

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIA PARA LA ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS (ESFOT)

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGOS EN
AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

EDGAR VINICIO MARTÍNEZ IPIALES

edghar-martinez@hotmail.com

SANDRA LILIANA PAUCAR JÁTIVA

sanenapauj@gmail.com

DIRECTOR: Ing. Patricia Panchi MSc.

sandra.panchi@epn.edu.ec

CODIRECTOR: Ing. Luis Jaramillo MSc.

luis.jaramillo@epn.edu.ec

Quito, Julio 2019

DECLARACIÓN

Nosotros, Edgar Vinicio Martínez Ipiales y Sandra Liliana Paucar Játiva declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Edgar Vinicio Martínez Ipiales

Sandra Liliana Paucar Játiva

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Edgar Vinicio Martínez Ipiales y Sandra Liliana Paucar Játiva, bajo nuestra supervisión.

Ing. Patricia Panchi MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Luis Jaramillo MSc.
CODIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

Este trabajo dedico a mis padres Blanca y Raúl quienes con su amor paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mis hermanos Marco, Roberto, Luis y Alexa por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso, gracias por estar conmigo en todo momento llenándome de consejos y palabras, que de una u otra me acompañaron en mis metas propuestas.

Finalmente quiero dedicar a todos mis amigos, por apoyarme cuando más las necesite, extendiendo su mano en momentos difíciles.

Edghar

Quiero expresar mi gratitud a Dios por darme la vida, ser guía, acompañarme en este transcurso de culminar con éxito mi meta propuesta y ser el inspirador de continuar y sobre todo no dejarme caer por ninguna dificultad.

Dedico este trabajo: A mi bella madre Rocío pilar fundamental, la persona más importante en mi vida, por confiar y creer en mis expectativas, por inculcarme el ejemplo de esfuerzo y valentía, ayudarme a culminar con éxito esta etapa profesional. A mi padre Fausto, con su amor y paciencia ha logrado que sea una persona de bien.

A mis hermanos: Vinicio; mi inspiración por ser una mejor persona día a día, pensar en grande y luchar siempre por salir adelante pese a varias adversidades, Rolando siempre un gran apoyo incondicional, Fernanda bella, con tu amor y confianza estoy aquí culminando el sueño anhelado y mi bella Romina gracias por todo tu amor.

A toda mi familia, a mis valiosos amigos; gracias por todo aquello que me han impartido, por su amistad desinteresada, apoyo incondicional por estar orgullosos de mí y estar conmigo en todo momento.

Sandra

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por guiarnos a lo largo de nuestra carrera y permitir concluir con nuestros objetivos, por ser el inspirador de continuar y sobre todo no dejarnos caer por ninguna dificultad.

A nuestros padres por ser el pilar fundamental durante todo este trayecto, por guiarnos en los propósitos, y confiar en nuestras expectativas.

A nuestras familias, y valiosos amigos que han demostrado ser parte de nuestra felicidad, y apoyo incondicional en todo momento gracias.

Un sincero gracias al Ing. Nelson Pedraza por compartir sus conocimientos y ardua experiencia ayudándonos así a finalizar con éxito en nuestro proyecto.

Finalmente, a nuestra directora de tesis gracias por su apoyo y colaboración durante la culminación del proyecto.

