificación no cuenta con ningún aparato sanitario, se puede asumir un caudal igual o menor al caudal de bombeo que entra por el tanque elevado, se tomó como referencia el valor de caudal mínimo de un aparato sanitario de la tabla 6.

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión	
		Recomendada (m c.a.)	Mínima (m c.a.)
Bañera / tina	0,30	7,0	3,0
Bidet	0,10	7,0	3,0
Calentadores / calderas	0,30	15,0	10,0
Ducha	0,20	10,0	3,0
Fregadero cocina	0,20	5,0	2,0
Fuentes para beber	0,10	3,0	2,0
Grifo para manguera	0,20	7,0	3,0
Inodoro con depósito	0,10	7,0	3,0
Inodoro con fluxor	1,25	15,0	10,0
Lavabo	0,10	5,0	2,0
Máquina de lavar ropa	0,20	7,0	3,0
Máquina lava vajilla	0,20	7,0	3,0
Urinario con fluxor	0,50	15,0	10,0
Urinario con llave	0,15	7,0	3,0
Sauna, turco, o hidromasaje domésticos	1,00	15,0	10,0

Tabla 6: Demanda de caudales, presiones y diámetros en aparatos sanitarios

Fuente: NEC-11 CAPÍTULO 16, 2011

3.1.4.2. Diámetro y velocidad de la red de distribución

Se asumió un diámetro para el único tramo de tubería que hay en la red de distribución que pueda conducir el agua a una velocidad entre 0,6 m/s y 2,5 m/s según la NEC-11.

3.1.4.3. Pérdidas por fricción y local en la red de distribución de agua

Las pérdidas por fricción dependen de la longitud de la tubería de cada tramo de la red de distribución, la cual es:

- Longitud de la tubería del tramo 1: 6,87 metros

Las pérdidas locales dependen de un coeficiente k de cada accesorio que tenga cada tramo de tubería de la red de distribución.

Accesorios Tramo 1	Numero
Codo de 90°	4
Válvula de bola	2
Unión universal	1

Tabla 7: Accesorios en el tramo 1 de la red de distribución

Fuente: Autor

3.1.4.4. Presión en el punto crítico de la red distribución de agua

Según la NEC-11 CAP-16, la presión en cualquier punto de consumo no deberá ser mayor que 50 m c.a. (71,12 psi); y siempre se deberá tomar en cuenta la presión mínima y recomendada por el fabricante del aparato a instalar.

La edificación contara con un solo tramo, donde el agua será conducida desde el tanque elevado hasta el punto de descarga libre, y se utilizara una válvula de bola para cerrar y abrir el paso del agua en vez de un aparato sanitario.

Para calcular la presión en el punto crítico (válvula de bola por donde saldrá el agua) se aplicó la ecuación de energía que depende de las pérdidas totales por fricción y

locales anteriormente mencionado, la altura del tanque elevado y la altura de la válvula de bola.

- Altura del tanque elevado (z_1): 3,88 metros
- Altura de la válvula de bola (z_2): 0,5 metros

Las altura se lo midió desde un nivel de defenecía en este caso desde el nivel del suelo de la edificación.

3.1.5. Diseño de la explanada de modelo físico

Las dimensiones de la explanada de modelo físico se la diseño con dimensiones de 10,5 metros de largo y 5,5 metros de ancho, con un área de 57,75 metros cuadrados, y una altura de 0,5 metros.

Tendrá un canal principal con una pendiente de 1% donde conducirá el agua por gravedad hasta unas rejillas y bajara por el canal secundario también con pendiente de 1% donde el líquido llegara a la cámara de filtro.

3.1.5.1. Cámara filtro de agua

La cámara del filtro está elaborado de hormigón es horizontal con dimensiones de 2,5 metros de largo, 0,5 metros de ancho y 0,5 metros de altura con una pendiente de 1% dividida en 5 compartimentos iguales por 4 planchas verticales de acero inoxidable de 5 mm de grosor, en 4 bloques de la cámara contendrán diferentes tipos de materiales naturales filtrantes que pasaran de un bloque a otro por medio de la gravedad.

La plancha que divide el bloque uno con el bloque dos tendrá una abertura en la parte de debajo de 4 cm cubierta por una malla de 0,074 mm de abertura de acero inoxidable que permitirá el paso del agua e impedirá que los materiales pasen de un bloque a otro.

La plancha que divide el bloque dos con el tres tendrá una abertura en la parte superior de 25,5 cm.

La plancha que divide el bloque tres con el cuatro tendrá una abertura en la parte inferior de 4 cm cubierta por una malla de 0,074 mm de abertura de acero inoxidable.

Y por último la plancha que divide el bloque cuatro con el quinto tendrá una abertura en la parte superior de 26,5 cm

En el último bloque habrá 2 orificios de 1" a una altura de 20 cm y la otra al nivel del piso que se encargara de conducir el agua tratada a la cisterna.

Las cuatro planchas de acero inoxidable de 5 mm de grosor estarán recubiertas en los bordes laterales e inferior por burletes de goma para aislar las placas de acero e impedir el paso del agua por los bordes de la misma.

Una vez se termine de usar el filtro, las planchas que no tienen abertura en la parte inferior se podrán hacer un leve levantamiento para permitir al agua que quede estancada en los bloques pueda pasar hacia la cisterna, estas planchas tendrán mallas a los extremos de cada bloque para impedir que los materiales pasen cuando sean levantadas.

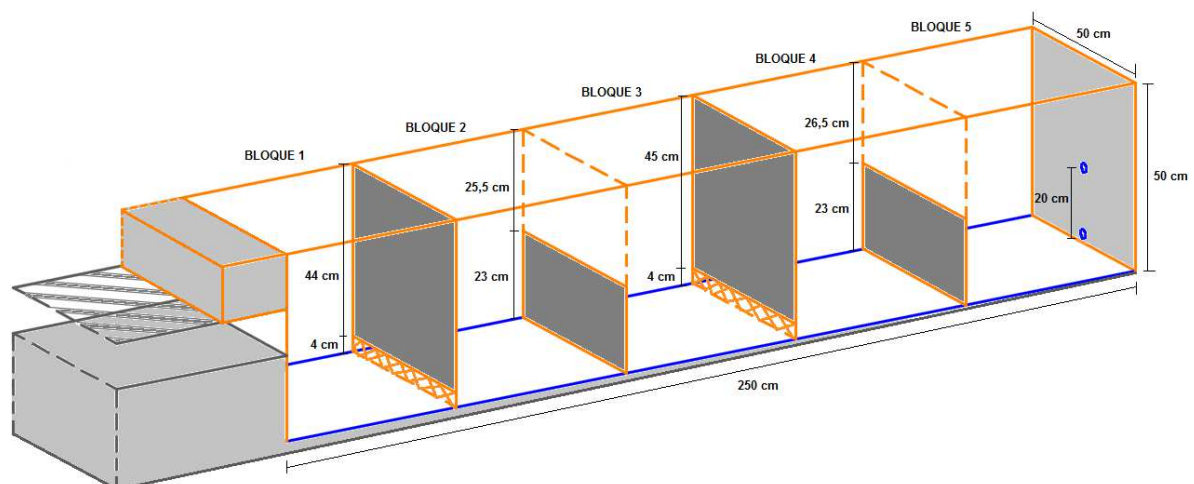


Ilustración 2: Diseño de la cámara de filtro de agua

Fuente: Autor

3.1.5.1.1. Materiales filtrantes

Los materiales filtrantes a utilizar son:

- Arena

La arena aparte de ser usado en la construcción también funciona como material filtrante por sus propiedades que tienen la capacidad de retener los sólidos que contenga el agua.

La arena entre mayor tiempo este en contacto con el agua mayor será la eficiencia en retener los sólidos.

- Grava

El agua pasa a través de la grava de distintos tamaños, esto elimina las partículas quedando atrapadas entre las paredes de la grava aumentando la probabilidad de que el material filtrante tenga más contacto con otras partículas en suspensión.

- Carbón

Este material es uno de los más utilizados en el tratamiento de agua ya que su principal función es la decoloración y eliminación del cloro, otros químicos, bacterias y suciedades.

El proceso del agua en el carbón funciona absorbiendo el líquido en sus poros y luego expulsándolo reteniendo los compuestos contaminantes que contenga en el interior del carbón.

3.1.5.1.2. Proceso del filtro

El agua a tratar entrara al primer bloque donde estará el primer material que es la grava de tamaño mediano, será una capa de 10 cm, el agua pasara a través del material hacia el segundo bloque; donde tendrá que subir una capa de 18 cm de materiales pétreos (grava de distintos tamaños); luego bajara por el tercer bloque pasando por una capa de arena de 10 cm y 8 cm de grava pequeña; en el cuarto

bloque el agua subirá por una capa de 18 cm de carbón de diferentes tamaños y finalmente descenderá a la quinta cámara que conducirá el agua tratada por medio de tuberías a la cisterna.

Todo el recorrido del agua será por gravedad con una pendiente de 1%.

3.1.5.2. Prueba del filtro

Se elaboró un pequeño filtro en acrílico para realizar pruebas del tratamiento de aguas con los materiales antes mencionados.

El filtro de acrílico tiene unas dimensiones de 50 cm de largo, 10 cm de ancho y 15 cm de alto, dividida en 5 compartimentos iguales por 4 separadores del mismo material, se colocó el filtro en una superficie con una pendiente de 1% para que el agua fluya a gravedad a través de los bloques . Ver ilustración 6.

El separador de acrílico uno y tres tendrán una apertura en la parte inferior de 2 cm, el separador dos y cuatro tendrán una apertura en la parte superior de 3 cm y 4 cm respectivamente.

Se unieron perfectamente las partes del acrílico con pegamento industrial para evitar que haya escape de agua o materiales por las juntas, para evitar que se mezclen los materiales se colocaron mallas entre las aberturas inferiores de los compartimentos.

Se colocaron los materiales en el orden anteriormente mencionado. Ver ilustración 7.

Se introducirá constantemente el agua en el filtro en pocas cantidades ya que a mayor tiempo el agua este en contacto con los materiales mayor efectividad se tendrá.

Se hicieron 3 pruebas con agua mezclado con colorantes vegetales y en todas las pruebas los materiales filtrantes removieron con éxito el colorante del agua.

3.2. CÁLCULOS Y RESULTADOS

3.2.1. Cálculos y resultados del sistema de bombeo

3.2.1.1. Caudal de bombeo

Datos para determinar el caudal de bombeo para el proyecto.

Volumen del tanque elevado (V_{te}) = 1,82 m³

Tiempo de llenado (t) = 1800 segundos

$$Q = \frac{V_{te}}{t}$$

$$Q = \frac{1,82 \text{ m}^3}{1800 \text{ s}}$$

$$Q = 0,0010 \text{ m}^3/\text{s} = 60 \text{ L}/\text{min}$$

3.2.1.2. Diámetro de succión e impulsión

$$Q = A * V$$

El área de una tubería es:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Se reemplazó la fórmula del área en la ecuación de continuidad y se obtuvo:

$$Q = \frac{\pi * D^2}{4} * V$$

Se despejó el diámetro y se obtuvo:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Para las velocidades de succión e impulsión se asumió una velocidad de 1,2 m/s

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0,001}{\pi * 1,2}}$$

$$D = 0,033 \text{ m}$$

Se adoptó para la succión e impulsión un diámetro comercial de 1 1/4”

Diámetro plg	Diámetro Exterior mm	Espesor mm	Diámetro Interior mm	Presión de trabajo	
				psi	m c.a.
1 1/4 “	42,16	4,85	32,46	260	182,8

Tabla 8: Especificaciones técnicas para tubería de 1 1/4”

Fuente: Plastigama, 2018

3.2.1.3. Velocidad real de succión e impulsión

De la ecuación de continuidad se despejó la velocidad y se obtuvo:

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$$V = \frac{4 * 0,001}{3,14 * 0,03246^2}$$

$$V = 1,2191 \text{ m/s}$$

El resultado de la velocidad de 1,2191 m/s es el valor para la tubería succión e impulsión, ya que tienen en mismo diámetro.