Edghar, Sandra

ÍNDICE

1. Introducción	1
1.1. Generalidades	1
1.1.1. Antecedentes.....	2
1.1.2. Justificación	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Alcance	4
2. Metodología.....	5
2.1. Información topográfica.....	5
2.1.1. Levantamiento topográfico	5
2.1.1.1. Catastro.....	9
2.1.1.1.1. Descripción de los elementos de drenaje pluvial de la zona de estudio	11
2.1.1.2. Nivel de terreno	13
2.1.1.2.1. Curvas de nivel.....	13
2.1.1.2.2. Perfiles de terreno.....	14
2.1.1.3. Conducción actual de la zona de estudio	15
2.2. Información pluviométrica	21
2.2.1. Registro de precipitación anual (INAMHI).....	23
2.2.2. Precipitación promedio mensual.....	26
2.2.3. Determinación de la demanda total	28
2.2.3.1. Determinación del número de usuarios que se benefician del sistema.....	29
2.2.3.1.1. Estimación del uso simultáneo de los baños 2 y 2a	29
2.2.3.1.2. Estimación del número de estudiantes que utilizan los inodoros de los baños 2 y 2a.....	32
2.2.3.2. Dotación de agua para usos específicos	35
2.3. Determinación de caudales.....	38
2.3.1. Volumen disponible de aguas lluvia.....	38
2.3.1.1. Determinación coeficiente de escorrentía.....	38
2.3.1.2. Determinación del área de captación de la zona de estudio	39

2.3.1.2.1. Incremento del área de aportación	42
2.3.1.3. Volumen disponible total	43
2.3.2. Caudal de diseño.....	45
2.3.2.1. Estimación del caudal de diseño en función de los pesos	45
2.4. Criterios para el desarrollo de los elementos del sistema	48
2.4.1. Captación.....	48
2.4.2. Recolección y conducción.....	49
2.4.2.1. Recolección	49
2.4.2.1.1. Canaletas	49
2.4.2.1.2. Bajantes de aguas lluvia	49
2.4.2.2. Conducción	50
2.4.2.2.1. Cajas de revisión.....	50
2.4.2.2.2. Cálculos hidráulicos de la tubería de drenaje pluvial	51
Cálculos hidráulicos parte 1	51
Cálculo de longitud	51
Cálculo del área aportante.....	52
Cálculos hidráulicos parte 2.....	52
Cálculo de tiempo de flujo	52
Determinación del coeficiente de escorrentía	53
Cálculo de la intensidad de lluvia – estación ñaquito..	54
Cálculos hidráulicos parte 3	56
Cálculo del caudal y diámetro de tubería (tubería	
llena).....	56
Cálculo del diámetro de tubería.....	57
Cálculos hidráulicos parte 4	58
Cálculo de la pendiente, velocidad y caudal (tubería	
llena)	58
Cálculo de la velocidad (tubería llena)	59
Cálculo del caudal – tubería llena	59
Cálculos hidráulicos parte 5	61
Cálculo de desnivel.....	61
Cálculo del salto hidráulico	62
Cálculo cota de llegada	62
Cálculo de cota de salida.....	62
Cálculo de excavación	63

2.4.3. Filtración	63
2.4.4. Almacenamiento	65
2.4.4.1. Determinación del volumen del tanque de almacenamiento	65
2.4.4.2. Ubicación del tanque de almacenamiento	66
2.4.5. Sistema de bombeo.....	67
2.4.5.1. Presión y equipos de presión	68
2.4.5.1.1. Equipos de presión	68
Bombas centrífugas.....	68
2.4.5.2. Altura dinámica total de bombeo (TDH).....	69
2.4.5.2.1. Cálculo de pérdidas en tubería de succión	70
Pérdidas por fricción en la succión	70
Cálculo del número de reynolds	71
Cálculo del factor de pérdidas "f"	71
Pérdidas de carga por accesorios en la succión	73
Método del coeficiente km en los accesorios.....	74
2.4.5.2.2. Cálculo de pérdidas en tubería de descarga.....	75
Pérdidas por fricción en la descarga.....	75
Cálculo del número de reynolds	75
Cálculo del factor de pérdidas "f"	75
Pérdidas de carga por accesorios en la descarga.....	77
2.4.5.2.3. Presión en el elemento menos favorecida	77
2.4.5.3. Cálculo de la altura dinámica total de bombeo	78
2.4.5.4. Determinación de potencia de la bomba.....	78
2.4.5.5. Cálculo del tanque hidroneumático	79
2.4.6. Red de distribución	82
2.4.6.1. Diámetro de tuberías	82
2.4.6.1.1. Cálculo del diámetro de tubería de succión.....	82
2.4.6.1.2. Cálculo del diámetro de tubería de descarga	83
2.4.7. By-pass	85
2.4.7.1. Aplicación del by-pass en el sistema	85
3. Resultados.....	88
3.1. Condiciones actuales del sistema.....	88
3.1.1. Topografía de la zona de estudio.....	88
3.1.2. Área de captación.....	88

3.1.2.1. Área de captación total	89
3.1.3. Recolección y conducción	91
3.1.3.1. Recolección de aguas lluvia	91
3.1.3.2. Conducción de aguas lluvia	92
3.1.3.2.1. Diámetro y material de la tubería de drenaje pluvial	93
3.1.3.2.2. Profundidad de la red pluvial	93
3.1.3.2.3. Borde libre	94
3.2. Planos a detalle para el sistema de reutilización de aguas lluvia propuesto	94
3.3. Cantidades de obra	94
3.3.1. Elaboración de las cantidades de obra	95
3.4. Presupuesto referencial	97
4. Conclusiones y recomendaciones	102
4.1. Conclusiones	102
4.2. Recomendaciones	104
4.3. Bibliografía	105
4.4. Anexos	108
Anexo 1 Levantamiento de información - situación actual	108
A. Fichas catastrales	109
B. Planos del levantamiento topográfico	127
C. Perfiles longitudinales del sistema de drenaje existente	130
Anexo 2 Sistema de reutilización de agua lluvia propuesto	131
A. Ábaco de relaciones hidráulicos	132
B. Cálculos hidráulicos – tabla de cálculos	133
C. Cálculos de la red de distribución	135
D. Planos del sistema propuesto de reutilización de aguas lluvia	137
E. Catálogos de referencia	142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación de los baños 2 y 2a de la zona 3 correspondiente a la ESFOT.....	6
Figura 2	Reconocimiento de terreno.....	7
Figura 3	Armado de la estación.....	7
Figura 4	Programación de la estación inicial.....	8
Figura 5	Primera estación.....	8
Figura 6	Colocación del prisma en la caja de revisión.....	9
Figura 7	Características geométricas de la caja de revisión.....	10
Figura 8	Tuberías de entrada y salida de la caja de revisión 3.....	15
Figura 9	Tuberías de entrada y salida de la caja de revisión 4.....	16
Figura 10	Tuberías de entrada y salida de la caja de revisión 5.....	17
Figura 11	Tuberías de entrada y salida de la caja de revisión 7.....	18
Figura 12	Tuberías de entrada y salida del pozo de revisión.....	18
Figura 13	Tuberías de entrada y salida de la caja de revisión 10.....	19
Figura 14	Tuberías de entrada y salida de la caja de revisión 11.....	19
Figura 15	Tuberías de entrada y salida de las cajas de revisión 16,17, y 18.....	20
Figura 16	Tuberías de entrada y salida de las cajas de revisión 12,13 y 14.....	21
Figura 17	Ubicación de las estaciones meteorológicas y zona de estudio.....	22
Figura 18	Ubicación baños 2 y 2a.....	30
Figura 19	Identificación de los baños 2 y 2a.....	31
Figura 20	Dimensiones del área de estudio.....	39
Figura 21	Dimensiones del área efectiva.....	40
Figura 22	Área efectiva – área de incremento.....	43
Figura 23	Material del techo.....	49
Figura 24	Conducción y recolección pluvial.....	50
Figura 25	Cálculos hidráulicos parte 1 Cálculo de longitud y área aportante.....	51
Figura 26	Cálculos hidráulicos parte 2.....	52
Figura 27	Cálculos hidráulicos parte 3.....	56
Figura 28	Cálculos hidráulicos parte 4.....	58
Figura 29	Cálculos hidráulicos parte 5.....	61
Figura 30	Ubicación de la rejilla.....	64
Figura 31	Válvula de pie.....	64
Figura 32	Filtro de anillas.....	65
Figura 33	Ubicación para el tanque de almacenamiento.....	67