3.2.1.4. Pérdidas por fricción

Se calculó las perdidas por fricción en las tuberías de succión e impulsión aplicando la ecuación general de Darcy-Weisbach.

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

Ecuación en función del caudal:

$$hf = f * \frac{L}{D} * \frac{\left(\frac{4 * Q}{\pi * D^2}\right)^2}{2g}$$

$$hf = \frac{8 * f * L * Q^2}{\pi^2 * g * D^5}$$

Para graficar la curva del sistema se estableció un intervalo de valores de caudal, en el cual el caudal de bombeo este en dicho intervalo.

Se escogió un intervalo de 10 L/min.

Caudal de bombeo: 0,001 m³/s o 60 L/min

3.2.1.4.1. Pérdidas por fricción en la succión

$$hfs = \frac{8 * fs * Ls * Q^2}{\pi^2 * g * D_s^5}$$

$$hfs = \frac{8 * fs * 3,57 * Q^2}{3,14^2 * 9,81 * 0,03246^5}$$

$$hfs = 8185531,29 * fs * Q^2$$

Caudal		Perdidas por fricción - Succión				
L/min	m ³ /s	Valor en función del caudal	Velocidad (m/s)	# de Reynolds	fs	hfs (m)
0	0	8185531,29	0	0	0	0
10	0,0002	8185531,29	0,2014	7288,1602	0,0339	0,0077
20	0,0003	8185531,29	0,4028	14576,3204	0,0281	0,0256
30	0,0005	8185531,29	0,6042	21864,4806	0,0254	0,0519
40	0,0007	8185531,29	0,8056	29152,6408	0,0237	0,0861
50	0,0008	8185531,29	1,0070	36440,8010	0,0225	0,1278
60	0,0010	8185531,29	1,2084	43728,9611	0,0216	0,1766
70	0,0012	8185531,29	1,4098	51017,1213	0,0209	0,2324
80	0,0013	8185531,29	1,6112	58305,2815	0,0203	0,2949
90	0,0015	8185531,29	1,8126	65593,4417	0,0198	0,3641

Tabla 9: Cálculo de las pérdidas por fricción en la succión para diferente valores de caudal

Fuente: Autor

3.2.1.4.2. Pérdidas por fricción en la impulsión

$$hfi = \frac{8 * fi * Li * Q^2}{\pi^2 * g * D_i^5}$$

$$hfi = \frac{8 * fs * 14,54 * Q^2}{3,14^2 * 9,81 * 0,03246^5}$$

$$hfi = 33338270,29 * fi * Q^2$$

Caudal		Perdidas por fricción - Impulsión				
L/min	m ³ /s	Valor en función del caudal	Velocidad (m/s)	# de Reynolds	fi	hfi (m)
0	0	33338270,29	0	0	0	0
10	0,0002	33338270,29	0,2014	7288,1602	0,0339	0,0314

20	0,0003	33338270,29	0,4028	14576,3204	0,0281	0,1041
30	0,0005	33338270,29	0,6042	21864,4806	0,0254	0,2114
40	0,0007	33338270,29	0,8056	29152,6408	0,0237	0,3508
50	0,0008	33338270,29	1,0070	36440,8010	0,0225	0,5205
60	0,0010	33338270,29	1,2084	43728,9611	0,0216	0,7194
70	0,0012	33338270,29	1,4098	51017,1213	0,0209	0,9465
80	0,0013	33338270,29	1,6112	58305,2815	0,0203	1,2012
90	0,0015	33338270,29	1,8126	65593,4417	0,0198	1,4828

Tabla 10: Cálculo de las pérdidas por fricción en la impulsión para diferente valores de caudal

Fuente: Autor

3.2.1.5. Pérdidas locales o por accesorios

Se calculó las perdidas locales en las tuberías de succión e impulsión con la siguiente ecuación:

$$hl = \sum k * \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación en función del caudal:

$$hl = \sum k * \frac{\left(\frac{4 * Q}{\pi * D^2}\right)^2}{2g}$$

$$hl = \frac{8 * \sum k * Q^2}{\pi^2 * g * D^4}$$

Para graficar la curva del sistema se estableció un intervalo de valores de caudal, en el cual el caudal de bombeo este en dicho intervalo.

Se escogió un intervalo de 10 L/min.

Caudal de bombeo: 0,001 m³/s o 60 L/min

3.2.1.5.1. Pérdidas locales en la succión

Accesorios Succión	Diámetro "	k	Numero	Total k
Válvula de pie	1 1/4 "	9,3	1	9,3
Codo de 90°	1 1/4 "	0,66	3	1,98
Unión universal	1 1/4 "	0,3	1	0,3
∑ Ks				11,58

Tabla 11: Valores de k de los accesorios en la tubería de succión

Fuente: Autor

$$hls = \frac{8 * \sum k_s * Q^2}{\pi^2 * g * D_s^4}$$

$$hls = \frac{8 * 11,58 * Q^2}{3,14^2 * 9,81 * 0,03246^4}$$

$$hls = 861858,03 * Q^2$$

Caudal		Valor en función del caudal	Perdidas locales - Succión (hls)
L/min	m³/s		
0	0	861858,03	0
10	0,0002	861858,03	0,0239
20	0,0003	861858,03	0,0958
30	0,0005	861858,03	0,2155
40	0,0007	861858,03	0,3830
50	0,0008	861858,03	0,5985
60	0,0010	861858,03	0,8619
70	0,0012	861858,03	1,1731
80	0,0013	861858,03	1,5322
90	0,0015	861858,03	1,9392

Tabla 12: Cálculo de las pérdidas locales en la succión para diferente valores de caudal

Fuente: Autor

3.2.1.5.2. Pérdidas locales en la impulsión

Accesorios Impulsión	Diámetro "	k	Numero	Total k
Tee normal	1 1/4 "	0,44	1	0,44
Unión universal	1 1/4 "	0,3	2	0,6
Válvula check	1 1/4 "	1,2	1	1,2
Válvula de compuerta	1 1/4 "	0,18	1	0,18
Codo de 90°	1 1/4 "	0,66	2	1,32
			Σ Ki	3,74

Tabla 13: Valores de k de los accesorios en la tubería de impulsión

Fuente: Autor

$$hli = \frac{8 * \sum k_i * Q^2}{\pi^2 * g * D_i^4}$$

$$h_{li} = \frac{8 * 3,74 * Q^2}{3,14^2 * 9,81 * 0,03246^4}$$

$$h_{li} = 278354,84 * Q^2$$

Caudal		Valor en función del caudal	Perdidas locales - Impulsión (h _{li})
L/min	m ³ /s		
0	0	278354,84	0
10	0,0002	278354,84	0,0077
20	0,0003	278354,84	0,0309
30	0,0005	278354,84	0,0696
40	0,0007	278354,84	0,1237
50	0,0008	278354,84	0,1933
60	0,0010	278354,84	0,2784
70	0,0012	278354,84	0,3789
80	0,0013	278354,84	0,4949
90	0,0015	278354,84	0,6263

Tabla 14: Cálculo de las pérdidas locales en la impulsión para diferente valores de caudal

Fuente: Autor

3.2.1.6. Altura dinámica total del proyecto

Se calculó la altura dinámica total con la siguiente ecuación:

$$HDT = h_s + h_i + h_{fs} + h_{fi} + h_{ls} + h_{li}$$

Ecuación en función del caudal:

$$HDT = 1,72 + 5,27 + 8185531,29 * f_s * Q^2 + 33338270,29 * f_i * Q^2 + 861858,03 * Q^2 + 278354,84 * Q^2$$

Para graficar la curva del sistema se estableció un intervalo de valores de caudal, en el cual el caudal de bombeo este en dicho intervalo.

Se escogió un intervalo de 10 L/min.

Caudal de bombeo: 0,001 m³/s o 60 L/min

Caudal		Perdidas por fricción		Perdidas locales		HDT
		h _{fs}	h _{fi}	h _{ls}	h _{li}	
L/min	m ³ /s	m	m	m	m	m
0	0	0	0	0	0	6,99

10	0,0002	0,0077	0,0314	0,0239	0,0077	7,0608
20	0,0003	0,0256	0,1041	0,0958	0,0309	7,2463
30	0,0005	0,0519	0,2114	0,2155	0,0696	7,5384
40	0,0007	0,0861	0,3508	0,3830	0,1237	7,9337
50	0,0008	0,1278	0,5205	0,5985	0,1933	8,4301
60	0,0010	0,1766	0,7194	0,8619	0,2784	9,0262
70	0,0012	0,2324	0,9465	1,1731	0,3789	9,7208
80	0,0013	0,2949	1,2012	1,5322	0,4949	10,5131
90	0,0015	0,3641	1,4828	1,9392	0,6263	11,4023

Tabla 15: Cálculo de la altura dinámica total para diferente valores de caudal

Fuente: Autor

3.2.1.7. Resultados curva del sistema para el proyecto

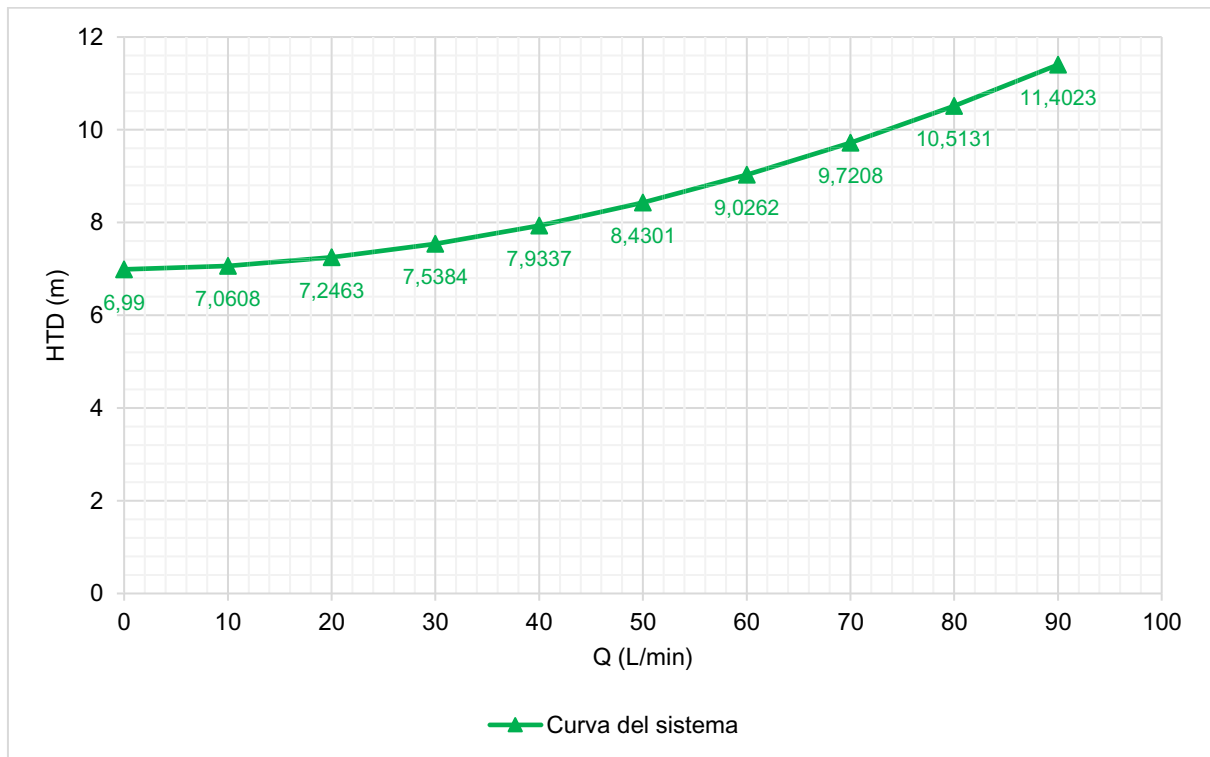


Gráfico 2: Curva del sistema para el proyecto

Fuente: Autor

3.2.1.8. Curva característica de la bomba

Para graficar las curvas de las bombas se escogieron los datos según los fabricantes Pedrollo y Foras.