Figura 34	Calculo factor f - Diagrama de Moody	73
Figura 35	Calculo factor f - Diagrama de Moody	76
Figura 36	Tanque hidroneumático	79
Figura 37	Esquema By –pass	86
Figura 38	Esquema para el control del funcionamiento del sistema de bombeo.	87
Figura 39	Tipo de Material de captación.....	89
Figura 40	Área de captación total	90
Figura 41	Ubicación de las canaletas	92
Figura 42	Cajas de revisión efectivas.	93
Figura 43	Dimensiones de excavación para colocación del tanque	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Elementos que drenan el agua pluvial de la zona de estudio	12
Tabla 2 Coordenadas geográficas de las estaciones meteorológicas	22
Tabla 3 Registro precipitación anual y mensual, desde el periodo 1987 a 2017 - Estación Iñaquito	24
Tabla 4 Registro precipitación mensual, desde el periodo 1987 a 2017 - Estación Iñaquito	27
Tabla 5 Precipitación promedio mensual	28
Tabla 6 Estimación simultánea de estudiantes	30
Tabla 7 Distribución de aulas cercanas a los baños 2 y 2a	31
Tabla 8 Estimación del número estudiantes que utilizan los baños 2 y 2a	32
Tabla 9 Estudiantes beneficiados	35
Tabla 10 Dotaciones para edificaciones de uso específico	35
Tabla 11 Demanda del baño 2	36
Tabla 12 Demanda del baño 2a	36
Tabla 13 Demanda total	37
Tabla 14 Coeficiente de escorrentía según tipo de material del área de captación	39
Tabla 15 Volumen disponible de aguas lluvia	41
Tabla 16 Demanda vs. Volumen disponible de aguas lluvia	42
Tabla 17 Volumen disponible total	44
Tabla 18 Demanda vs volumen disponible total	44
Tabla 19 Caudales instantáneos de cada artefacto sanitario o de los pesos	45
Tabla 20 Número de piezas hidrosanitarias baño 2	46
Tabla 21 Número de piezas hidrosanitarias baño 2a	46
Tabla 22 Número total de piezas hidrosanitarias (baños 2 y 2a)	47
Tabla 23 Caudal requerido en función de los pesos	47
Tabla 24 Valores de coeficiente de escurrimiento	53
Tabla 25 Períodos de retorno para diferentes ocupaciones del área	56
Tabla 26 Volumen del tanque de almacenamiento	66
Tabla 27 Bombas Centrifugas	69
Tabla 28 Rugosidad absoluta del material	72
Tabla 29 Coeficiente Km	74
Tabla 30 Coeficiente Km	77
Tabla 31 Ciclos por hora de encendido y apagado del grupo motor-bomba	81

Tabla 32 Ejemplo de cálculo de cantidad de obra	96
Tabla 33 Ejemplo de cálculo de presupuesto referencial	97
Tabla 34 Resultados del Presupuesto Referencial	98

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	Precipitación promedio mensual.....	26
Ecuación 2	Demanda total	28
Ecuación 3	Valor promedio del número de estudiantes que utilizan los inodoros	34
Ecuación 4	Volumen disponible de aguas lluvia	38
Ecuación 5	Caudal de diseño	46
Ecuación 6	Tiempo de flujo.....	52
Ecuación 7	Intensidad de lluvia – Estación Iñaquito	54
Ecuación 8	Tiempo de duración de la lluvia.....	55
Ecuación 9	Tiempo de concentración.....	55
Ecuación 10	Método racional.....	57
Ecuación 11	Diámetro de tubería	57
Ecuación 12	Pendiente de terreno.....	59
Ecuación 13	Velocidad a tubería llena – ecuación de Manning	59
Ecuación 14	Ecuación de continuidad – tubería llena.....	60
Ecuación 15	Desnivel de tramo	61
Ecuación 16	Salto hidráulico.....	62
Ecuación 17	Cota de llegada	62
Ecuación 18	Cota de salida	62
Ecuación 19	Excavación	63
Ecuación 20	Ecuación de Bernoulli	69
Ecuación 21	Ecuación de Darcy-Weisbach.....	70
Ecuación 22	Número de Reynolds	71
Ecuación 23	Factor de pérdida “f”.....	72
Ecuación 24	Pérdidas por accesorios	74
Ecuación 25	Potencia de la bomba	78
Ecuación 26	Volumen del tanque hidroneumático	80
Ecuación 27	Diámetro de tubería de succión.....	83