Caudal	Datos para curvas de las bombas
---------------	--

		Según fabricante Pedrollo		Según fabricante Foras	
		0,33 HP	0,5 HP	0,4 HP	0,5 HP
L/min	m ³ /s	H (m)	H (m)	H (m)	H (m)
0	0	16	22	19,3	21,5
10	0,0002	15	21		
20	0,0003	14	20	17,4	20,5
30	0,0005	12,5			
40	0,0007	11	18	15	19
50	0,0008	9			
60	0,0010	7	15	11,3	17
70	0,0012			8,9	15,8
80	0,0013		11		15
90	0,0015				12

Tabla 16: Datos de las bombas según los fabricantes Pedrollo y Foras

Fuente: Catalogo de los fabricantes Pedrollo y Foras

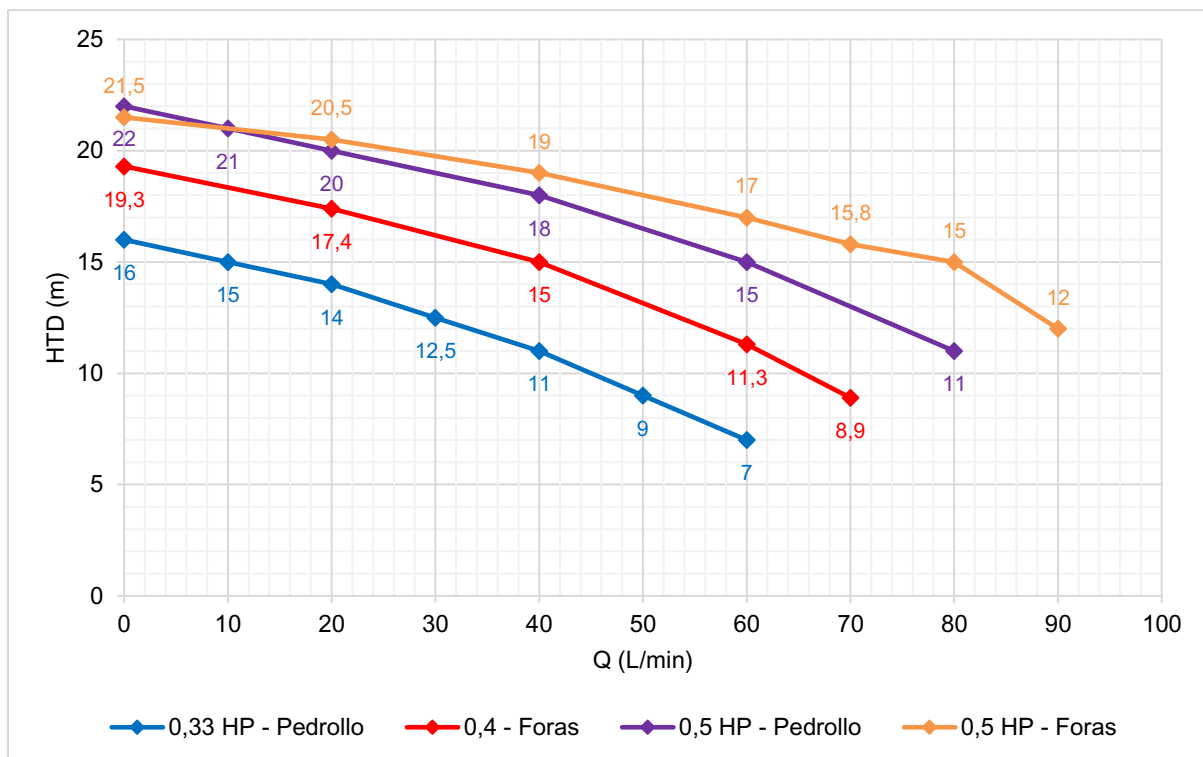


Gráfico 3: Curvas características de las bombas según los fabricantes Pedrollo y Foras

Fuente: Autor

3.2.1.9. Resultados punto de operación de la bomba

Caudal	HDT	Datos para curvas de las bombas	
		Según fabricante Pedrollo	Según fabricante Foras

			0,33 HP	0,5 HP	0,4 HP	0,5 HP
L/min	m ³ /s	m	H (m)	H (m)	H (m)	H (m)
0	0	6,99	16	22	19,3	21,5
10	0,0002	7,0590	15	21		
20	0,0003	7,2404	14	20	17,4	20,5
30	0,0005	7,5263	12,5			
40	0,0007	7,9137	11	18	15	19
50	0,0008	8,4004	9			
60	0,0010	8,9851	7	15	11,3	17
70	0,0012	9,6668			8,9	15,8
80	0,0013	10,4446		11		15
90	0,0015	11,3177				12

Tabla 17: Datos de las alturas dinámica total según el valor de caudal y las bombas según los fabricantes Pedrollo y Foras

Fuente: Autor

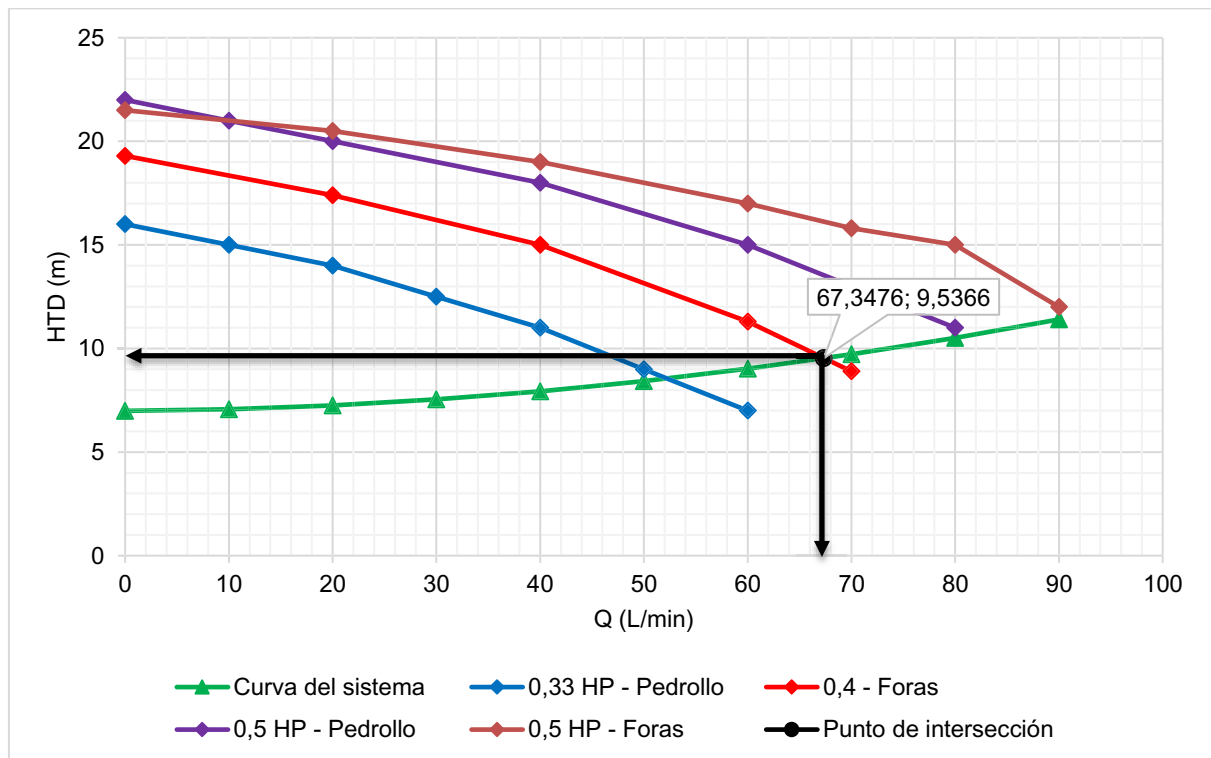


Gráfico 4: Punto de operación de la bomba

Fuente: Autor

Se analizaron las curvas características de las bombas y como resultado solo dos intersecan la curva del sistema, para el proyecto tenemos un caudal calculado de

60 L/min, en la curva de la bomba de 0,33 HP de Pedrollo el punto de intersección con la curva del sistema es menor que el caudal calculado y la curva de la bomba de 0,4 HP de Foras el punto de interacción con la curva del sistema es mayor al caudal calculado.

Por lo que se escogió para el proyecto la bomba de 0,4 HP de Foras ya que el punto de operación es el más adecuado donde bombea 67,3476 L/min a una altura de bombeo de 9,5366 m

- Comprobar que el caudal de la bomba fluya a una velocidad entre 0,6 m/s a 2,5 m/s.

Caudal de la bomba= 67,3476 L/min = 1,1225 L/seg = 0,0011 m³/s

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D_i^2}$$

$$V = \frac{4 * 0,0011}{3,14 * 0,03246^2}$$

$$V = 1,3564 \text{ m/s}$$

3.2.2. Cálculos y resultados de la red de distribución de agua del proyecto

3.2.2.1. Caudal máximo probable y diámetro

Como no hay aparatos sanitarios en la red de distribución del proyecto se asumió un caudal igual o menor al caudal de bombeo que entra por el tanque elevado.

Caudal de bombeo real: 1,1225 L/seg o 0,0011 m³/s

Para el caudal asumido de la red de distribución se tomaron como referencia los valores del aparato sanitario grifo para manguera: 0,2 L/seg o 0,0002 m³/s

$$1,1225 \text{ L/seg} \geq 0,2 \text{ L/seg}$$

Aparato sanitario	Caudal instantáneo	Presión	
		Recomendada	Mínima

	mínimo (L/s)	(m c.a.)	(m c.a.)
Grifo para manguera	0,20	7,0	3,0

Tabla 18: Caudal y presiones del aparato sanitario de referencia

Fuente: NEC-11 CAPÍTULO 16, 2011

Se asumió un diámetro comercial que cumpla con los requisitos de velocidad entre 0,6 m/s y 2,5 m/s y presión mínima de 3 m c.a según la NEC-11.

Diámetro	Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Presión de trabajo	
				psi	m c.a.
plg	mm	mm	mm	psi	m c.a.
3/4 "	26,67	3,91	18,85	340	239,05

Tabla 19: Especificaciones técnicas para tubería de 3/4"

Fuente: Plastigama, 2018

3.2.2.2. Velocidad

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$$V = \frac{4 * 0,0002}{3,14 * 0,01885^2}$$

$$V = 0,7167 \text{ m/s}$$

3.2.2.3. Pérdidas por fricción

- Calcular el Número de Reynolds.

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

$$Re = \frac{0,7167 * 0,01885}{0,897 * 10^{-6}}$$

$$Re = 15060,3934$$

- Calcular el Factor de fricción.

$$f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{\epsilon}{3,7 * D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{0,0015}{3,7 * 18,85} + \frac{5,74}{15060,3934^{0,9}} \right) \right]^2}$$

$$f = 0,0279$$

- Calculo de las pérdidas por fricción en el tramo 1.

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

$$hf = 0,0279 * \frac{6,87}{0,01885} * \frac{0,7167^2}{2 * 9,81}$$

$$hf = 0,2665 \text{ m}$$

3.2.2.4. Pérdidas locales

- Calculo del coeficiente k de los accesorios.

Accesorios Tramo 1	Diámetro "	k	Numero	Total k
Codo de 90°	3/4 "	0,75	4	3
Válvula de bola	3/4 "	0,08	2	0,08
Unión universal	3/4 "	0,3	1	0,3
			∑ Ks	3,46

Tabla 20: Valores de k de los accesorios del tramo 1

Fuente: Autor

- Calculo de las perdidas locales en el tramo 1.

$$hl = \sum k * \frac{V^2}{2g}$$

$$hl = 3,46 * \frac{0,7167^2}{2 * 9,81}$$

$$hl = 0,0906 \text{ m}$$

- Comprobar las perdidas locales con la ecuación de longitud equivalente.

$$Le = k * \frac{D}{f}$$

$$Le = 3,46 * \frac{0,01885}{0,0279}$$

$$Le = 2,3353 \text{ m}$$

- Reemplazar Le en la ecuación general de Darcy-Weisbach y calcular las pérdidas locales del tramo 1.

$$hl = f * \frac{Le}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

$$hl = 0,0279 * \frac{2,3353}{0,01885} * \frac{0,7167^2}{2 * 9,81}$$

$$hl = 0,0906 \text{ m}$$

3.2.2.5. Pérdidas de energía total

$$ht = hf + hl$$

$$ht = 0,2665 \text{ m} + 0,0906 \text{ m}$$

$$ht = 0,3570 \text{ m}$$

3.2.2.6. Presión mínimo en el punto crítico del tramo 1

- Se aplicó la ecuación de energía en el tramo 1 para calcular la presión mínima en la válvula de bola y dio como resultado lo siguiente:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + ht$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = z_1 - z_2 - ht$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = 3,88 - 0,5 - 0,3570$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = 3,0230 \text{ m c. a.}$$

Para un diámetro de 3/4" con un caudal de 0,2 L/seg se obtuvo como resultado una velocidad 0,7167 m/s y una presión de 3,0230 m c.a. en la válvula de bola del tramo 1, valores que cumplen con lo estipulado en la NEC-11.

También se calculó para diámetro de 1" con un caudal de 0,2 L/seg y se obtuvo como resultado una velocidad 0,4312 m/s y una presión de 3,2698 m c.a. y para un

diámetro de 1/2" se obtuvo una velocidad 1,3218 m/s y una presión de 1,9054 m c.a. en la válvula de bolla del tramo 1, valores que no cumplen con lo estipulado en la NEC-11.

Para un mismo caudal se observó en los resultados que al aumentar el diámetro se disminuye la velocidad y aumenta la presión, y al disminuir el diámetro aumenta la velocidad pero disminuye la presión.

3.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.3.1. Rehabilitación cisterna y tanque elevado.

3.3.1.1. Descripción

Este rubro consiste en la provisión por parte del contratista de materiales, equipo y mano obra calificado con experiencia en la rehabilitación de la cisterna y tanque elevado, puesto en perfecta concordancia con las capacidades y necesidades previstas para el correcto funcionamiento de las mismas.

3.3.1.2. Procedimiento de trabajo

Se realizara la debida rehabilitación a la cisterna de hormigón armado y tanque elevado de acero la cual se ejecutara de acuerdo a las recomendaciones técnicas correspondiente para su correcto funcionamiento, utilizando los químicos y materiales necesarios de acuerdo al estado en que se encuentren, tendrán un acabado especial que evitara la proliferación de hongos y bacterias.

3.3.1.3. Medida y forma de pago

La medida para el pago de este rubro será en números de unidad (u), los mismos que indicaran la administración, obra, entidad, fiscalizador, contratista y otros puntos relacionados a la obra, establecidos y aprobados por la Fiscalización.

Las cantidades definidas del rubro indicado se pagaran a los precios unitarios estipulados en el contrato.

Estos precios incluyen la compensación total por la rehabilitación, instalación, mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales, accesorios, y operaciones conexas necesarias para la realización de los trabajos, satisfaciendo a la fiscalización.

3.3.2. Fabricación e instalación tapas de acero inoxidable

3.3.2.1. Descripción

Comprende la fabricación en obra, de las tapas según las dimensiones y diferentes requisitos previos para el proyecto.

Se comprende por instalación de las tapas para la cisterna y cuarto de bomba, la disposición de operaciones que el Contratista realizará para ubicar en los lugares mostrados en el proyecto y/o el Fiscalizador.

3.3.2.2. Procedimiento de trabajo

La tapa para la cisterna será construida en lámina de acero inoxidable, con mano de obra calificada y con experiencia, con materiales y dimensiones señalados en los planos, y la herramienta y equipo de soldadura recomendada para acero inoxidable.

Su montaje evitara la entrada a la cisterna de materiales no deseados.

La tapa para el cuarto de bomba será construida en lámina perforada de acero inoxidable, con mano de obra calificada y con experiencia, con materiales y dimensiones señalados en los planos, y la herramienta y equipo de soldadura recomendada para acero inoxidable. Su montaje evitara malograr la bomba y sus instalaciones.

3.3.2.3. Medida y forma de pago

La medida para el pago de este rubro será en números de unidad (u) de fabricación e instalación de las tapas.

Las cantidades definidas del rubro indicado se pagaran a los precios unitarios estipulados en el contrato.

Estos precios incluyen la compensación total por la construcción, instalación, mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales, accesorios, y operaciones conexas necesarias para la realización de los trabajos, satisfaciendo a la fiscalización.

3.3.3. Suministro e instalación equipo de bombeo

3.3.3.1. Descripción

Este rubro consiste en la provisión por parte del contratista de materiales, equipo (que aparece en los planos o en el formulario de la propuesta) y mano obra calificado con experiencia la instalación y puesta en funcionamiento de un equipo de bombeo de agua, en perfecta concordancia con las capacidades y necesidades previstas para el correcto funcionamiento de las instalaciones.

También se tendrá que realizar las correspondientes conexiones a las tuberías de la red, según las instrucciones de los fabricantes y las instrucciones generales de instalación adecuada y de diseño.

Es una bomba centrífuga de eje horizontal, eléctrica con sistema trifásica, de 60 Hz y de 0,4 HP.

3.3.3.2. Procedimiento de trabajo

Se instalará el sistema de bombeo en el cuarto de bomba, se deberá respetar la localización indicada en los planos para la bomba, por lo tanto el Contratista deberá verificar y familiarizarse con el espacio, detalles constructivos, dimensión de

aparato, recomendaciones de fabricantes para operación y mantenimiento y demás elementos que permitirán el correcto funcionamiento de cada unidad.

El cuarto de bombas tiene las dimensiones mínimas estipuladas para la fácil y adecuada maniobra dentro de él y para el correcto funcionamiento, operación y mantenimiento del equipo; que en determinado momento dicho equipo pueda ser retirado del sitio, sin ocasionar traumas en la edificación ni en el funcionamiento general del mismo.

El equipo estará montado sobre una base de concreto con acabado anti vibratorio, según las recomendaciones técnicas del equipo, dispondrá de los accesorios necesarios (válvulas, unión universal, etc.) para facilitar las actividades de operación y mantenimiento. Los pernos de anclaje se ajustarán uniformemente. También serán protegida con anticorrosivo y pintura de acuerdo a las normas de seguridad o salud ocupacional y del ambiente corrosivo del lugar. El sitio debe poseer el acceso y la ventilación natural que se recomienda, seguridad y demás elementos que permita su debida operación y mantenimiento.

El equipo de bombeo que se instalara en el proyecto deberá ser nuevo, ensamblado y probado el rendimiento en fábrica. El informe de los resultados de las pruebas realizadas se pondrá a la orden de la Fiscalización.

3.3.3.3. Medida y forma de pago

La medida para el pago de este rubro será en números de unidad (u) de suministro e instalación de equipo de bombeo.

Las cantidades definidas del rubro indicado se pagaran a los precios unitarios estipulados en el contrato.

Estos precios incluyen la compensación total por el suministro, instalación, mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales, accesorios, prueba y

operaciones conexas necesarias para la realización de los trabajos, satisfaciendo a la fiscalización.

3.3.4. Suministro e instalación de tubería PVC roscable para agua

Suministro e instalación de tubería PVC roscable de D= 1 1/4"

Suministro e instalación de tubería PVC roscable de D= 1"

Suministro e instalación de tubería PVC roscable de D= 3/4"

3.3.4.1. Descripción

Este rubro consiste en la provisión por parte del contratista de materiales, equipo y mano obra calificado y con experiencia para la instalación de tuberías de PVC roscable.

Comprende el suministro en obra, de tuberías PVC roscable para sistema de agua según las especificaciones técnicas y diferentes requisitos previos para cada proyecto.

Se comprende por instalación de tuberías PVC roscable para el agua, la disposición de operaciones que el Contratista realizará para ubicar en los lugares mostrados en el proyecto y/o el Fiscalizador, las tuberías que se requieren en la construcción de los sistemas de agua, según los diversos tipos de material antes indicados y en función de los alineamientos, profundidades y otras necesidades técnicas de los diseños que requieran el proyecto.

3.3.4.2. Procedimiento de trabajo

Las tuberías de PVC cumplirán con la norma NTE INEN 2497.

El sistema para unir tubería PVC roscable deberá estar basado en las recomendaciones del fabricante.

Para un preciso empalme entre la rosca de la tubería y accesorios se deberán utilizar cinta teflón, sellador para rosca y ajuste manual que asegure la

impermeabilidad en las uniones, para el roscado de los tubos de PVC se utilizara el tarraja apropiada correspondiente al diámetro, deben ser tipo NPT según la norma NTE INEN 117.

Para definir la longitud de los tramos de tubería a cortar, se ponen los accesorios que se conectaran a los extremos del tramo y se medirán con el empalme necesarios para su conexión con el accesorio.

El corte de tubería debe hacerse de tal forma que no se presenten desalineamientos en los puntos de empalmes y uniones.

Antes de colocar cualquier tubería, se revisara rigurosamente con respecto a si existe algún defecto. Ninguna tubería que esté rayado o muestre defectos no permitido por las especificaciones de construcción podrá ser instalada.

Las tuberías deben ser limpiadas de cualquier material que pueda haberse introducido en el interior durante o antes de la instalación. Cada extremo de tubería deberá mantenerse tapado una vez instalado.

Cuando se termine de conectar las tuberías, se realizará la prueba de presión hidrostática, que consiste en llenar gradualmente la tubería con agua, luego se aplicará presión mediante bomba apropiado para pruebas de este tipo, hasta que se alcance la presión de prueba necesaria, presión que debe mantenerse constantemente por lo menos 24 horas, sin que haya fugas de agua en la tubería y las uniones con los accesorios y por consecuencia la caída de presión.

3.3.4.3. Medida y forma de pago

La medida para el pago de este rubro será en metros lineales (ml) de suministro e instalación de tuberías de PVC roscable.

Las cantidades definidas del rubro indicado se pagaran a los precios unitarios estipulados en el contrato.

Estos precios incluyen la compensación total por el suministro, instalación, mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales, accesorios, prueba y operaciones conexas necesarias para la realización de los trabajos, satisfaciendo a la fiscalización.

3.3.5. Suministro e instalación de codo, tee, unión y tapón

Suministro e instalación de codo PP roscable D= 1 1/4" x 90°

Suministro e instalación de codo PP roscable D= 3/4" x 90°

Suministro e instalación de codo PP roscable D= 1" x 45°

Suministro e instalación de tee PP roscable D= 1 1/4"

Suministro e instalación de tee PP roscable D= 1"

Suministro e instalación de unión universal PP roscable D= 1 1/4"

Suministro e instalación de unión universal PP roscable D= 3/4"

Suministro e instalación de unión hembra PP roscable D= 1"

Suministro e instalación de tapón PP roscable D= 1 1/4"

Suministro e instalación de tapón PP roscable D= 1"

3.3.5.1. Descripción

Este rubro consiste en la provisión por parte del contratista de los accesorios y mano obra calificado y con experiencia para la instalación de los accesorios de PP roscable.

Comprende el suministro en obra, de los accesorios codo, tee, unión universal y tapón de PP roscable para complementar el sistema de agua según las especificaciones técnicas y diferentes requisitos previos para cada proyecto.

Se comprende por instalación de los accesorios codo, tee, unión universal y tapón de PP roscable para el agua, la disposición de operaciones que el Contratista realizará para ubicar en los lugares mostrados en el proyecto y/o el Fiscalizador, los

accesorios que se requieren en la construcción de los sistemas de agua, según los diversos tipos de material antes indicados y en función de los alineamientos, profundidades y otras necesidades técnicas de los diseños que requieran el proyecto.

3.3.5.2. Procedimiento de trabajo

Los accesorios de Polipropileno (PP) cumplirán con la norma NTE INEN 2956.

El tipo de rosca debe ser NPT y debe cumplir con lo que se establece en la norma NTE INEN 117.

El sistema para unir los accesorios con las tuberías deberá estar basado en las recomendaciones del fabricante.

Para un preciso empalme entre la rosca de la tubería y accesorios hay que seguir las especificaciones técnicas mencionadas anteriormente “suministro e instalación de tubería de PVC roscable para agua”.

Antes de colocar cualquier accesorio, se revisara rigurosamente con respecto a si existe algún defecto. Ningún accesorio que esté rayado o muestre defectos no permitido por las especificaciones de construcción podrá ser instalada.

Los accesorios deben ser limpiadas de cualquier material que pueda haberse introducido en el interior durante o antes de la instalación.

Una vez instalados los accesorios se realizará la prueba de presión hidrostática, hay que seguir las especificaciones técnicas mencionadas anteriormente “suministro e instalación de tubería de PVC roscable para agua”.

Los accesorios de las tuberías tienen que resistir el peso propio del tubo y el peso del agua que se encuentra en su interior, también las presiones internas a la que estarán sometidas dependiendo de las características propias del proyecto.

3.3.5.3. Medida y forma de pago

La medida para el pago de este rubro será en números de unidad (u) de suministro e instalación de los accesorios PP roscable.

Las cantidades definidas del rubro indicado se pagaran a los precios unitarios estipulados en el contrato.

Estos precios incluyen la compensación total por el suministro, instalación, mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales, accesorios, prueba y operaciones conexas necesarias para la realización de los trabajos, satisfaciendo a la fiscalización.

3.3.6. Suministro e instalación de válvulas

Suministro e instalación de Válvula check PP roscable D= 1 1/4"

Suministro e instalación de Válvula de compuerta bronce roscable D= 1 1/4"

Suministro e instalación de Válvula flotador bronce roscable D= 1 1/4"

Suministro e instalación de Válvula pie PVC roscable D= 1 1/4"

Suministro e instalación de Válvula de bola PVC roscable D= 3/4"

3.3.6.1. Descripción

Este rubro consiste en la provisión por parte del contratista de las válvulas y mano obra calificado y con experiencia para la instalación de las válvulas de PP, PVC y bronce roscable.

Comprende el suministro en obra, de válvulas de PP, PVC y bronce roscable para complementar el sistema de agua según las especificaciones técnicas y diferentes requisitos previos para cada proyecto.

Se comprende por instalación de las válvulas, la disposición de operaciones que el Contratista realizará para ubicar en los lugares mostrados en el proyecto y/o el Fiscalizador, las válvulas que se requieren en la construcción de los sistemas de agua, según los diversos tipos de material antes indicados y en función de los

alineamientos, profundidades y otras necesidades técnicas de los diseños que requieran el proyecto.

3.3.6.2. Procedimiento de trabajo

El tipo de rosca de las válvulas debe ser NPT y debe cumplir con lo que se establece en la norma NTE INEN 117.

El sistema para unir las válvulas con las tuberías deberá estar basado en las recomendaciones del fabricante.

Para un preciso empalme entre la rosca de la tubería y las válvulas hay que seguir las especificaciones técnicas mencionadas anteriormente “suministro e instalación de tubería de PVC roscable para agua”.

Antes de colocar cualquier válvula, se revisara rigurosamente con respecto a si existe algún defecto. Ninguna válvula que esté rayado o muestre defectos no permitido por las especificaciones de construcción podrá ser instalada.

Las válvulas deben ser limpiadas de cualquier material que pueda haberse introducido en el interior durante o antes de la instalación.

Una vez instaladas las válvulas se realizará la prueba de presión hidrostática, hay que seguir las especificaciones técnicas mencionadas anteriormente “suministro e instalación de tubería de PVC roscable para agua”.

Las válvulas de las tuberías tienen que resistir el peso propio del tubo y el peso del agua que se encuentra en su interior, también las presiones internas a la que estarán sometidas dependiendo de las características propias del proyecto.

3.3.6.3. Medida y forma de pago

La medida para el pago de este rubro será en números de unidad (u) de suministro e instalación de las válvulas de PP, PVC y bronce roscable.

Las cantidades definidas del rubro indicado se pagaran a los precios unitarios estipulados en el contrato.

Estos precios incluyen la compensación total por el suministro, instalación, mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales, accesorios, prueba y operaciones conexas necesarias para la realización de los trabajos, satisfaciendo a la fiscalización.

3.3.7. Muro de mampostería

3.3.7.1. Descripción

Es la construcción de muros verticales continuos, compuestos por unidades de ladrillo, unidos mediante mortero de cemento arena y agua.

3.3.7.2. Procedimiento de trabajo

Se construirán utilizando mortero de cemento, arena de dosificación 1:3, y el tipo será de ladrillo burrito echado 12x8x24cm en lo que respecta a sitios, forma, dimensiones y niveles, según lo determine el proyecto, los mismos que deberán estar limpios y completamente saturados de agua el momento de ser usados.

Los mampuestos se colocarán por hileras perfectamente niveladas y aplomadas, cuidando que las uniones verticales queden aproximadamente sobre el centro del bloque inferior, para obtener una buena trabazón.

El mortero de las juntas ha de ser fluido y aplicado con la densidad de que pueda ser retirado el exceso de las juntas cuando las unidades se coloquen. Se debe prever el paso de las instalaciones sanitaria.

El espesor del muro viene determinado en los planos, sin embargo de acuerdo a las necesidades el ingeniero Fiscalizador resolverá casos no especificados. El espesor mínimo para mampostería resistente será de 15 cm.

Para mampostería resistente se utilizarán ladrillos macizos. Para mampostería no resistente se puede utilizar ladrillos huecos.

En ningún caso se admitirá el uso de ladrillo en pedazos o medios, a no ser que las condiciones de trabazón así lo exijan.

3.3.7.3. Medida y forma de pago

La medida para el pago de este rubro será en metros cuadrados (m^2) se calcula con las dos dimensiones del elemento a construir: largo y altura.

Las cantidades definidas del rubro indicado se pagaran a los precios unitarios estipulados en el contrato.

Estos precios incluyen la compensación total por el suministro, instalación, mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales, accesorios, prueba y operaciones conexas necesarias para la realización de los trabajos, satisfaciendo a la fiscalización.

3.3.8. Enlucido de mampostería con impermeabilizante

3.3.8.1. Descripción

Será la conformación de un revestimiento vertical, inclinado u horizontal, interior o exterior, con mortero cemento, arena, agua y aditivo impermeabilizante en proporción 1:3, sobre mamposterías o superficies verticales, inclinados u horizontales de elementos de hormigón. El objetivo del enlucido será conseguir superficies impermeables con acabado regular, uniforme, limpio y de buen aspecto, con un espesor será de 1,5 cm.

3.3.8.2. Procedimiento de trabajo

El constructor verificará y comprobará y recibirá la aprobación de fiscalización, de que los muros se encuentran en condiciones de recibir adecuadamente el mortero de enlucido.

La ejecución de los diversos acabados y enlucidos de los muros se deberá iniciar con el resane requerido, preparado con la misma proporción de cemento y arena del enlucido básico más el impermeabilizante. Luego, cuando los resanes hayan fraguado, se deberá proceder con la limpieza de los muros, removiendo cuidadosamente con agua y cepillos de fibra de acero el polvo, residuos de pega y toda clase de materiales extraños. Cuando se haya cumplido con la impermeabilización de cubiertas y muros interiores y se hayan tomado todas las medidas de seguridad para evitar la presencia de humedades, se deberá proceder a la ejecución de acabados y enlucidos con un espesor de 1,5 cm.

No se permitirá enlucir con morteros que hayan sido preparados con más de dos horas de anticipación, ni con sobrantes de operaciones anteriores, como tampoco el agregar cemento, arena o agua a medida que se note la ausencia de estos materiales.

3.3.8.3. Medida y forma de pago

La medida para el pago de este rubro será en metros cuadrados (m²) para un mortero de 1:3 con impermeabilizante.

Las cantidades definidas del rubro indicado se pagaran a los precios unitarios estipulados en el contrato.

Estos precios incluyen la compensación total por el suministro, instalación, mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales, accesorios, prueba y operaciones conexas necesarias para la realización de los trabajos, satisfaciendo a la fiscalización.

3.3.9. Relleno y compactación con lastre

3.3.9.1. Descripción

Será el conjunto de operaciones para la construcción de rellenos con material de reposición (lastre), hasta llegar a los niveles y cotas determinadas y requeridas.

3.3.9.2. Procedimiento de trabajo

A lo largo del canal principal de la explanada de modelo físico tendrá relleno de lastre con una pendiente de 1% dejando 10 cm de altura para la colocación del hormigón tal como se indican en los planos.

El relleno se hará con material adecuado, colocados, en capas horizontales sucesivas de espesor no mayor de 20 cm, en circunstancias especiales y previa autorización por escrito del Fiscalizador el espesor de la capa puede cambiar.

El material de las capas debe tener la humedad óptima necesaria antes de compactar, para que la compactación sea la indicada en las especificaciones; se requerirá humedecer o secar el material y tratarlo en forma que se asegure un contenido de humedad uniforme para obtener la debida compactación.

El contratista o jefe de obra notificará a la Fiscalización oportunamente la forma cómo va a realizar el relleno y la calidad de los materiales a usarse.

Se deberá tener cuidado de no dañar las instalaciones que se encuentre en las zonas de compactación.

3.3.9.3. Medida y forma de pago

La medida para el pago de este rubro será en metros cúbicos (m³).

Las cantidades definidas del rubro indicado se pagaran a los precios unitarios estipulados en el contrato.

Estos precios incluyen la compensación total por el suministro, instalación, mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales, accesorios, prueba y operaciones conexas necesarias para la realización de los trabajos, satisfaciendo a la fiscalización.

3.3.10. Malla electrosoldada $\varnothing= 4$ mm (15X15) cm

3.3.10.1. Descripción

Disponer de una estructura de refuerzo para el hormigón, y que consistirá en el suministro e instalación de malla electrosoldada de la clase, tipo y dimensiones que se indiquen en los planos del proyecto y/o especificaciones, incluye el proceso de cortado, colocación y amarre del acero estructural en malla.

3.3.10.2. Procedimiento de trabajo

Verificación en obra de los diámetros, espaciamientos y demás características de las mallas.

La malla tendrá una pendiente de 1% a lo largo del canal principal y canal secundario de la explanada tal como se indican en los planos.

Verificación de las áreas efectivas en obra y requerimientos de traslapes, antes del corte de las mallas, doblaje y corte en frío.

La varilla de la malla estará libre de pintura, grasas y otro elemento que perjudique la adherencia con el hormigón a fundir.

Se controlará la culminación de las etapas previas de trabajo, antes de la colocación de la malla.

Se observará especial cuidado en la colocación de separadores, entre la malla y los demás elementos de la estructura, para garantizar la correcta ubicación, traslapes, recubrimientos y separación.

El constructor suministrará y colocará los separadores, grapas, sillas metálicas y tacos de mortero, para ubicar y fijar las mallas.

El constructor proveerá de los tableros para circulación del personal, impidiendo que se circule directamente sobre la malla colocada, se sujetará con alambre galvanizado y se utilizará espaciadores de preferencia metálicos, para conservar los

recubrimientos y espaciamentos de los refuerzos, los que quedarán sujetos firmemente durante el vaciado del hormigón hasta su culminación.

3.3.10.3. Medida y forma de pago

La medida para el pago de este rubro será en metros cuadrados (m²).

Las cantidades definidas del rubro indicado se pagaran a los precios unitarios estipulados en el contrato.

Estos precios incluyen la compensación total por el suministro, instalación, mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales, accesorios, prueba y operaciones conexas necesarias para la realización de los trabajos, satisfaciendo a la fiscalización.

3.3.11. Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2 con impermeabilizante

3.3.11.1. Descripción

Se entiende por hormigón simple al producto endurecido resultante de la mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos (áridos), en proporciones adecuadas; a esta mezcla pueden agregarse aditivos con la finalidad de obtener características especiales determinadas en los diseños o indicadas por la fiscalización. El valor de la resistencia a la compresión del hormigón a los 28 días debe ser de 210 Kg/cm².

3.3.11.2. Procedimiento de trabajo

El hormigón fundido tendrá una pendiente de 1% a lo largo del canal principal y canal secundario de la explanada tal como se indican en los planos.

Estas especificaciones técnicas, incluyen los materiales, herramientas, equipo, fabricación, transporte, manipulación, vertido, a fin de que los hormigones producidos tengan perfectos acabados, resistencia, y estabilidad requeridos.

Las normas forman parte de estas especificaciones todas las regulaciones establecidas en el Código Ecuatoriano de la Construcción.

Cemento: Todo el cemento será de una calidad tal que cumpla con la norma INEN 152: Requisitos, no deberán utilizarse cementos de diferentes marcas en una misma fundición.

Agregado fino: Los agregados finos para hormigón de cemento Portland estarán formados por arena natural, arena de trituración o una mezcla de ambas.

La arena deberá ser limpia, silícica (cuarzosa o granítica), de mina o de otro material inerte con características similares. Deberá estar constituida por granos duros, angulosos, ásperos al tacto, fuertes y libres de partículas blandas, materias orgánicas, esquistos o pizarras.

Agregado grueso: Los agregados gruesos para el hormigón de cemento Portland estarán formados por grava, roca triturada o una mezcla de estas que cumplan con los requisitos de la norma INEN 872.

Agua: El agua para la fabricación del hormigón será potable, libre de materias orgánicas, deletéreos y aceites, tampoco deberá contener sustancias dañinas como ácidos y sales, deberá cumplir con la norma INEN 1108

Agua Potable: Requisitos, El agua que se emplee para el curado del hormigón, cumplirá también los mismos requisitos que el agua de amasado.

Aditivos: Son aditivos químicos que se agregaran al hormigón para que éste desarrolle ciertas características especiales requeridas en obra. Se respetarán las proporciones y dosificaciones establecidas por el productor.

Amasado del hormigón: Se recomienda realizar el amasado a máquina

Manipulación y vaciado del hormigón: La manipulación del hormigón en ningún caso deberá tomar un tiempo mayor a 30 minutos, el vaciado para la ejecución y control de los trabajos el constructor deberá notificar al fiscalizador el momento en que se

realizará el vaciado del hormigón fresco, cada capa de hormigón deberá ser vibrada a fin de desalojar las burbujas de aire y oquedades contenidas en la masa.

Curado del hormigón: El constructor, deberá contar con los medios necesarios para efectuar el control de la humedad, temperatura y curado del hormigón, especialmente durante los primeros días después de vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón.

3.3.11.3. Medida y forma de pago

La medida para el pago de este rubro será en metros cúbicos (m³).

Las cantidades definidas del rubro indicado se pagaran a los precios unitarios estipulados en el contrato.

Estos precios incluyen la compensación total por el suministro, instalación, mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales, accesorios, prueba y operaciones conexas necesarias para la realización de los trabajos, satisfaciendo a la fiscalización.

3.3.12. Suministro e instalación Rejillas

3.3.12.1. Descripción

El suministro e instalación de la rejilla se realizará en la explanada de modelo físico del proyecto y será parte del canal secundario que conducirá el agua hacia el filtro. La instalación de esta rejilla servirá para impedir el paso hacia el filtro de materias que no sean líquidas.

3.3.12.2. Procedimiento de trabajo

Las rejillas serán elaboradas con planchas de 5 mm de grosor de acero inoxidable con perforaciones oblongas.

Verificar en obra por parte del fiscalizador las dimensiones, espaciamiento y demás características de las rejillas.

Las rejillas irán colocadas a la misma altura del canal principal y por encima del canal secundario de la explanada tal como se indican en los planos.

Para la instalación de las rejillas serán sujetadas al canal secundario con penos de acero inoxidable.

Para efectos de mantenimiento las rejillas serán desmontadas del canal secundario retirando los pernos, que permita el ingreso de implementos de limpieza.

3.3.12.3. Medida y forma de pago

La medida para el pago de este rubro será en metros cuadrados (m²).

Las cantidades definidas del rubro indicado se pagaran a los precios unitarios estipulados en el contrato.

Estos precios incluyen la compensación total por el suministro, instalación, mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales, accesorios, prueba y operaciones conexas necesarias para la realización de los trabajos, satisfaciendo a la fiscalización.

3.3.13. Cámara de filtro de agua

3.3.13.1. Descripción

La cámara de filtro de agua está ubicada en la explanada de modelo físico del proyecto y será la encargada de realizar por medio de materiales naturales filtrantes el tratamiento del agua que pase por ella a través del canal secundario por gravedad con una pendiente de 1%

3.3.13.2. Procedimiento de trabajo

Verificar en obra por parte del fiscalizador las dimensiones, materiales y mano de obra calificada para la correcta construcción de la cama de filtro.

La cámara se dividirá en 5 compartimentos por 4 planchas de acero inoxidable de 5 mm de grosor recubiertas en los bordes laterales e inferior por burletes de goma para aislar las placas de acero e impedir el paso del agua por los bordes de la misma.

Dos de las cuatro planchas tendrán mallas con una abertura de 0,074 de acero inoxidable en la parte inferior de 4 cm de alto que permitirán el paso del agua sin que se mezclen los materiales de un compartimento con otro.

Se picara cuidadosamente en la mampostería y/o enlucido interior de la cámara para hacer unas especies de juntas en las paredes y base de la misma que servirán para introducir y darle soporte a las planchas de acero.

Se limpiarán los materiales filtrantes antes de ser colocados en la cámara de filtro.

Se procederá a rellenar los compartimentos de la cámara con los materiales filtrantes en la posición, orden y volumen, respetando el diseño que se indica en los planos del proyecto.

Hacer las pruebas en cada compartimiento de la cámara con el fin de comprobar que no se filtre agua por los bordes de las planchas de acero y las juntas, u otros tipos de falla.

3.3.13.3. Medida y forma de pago

La medida para el pago de este rubro será en números de unidad (u).

Las cantidades definidas del rubro indicado se pagaran a los precios unitarios estipulados en el contrato.

Estos precios incluyen la compensación total por el suministro, instalación, mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales, accesorios, prueba y operaciones conexas necesarias para la realización de los trabajos, satisfaciendo a la fiscalización.

3.4. PRESUPUESTO REFERENCIAL

3.4.1. Precios unitarios red de bombeo y red de distribución

RED DE BOMBEO Y RED DE DISTRIBUCIÓN					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 1.1.1			UNIDAD: UNIDAD		
DETALLE: Rehabilitación cisterna (incluye tapa cisterna)					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES 5% M.O.					\$ 4,344
SOLDADORA ELÉCTRICA 300 A	1	\$ 1,00	\$ 1,00	8,00	\$ 8,000
Subtotal de Equipo M					\$ 12,34
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANT.	JORN/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
PEON - Est. Ocup. E2	2	\$ 3,600	\$ 7,20	8,00	\$ 57,60
MAESTRO SOLDADOR ESPECIALIZADO - Est. Ocup. C1	1	\$ 3,660	\$ 3,66	8,00	\$ 29,28
Subtotal de Mano de Obra N					\$ 86,88
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	
		A	B,00	C=A*B	
TAPA DE ACERO INOXIDABLE PARA CISTERNA	UND.	1,00	\$ 115,00	\$ 115,00	
Subtotal de Materiales O					\$ 115,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Subtotal de Transporte F					\$ -
			TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	\$ 214,22	
			INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%	\$ 42,84	
			OTROS COSTOS INDIRECTOS		
			COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 257,07	
			VALOR OFERTADO	\$ 257,07	

RED DE BOMBEO Y RED DE DISTRIBUCIÓN					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 1.1.2			UNIDAD: M2		
DETALLE: Rehabilitación tanque elevado (incluye instalación)					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES 5% M.O.					\$ 0,46
Subtotal de Equipo M					\$ 0,46
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANT.	JORN/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
PEON - Est. Ocup. E2	1	\$ 3,60	\$ 3,60	1,28	\$ 4,608
PLOMERO - Est. Ocup. D2	1	\$ 3,65	\$ 3,65	1,28	\$ 4,672
Subtotal de Mano de Obra N					\$ 9,280
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	
		A	B,00	C=A*B	
LIJA PARA METAL	UND.	0,32	\$ 0,850	\$ 0,272	
PINTURA PARA METAL OXIDADO	UND.	0,08	\$ 14,09	\$ 0,272	
Subtotal de Materiales O					\$ 1,399
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Subtotal de Transporte F					\$ -
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					\$ 11,143
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					\$ 2,229
OTROS COSTOS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 13,372
VALOR OFERTADO					\$ 13,37

RED DE BOMBEO Y RED DE DISTRIBUCIÓN					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 1.1.3			UNIDAD: UNIDAD		
DETALLE: Sumin. e inst. bomba y cubierta cuarto de bomba					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES 5% M.O.					\$ 1,462
SOLDADORA ELÉCTRICA 300 A	1	\$ 1,00	\$ 1,00	4,00	\$ 4,000
Subtotal de Equipo M					\$ 5,462
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANT.	JORN/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
PLOMERO - Est. Ocup. D2	1	\$ 3,65	\$ 3,65	4,00	\$ 14,60
MAESTRO SOLDADOR ESPECIALIZADO - Est. Ocup. C1	1	\$ 3,66	\$ 3,66	4,00	\$ 14,64
Subtotal de Mano de Obra N					\$ 29,24
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	
		A	B,00	C=A*B	
BOMBA CENTRIFUGA 0,4 HP	UND.	1,00	\$ 268,00	\$ 268,00	
CUBIERTA DE ACERO INOXIDABLE PERFORADA PARA CUARTO DE BOMBA	UND.	1,00	\$ 96,00	\$ 96,00	
Subtotal de Materiales O					\$ 364,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Subtotal de Transporte F					\$ -
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			\$ 398,70
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%			\$ 79,74
		OTROS COSTOS INDIRECTOS			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 478,44
		VALOR OFERTADO			\$ 478,44

RED DE BOMBEO Y RED DE DISTRIBUCIÓN					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 1.1.4			UNIDAD: ML		
DETALLE: Sumin. e inst. tubería PVC roscable de D= 1 1/4"					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES 5% M.O.					\$ 0,479
Subtotal de Equipo M					\$ 0,479
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANT.	JORN/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
PEON - Est. Ocup. E2	2	\$ 3,60	\$ 7,20	0,8835	\$ 6,361
PLOMERO - Est. Ocup. D2	1	\$ 3,65	\$ 3,65	0,8835	\$ 3,225
Subtotal de Mano de Obra N					\$ 9,586
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	
		A	B,00	C=A*B	
TUBERÍA PVC ROSCABLE D= 1 1/4"	M	1,00	\$ 5,6400	\$ 5,6400	
POLIMEX PASTA	TUBO	0,1657	\$ 10,580	\$ 1,7526	
TEFLON	UND.	0,2761	\$ 0,5500	\$ 0,1518	
CODO PP ROSCABLE D= 1 1/4" x 90°	UND.	0,2761	\$ 3,4500	\$ 0,9525	
TEE PP ROSCABLE D= 1 1/4"	UND.	0,0552	\$ 3,6900	\$ 0,2038	
UNION UNIVERSAL PP ROSCABLE D= 1 1/4"	UND.	0,1657	\$ 7,3000	\$ 1,2093	
TAPON MACHO PP ROSCABLE D= 1 1/4"	UND.	0,0552	\$ 1,4300	\$ 0,0790	
VALVULA PIE PVC ROSCABLE D= 1 1/4"	UND.	0,0552	\$ 13,620	\$ 0,7521	
VALVULA CHECK PP ROSCABLE D= 1 1/4"	UND.	0,0552	\$ 53,300	\$ 2,9431	
VALVULA COMPUERTA BRONCE ROSCABLE D= 1 1/4"	UND.	0,0552	\$ 19,060	\$ 1,0525	
VALVULA FLOTADOR BRONCE ROSCABLE CON BOYA PLASTICA D= 1 1/4"	UND.	0,0552	\$ 29,800	\$ 1,6455	
Subtotal de Materiales O					\$ 16,382
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Subtotal de Transporte F					\$ -
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					\$ 26,447
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					\$ 5,290
OTROS COSTOS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 31,737
VALOR OFERTADO					\$ 31,74

RED DE BOMBEO Y RED DE DISTRIBUCIÓN					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 1.1.5			UNIDAD: ML		
DETALLE: Sumin. e inst. tubería PVC roscable de D= 3/4"					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES 5% M.O.					\$ 0,316
Subtotal de Equipo M					\$ 0,316
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANT.	JORN/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
PEON - Est. Ocup. E2	2	\$ 3,60	\$ 7,20	0,5822	\$ 4,192
PLOMERO - Est. Ocup. D2	1	\$ 3,65	\$ 3,65	0,5822	\$ 2,125
Subtotal de Mano de Obra N					\$ 6,317
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	
		A	B,00	C=A*B	
TUBERÍA PVC ROSCABLE D= 3/4"	M	1,00	\$ 2,0300	\$ 2,0300	
POLIMEX PASTA	TUBO	0,1456	\$ 10,580	\$ 1,5400	
TEFLON	UND.	0,2911	\$ 0,5500	\$ 0,1601	
CODO PP ROSCABLE D= 3/4" x 90°	UND.	0,5822	\$ 0,7800	\$ 0,4541	
UNION UNIVERSAL PP ROSCABLE D= 3/4"	UND.	0,1456	\$ 2,1700	\$ 0,3159	
VALVULA BOLA PVC ROSCABLE D= 3/4"	UND.	0,2911	\$ 3,3600	\$ 0,9782	
Subtotal de Materiales O					\$ 5,4783
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Subtotal de Transporte F					\$ -
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					\$ 12,112
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					\$ 2,422
OTROS COSTOS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 14,534
VALOR OFERTADO					\$ 14,53

3.4.2. Precios unitarios explanada modelo físico

EXPLANADA MODELO FÍSICO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 1.2.1			UNIDAD: M2		
DETALLE: Muro de Mampostería					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES 5% M.O.					\$ 0,355
Subtotal de Equipo M					\$ 0,355
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANT.	JORN/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
ALBAÑIL - Est. Ocup. D2	1	\$ 3,65	\$ 3,65	0,9222	\$ 3,366
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES - Est. Ocup. C1	1	\$ 4,04	\$ 4,04	0,9222	\$ 3,726
Subtotal de Mano de Obra N					\$ 7,092
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	
		A	B,00	C=A*B	
MAMPOSTERIA LADRILLO BURRITO ECHADO	M2	1,00	\$ 12,280	\$ 12,280	
Subtotal de Materiales O					\$ 12,280
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Subtotal de Transporte F					\$ -
			TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	\$ 19,726	
			INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%	\$ 3,945	
			OTROS COSTOS INDIRECTOS		
			COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 23,671	
			VALOR OFERTADO	\$ 23,67	

EXPLANADA MODELO FÍSICO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 1.2.2			UNIDAD: ML		
DETALLE: Sumin. e inst. tubería PVC roscable de D= 1"					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES 5% M.O.					\$ 0,487
Subtotal de Equipo M					\$ 0,487
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANT.	JORN/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
PLOMERO - Est. Ocup. D2	1	\$ 3,65	\$ 3,65	2,6667	\$ 9,733
Subtotal de Mano de Obra N					\$ 9,733
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	
		A	B,00	C=A*B	
TUBERÍA PVC ROSCABLE D= 1"	M	1,00	\$ 4,3100	\$ 4,3100	
POLIMEX PASTA	TUBO	0,6667	\$ 10,580	\$ 7,0533	
TEFLON	UND.	0,6667	\$ 0,5500	\$ 0,3667	
CODO PP ROSCABLE D= 1" x 90°	UND.	0,6667	\$ 1,7700	\$ 1,1800	
TEE PP ROSCABLE D= 1"	UND.	0,6667	\$ 2,1700	\$ 1,4467	
UNIÓN HEMBRA PP ROSCABLE D= 1"	UND.	1,3333	\$ 1,4000	\$ 1,8667	
TAPON MACHO PP ROSCABLE D= 1"	UND.	1,3333	\$ 0,9100	\$ 1,2133	
Subtotal de Materiales O					\$ 17,437
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Subtotal de Transporte F					\$ -
			TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	\$ 27,657	
			INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%	\$ 5,531	
			OTROS COSTOS INDIRECTOS		
			COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 33,188	
			VALOR OFERTADO	\$ 33,19	

EXPLANADA MODELO FÍSICO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 1.2.3			UNIDAD: M2		
DETALLE: Enlucido de Mampostería con impermeabilizante					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES 5% M.O.					\$ 0,153
Subtotal de Equipo M					\$ 0,153
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANT.	JORN/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
ALBAÑIL - Est. Ocup. D2	1	\$ 3,65	\$ 3,65	0,3988	\$ 1,456
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES - Est. Ocup. C1	1	\$ 4,04	\$ 4,04	0,3988	\$ 1,611
Subtotal de Mano de Obra N					\$ 3,067
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	
		A	B,00	C=A*B	
MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3 MAS IMPERMEABILIZANTE	M3	0,1500	\$ 87,340	\$ 13,101	
Subtotal de Materiales O					\$ 13,101
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Subtotal de Transporte F					\$ -
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					\$ 16,321
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					\$ 3,264
OTROS COSTOS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 19,585
VALOR OFERTADO					\$ 19,59

EXPLANADA MODELO FÍSICO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 1.2.4			UNIDAD: M3		
DETALLE: Relleno y compactación con lastre					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES 5% M.O.					\$ 0,148
Subtotal de Equipo M					\$ 0,148
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANT.	JORN/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
PEON - Est. Ocup. E2	2	\$ 3,60	\$ 7,20	0,2633	\$ 1,896
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES - Est. Ocup. C1	1	\$ 4,04	\$ 4,04	0,2633	\$ 1,064
Subtotal de Mano de Obra N					\$ 2,960
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	
		A	B,00	C=A*B	
LASTRE	M3	1,00	\$ 3,6700	\$ 3,6700	
Subtotal de Materiales O					\$ 3,6700
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Subtotal de Transporte F					\$ -
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					\$ 6,7779
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					\$ 1,356
OTROS COSTOS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 8,1335
VALOR OFERTADO					\$ 8,13

EXPLANADA MODELO FÍSICO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 1.2.5			UNIDAD: M2		
DETALLE: Malla electrosoldada Ø= 4 mm (15X15) cm					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES 5% M.O.					\$ 0,044
Subtotal de Equipo M					\$ 0,044
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANT.	JORN/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
PEON - Est. Ocup. E2	2	\$ 3,60	\$ 7,20	0,0781	\$ 0,563
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES - Est. Ocup. C1	1	\$ 4,04	\$ 4,04	0,0781	\$ 0,316
Subtotal de Mano de Obra N					\$ 0,878
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	
		A	B,00	C=A*B	
MALLA ELECTROSOLDADA Ø= 4 MM (15X15) CM	M2	1,00	\$ 2,3400	\$ 2,3400	
ALAMBRE # 18	KG	0,0195	\$ 2,2400	\$ 0,0438	
Subtotal de Materiales O					\$ 2,3838
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Subtotal de Transporte F					\$ -
			TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	\$ 3,3060	
			INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%	\$ 0,661	
			OTROS COSTOS INDIRECTOS		
			COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 3,9672	
			VALOR OFERTADO	\$ 3,97	

EXPLANADA MODELO FÍSICO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 1.2.6			UNIDAD: M3		
DETALLE: Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2 con impermeabilizante					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES 5% M.O.					\$ 0,994
CONCRETERA	1	\$ 3,75	\$ 3,75	1,3400	\$ 5,025
Subtotal de Equipo M					\$ 6,019
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANT.	JORN/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
PEON - Est. Ocup. E2	3	\$ 3,60	\$ 10,80	1,3400	\$ 14,47
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES - Est. Ocup. C1	1	\$ 4,04	\$ 4,04	1,3400	\$ 5,414
Subtotal de Mano de Obra N					\$ 19,89
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	
		A	B,00	C=A*B	
ARENA	M3	0,3900	\$ 15,000	\$ 5,8500	
GRAVA	M3	0,3900	\$ 15,000	\$ 5,8500	
CEMENTO + IMPERMEABILIZANTE	KG	208,8900	\$ 0,1700	\$ 35,511	
AGUA	M3	0,1051	\$ 0,9000	\$ 0,0946	
Subtotal de Materiales O					\$ 47,306
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Subtotal de Transporte F					\$ -
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					\$ 73,211
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					\$ 14,64
OTROS COSTOS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 87,854
VALOR OFERTADO					\$ 87,85

EXPLANADA MODELO FÍSICO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 1.2.7			UNIDAD: M2		
DETALLE: Suministro e instalación Rejillas					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES 5% M.O.					\$ 0,736
Subtotal de Equipo M					\$ 0,736
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANT.	JORN/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
PEON - Est. Ocup. E2	1	\$ 3,60	\$ 3,60	1,9277	\$ 6,940
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES - Est. Ocup. C1	1	\$ 4,04	\$ 4,04	1,9277	\$ 7,788
Subtotal de Mano de Obra N					\$ 14,73
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	
		A	B,00	C=A*B	
REJILLA DE ACERO INOXIDABLE	M2	1,00	\$ 32,420	\$ 32,420	
Subtotal de Materiales O					\$ 32,420
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Subtotal de Transporte F					\$ -
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					\$ 47,884
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					\$ 9,577
OTROS COSTOS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 57,461
VALOR OFERTADO					\$ 57,46

EXPLANADA MODELO FÍSICO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 1.2.8			UNIDAD: UNIDAD		
DETALLE: Cámara de filtro de agua					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES 5% M.O.					\$ 1,440
Subtotal de Equipo M					\$ 1,440
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANT.	JORN/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
PEON - Est. Ocup. E2	1	\$ 3,60	\$ 3,60	8,0000	\$ 28,80
Subtotal de Mano de Obra N					\$ 28,80
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	
		A	B,00	C=A*B	
PLANCHA DE ACERO INOXIDABLE (INCLUYE MALLA Y BURLETES DE GOMA)	UND.	4,00	\$ 30,000	\$ 120,00	
ARENA	M3	0,05	\$ 15,000	\$ 0,7500	
GRAVA DE DIFERENTES TAMAÑOS	M3	0,10	\$ 15,000	\$ 1,5000	
CARBÓN	M3	0,05	\$ 50,000	\$ 2,5000	
Subtotal de Materiales O					\$ 124,75
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Subtotal de Transporte F					\$ -
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					\$ 154,99
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					\$ 31,00
OTROS COSTOS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 185,99
VALOR OFERTADO					\$ 185,99

3.4.3. Presupuesto referencial red de bombeo y distribución

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI					
FACULTAD DE INGENIERIA - CARRERA DE INGENIERIA CIVIL					
PROYECTO:	DISEÑO HIDROSANITARIO DE LA AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE HIDRÁULICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ				
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
CODIGO RUBRO	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1. SISTEMAS HIDROSANITARIOS					
1.1	RED DE BOMBEO Y RED DE DISTRIBUCIÓN				
1.1.1	Rehabilitación cisterna (incluye tapa cisterna)	UND.	1,00	\$ 257,07	\$ 257,07
1.1.2	Rehabilitación tanque elevado (incluye instalación)	M2	12,50	\$ 13,37	\$ 167,13
1.1.3	Sumin. e inst. bomba y cubierta cuarto de bomba	UND.	1,00	\$ 478,44	\$ 478,44
1.1.4	Sumin. e inst. tubería PVC roscable de D= 1 1/4"	ML	18,11	\$ 31,74	\$ 574,81
1.1.5	Sumin. e inst. tubería PVC roscable de D= 3/4"	ML	6,87	\$ 14,53	\$ 99,82
Totales USD. Dólares					\$ 1.577,27

3.4.4. Presupuesto referencial explanada modelo físico

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI					
FACULTAD DE INGENIERIA - CARRERA DE INGENIERIA CIVIL					
PROYECTO:	DISEÑO HIDROSANITARIO DE LA AMPLIACIÓN DEL LABORATORIO DE HIDRÁULICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ				
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
CODIGO RUBRO	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1. SISTEMAS HIDROSANITARIOS					
1.2	EXPLANADA MODELO FISICO				
1.2.1	Muro de Mamposteria	M2	17,35	\$ 23,67	\$ 410,67
1.2.2	Sumin. e inst. tubería PVC roscable de D= 1"	ML	1,50	\$ 33,19	\$ 49,79
1.2.3	Enlucido de Mamposteria con impermeabilizante	M2	40,12	\$ 19,59	\$ 785,95
1.2.4	Relleno y compactación con lastre	M3	15,19	\$ 8,13	\$ 123,49
1.2.5	Malla electrosoldada Ø= 4 mm (15X15) cm	M2	51,19	\$ 3,97	\$ 203,22
1.2.6	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2 con impermeabilizante	M3	5,97	\$ 87,85	\$ 524,46
1.2.7	Suministro e instalación Rejillas	M2	4,15	\$ 57,46	\$ 238,46
1.2.8	Cámara de filtro de agua	UND.	1,00	\$ 185,99	\$ 185,99

Totales USD. Dólares	\$ 2.522,04
-----------------------------	--------------------

Totales USD. Dólares	\$ 4.099,31
-----------------------------	--------------------

3.4.5. Cronograma valorado de trabajos

No.	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO 15 DÍAS (3 SEMANAS)			
						5 DÍAS	5 DÍAS	5 DÍAS	
						SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	
1	SISTEMAS HIDROSANITARIOS								
1.1	RED DE BOMBEO Y RED DE DISTRIBUCIÓN								
1.1.1	Rehabilitación cisterna (incluye tapa cisterna)	UNIDAD	1,00	257,07	257,07	257,07			
1.1.2	Rehabilitación tanque elevado (incluye instalación)	M2	12,50	13,37	167,13	167,13			
1.1.3	Sumin. e inst. bomba y cubierta cuarto de bomba	UNIDAD	1,00	478,44	478,44	478,44			
1.1.4	Sumin. e inst. tubería PVC roscable de D= 1 1/4"	ML	18,11	31,74	574,81	287,41	287,41		
1.1.5	Sumin. e inst. tubería PVC roscable de D= 3/4"	ML	6,87	14,53	99,82	99,82			
1.2	EXPLANADA MODELO FISICO								
1.2.1	Muro de Mamposteria	M2	17,35	23,67	410,67		410,67		
1.2.2	Sumin. e inst. tubería PVC roscable de D= 1"	ML	1,50	33,19	49,79		49,79		
1.2.3	Enlucido de Mamposteria con impermeabilizante	M2	40,12	19,59	785,95		392,98	392,98	
1.2.4	Relleno y compactación con lastre	M3	15,19	8,13	123,49			123,49	
1.2.5	Malla electrosoldada Ø= 4 mm (15X15) cm	M2	51,19	3,97	203,22			203,22	
1.2.6	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2 con impermeabilizante	M3	5,97	87,85	524,46			524,46	
1.2.7	Suministro e instalación Rejillas	M2	4,15	57,46	238,46			238,46	
1.2.8	Cámara de filtro de agua	UNIDAD	1,00	185,99	185,99			185,99	
				TOTAL	4.099,31				
						INVERSIÓN SEMANAL	1.289,86	1.140,84	1.668,61
						AVANCE PARCIAL EN %	31,47	27,83	40,70
						INVERSIÓN ACUMULADA	1.289,86	2.430,70	4.099,31
						AVANCE ACUMULADO EN %	31,47	59,30	100,00
<p>EL PRESUPUESTO NO INCLUYE IVA CUATRO MIL NOVENTA Y NUEVE CON 31/100 DOLARES AMERICANOS, MAS IVA QUINCE (15) DÍAS</p>									

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Las pérdidas de carga de la succión, impulsión de la bomba y el tramo 1 de la red de distribución de agua dependerán de la cantidad de accesorios y longitud de tubería que tengan, por tal motivo se utilizó la menor cantidad posible sin que afecte al correcto funcionamiento de las mismas.
- Se escogió una bomba de 0,4 HP del fabricante Foras la cual impulsara un caudal de 1,1225 L/seg a una altura de bombeo de 9,5366 m c.a. con un tiempo de 27 minutos aproximadamente para el llenado del tanque elevado que cuenta con un volumen de 1,816 m³.
- La cantidad y el tiempo en la que pasara el agua por el filtro dependerá del caudal que salga del tramo 1 de la red de distribución y del estado en el que se encuentre el agua a tratar.
- Se realizaron los planos del diseño de la explanada de modelo físico, el sistema de bombeo y la red de distribución de agua mediante el programa AutoCAD.
- En el presupuesto referencial se tuvieron en cuenta todos los costos unitarios de los rubros que se usaron para el diseño hidrosanitario de la ampliación del laboratorio de hidráulica con un monto de \$ 4.099,31 no incluye IVA, para un tiempo de construcción de 15 días.

4.2. RECOMENDACIONES

- Basarse en las normativas de la NEC 11 capítulo 16 para el diseño hidrosanitario en edificaciones.
- Durante la etapa de construcción, se tiene que examinar las especificaciones y estado de los materiales, equipos y personal calificado con el fin de conseguir el resultado deseado.
- Hacer las pruebas de todas las instalaciones hidrosanitaria con el fin de comprobar que no existan fugas de agua u otros tipos de falla.
- Realizar el mantenimiento del filtro cuando se observe que no hace un eficiente filtrado del agua, ya sea limpiando los materiales filtrante o cambiarlos.
- Seguir investigando a profundidad sobre otros tipos de materiales que se puedan implementar en el laboratorio ya sean naturales o no, que sirvan como filtro para el tratamiento del agua.

BIBLIOGRAFÍA

- Ruiz, Gustavo M. (Septiembre, 2008). Instalaciones hidrosanitarias en edificios.
- Saldarriaga, Juan G. (1998). Hidráulica de Tuberías.
- Rodríguez, Héctor A. (2005). Diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones.
- NEC-11 Capítulo 16. (2011). Norma Hidrosanitaria NHE agua.
- NTE INEN 2497. (2015). Tubería plástica. Tubos de PVC rígido unión por rosca, para conducción de agua potable a presión. Cedula 80. Requisitos.
- NTE INEN 117. (2013). Roscas ASA (American Standards Association) para tuberías y accesorios. Especificaciones.
- NTE INEN 2956. (2017). Tubería plástica. Accesorios de polipropileno (PP) para unión por rosca en sistemas de conducción de agua fría y caliente a presión. Requisitos.
- Batista, A., Cárdenas, O., Castillo, J., Madrid, K., Martínez, C., & Tejedor De León, A. (Diciembre, 2016). Diseño y construcción de filtro multicámaras horizontal por gravedad para tratamiento de efluentes industriales. *Revista De Iniciación Científica* [En línea], 2(2), 108-114. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1254>
- Santiago, B. (Mayo, 2018). Diseño del Sistema Hidrosanitario de La Galería. Universidad San Francisco de Quito [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7246/1/137861.pdf>
- Maldonado, A. L. (2016). Cálculo y diseño del sistema de red de agua potable y desagüe para un edificio habitacional de tres pisos. Universidad Técnica de

Machala [En línea]. Disponible en:

http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/8087/1/TCUAIC_2016_IC_CD0025.pdf

Alava, X. F. (2018). Cálculo y diseño de la red hidrosanitaria de una edificación de tres pisos ubicado en la ciudad de Machala. Universidad Técnica de Machala

[En línea]. Disponible en:

http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12565/1/E-10577_ALAVA%20PESANTEZ%20XAVIER%20FERNANDO.pdf

PLANOS

ANEXOS



Ilustración 3: Estado actual de la cisterna

Fuente: Autor



Ilustración 4: Estructura metálica del tanque elevado

Fuente: Autor



Ilustración 5: Estado actual del tanque elevado

Fuente: Autor

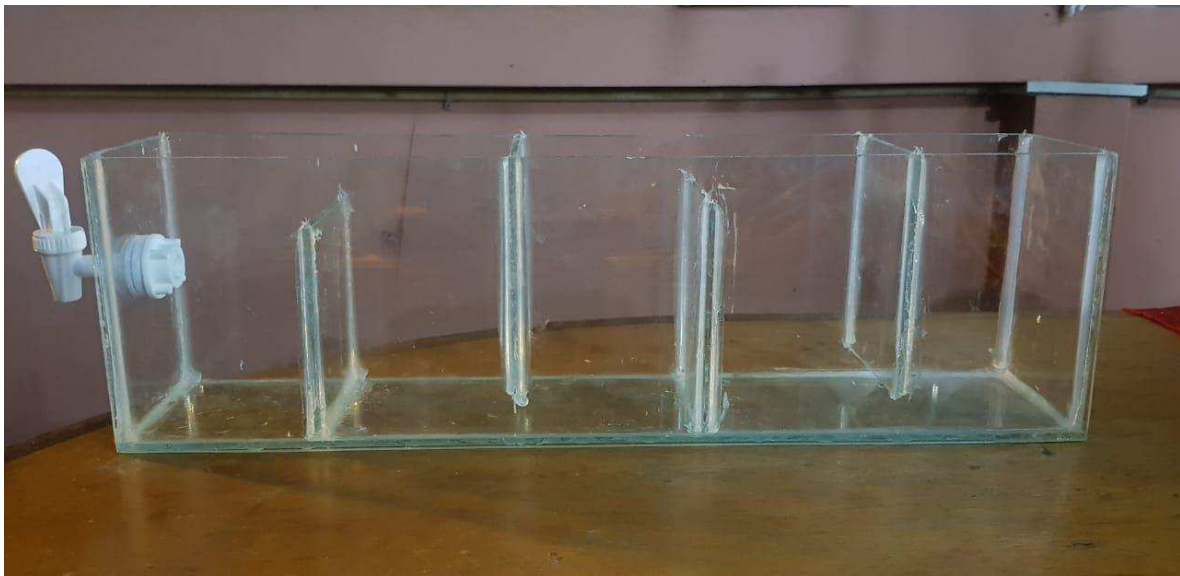


Ilustración 6: Cámara de acrílico para filtro de agua

Fuente: Autor



Ilustración 7: Colocación de materiales filtrantes en la cámara de acrílico

Fuente: Autor

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Francisco Indacochea.pdf (D62891204)
Submitted: 1/23/2020 5:41:00 PM
Submitted By: horacio.cedeno@uleam.edu.ec
Significance: 7 %

Sources included in the report:

Pelaez Piedra SantiagoVicente.pdf (D18276891)
<https://docplayer.es/88125281-Universidad-tecnica-de-ambato.html>

Instances where selected sources appear:

8