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Registros de los milímetros acumulados anuales, para el periodo de 1987 a 2017 - Estación Iñaquito.....	25
Gráfica 2 Distribución de la precipitación promedio en la Estación Iñaquito.	91

1. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

La Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT), como parte de la EPN, es una universidad de excelencia, imparte la carrera de Tecnología en Agua y Saneamiento Ambiental, en donde el tecnólogo será capaz de supervisar las operaciones: de captación y tratamiento del agua para la conducción y la distribución al usuario (Tecnólogos, 2017).

El presente proyecto de titulación se ha planteado con el fin de asegurar la sustentabilidad del recurso agua permitiendo reducir el consumo de agua potable de los baños 2 y 2a de la zona 3 correspondiente a la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT), ubicado en el campus José Rubén Orellana de la Escuela Politécnica Nacional, por medio de la propuesta de un sistema de recolección de aguas lluvia, que actualmente son desechadas al alcantarillado del Distrito Metropolitano de Quito.

Por ejemplo, hay regiones de África donde el agua no se consigue, esta situación llevó a buscar medios alternativos para obtener el recurso hídrico. Uno de ellos es el aprovechamiento de aguas lluvia con el ánimo de garantizar la subsistencia. En África y en otras regiones en el mundo, se han venido desarrollando en los últimos años mecanismos de almacenamiento que permiten mantener agua disponible todo el año (Benavidez, 2017).

El agua es esencial para la vida. Todas las personas, animales y plantas necesitamos agua para vivir y crecer. En el caso particular del hombre, el agua es primordial para el desarrollo de muchas actividades productivas. Sin embargo, en numerosos lugares del mundo, la población no cuenta con el agua necesaria para mantener un nivel de vida aceptable. Es común encontrar que sectores importantes de la población, deben recorrer grandes distancias para recolectar el agua disponible, la cual no siempre es potable. Cuando la población no cuenta con el agua necesaria para la vida diaria, se enfrenta a muchas dificultades y está en peligro de contraer enfermedades graves (Herrera, 2010).

La lluvia como precipitación, es la primera forma como se presenta el agua dentro del ciclo hidrológico. La función de dicho ciclo es, mantener el balance de las diferentes formas (lluvia y nieve) que el agua puede adoptar (Morán, 2009).

Todas las sociedades utilizan como fuentes de agua dulce; los ríos, lagos y acuíferos. Lo que la mayoría de personas desconocen es que estas fuentes son secundarias, ya que dichas fuentes obtienen su agua de una fuente primaria. Un detalle muy peculiar es que la fuente primaria de agua para las sociedades, es comúnmente ignorada, y en su lugar se utilizan las fuentes secundarias (Moscoso, 2012).

Se buscan alternativas a esta problemática que crece día a día y también se busca tomar conciencia y responsabilidad, ya que si se implementan sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvia se podría mitigar el impacto producido por la escases del recurso en algunas zonas del país y estas alternativas ayudarían para abastecerse de agua para los diferentes usos: doméstico, agrícola y consumo humano (Reyes & Rubio, 2014).

1.1.1. ANTECEDENTES

La Escuela de Formación de Tecnólogos, facultad perteneciente a la Escuela Politécnica Nacional, no cuenta con un sistema de recolección de aguas lluvia para las baterías sanitarias de los baños de la ESFOT. Actualmente los baños son abastecidos mediante el suministro de agua potable para el uso y necesidades básicas de los estudiantes. Cabe destacar, que para realizar una descarga en el retrete se necesita un volumen aproximado de 6.2 litros para desechos sólidos y 4.1 litros para desechos líquidos por cada descarga del estudiante (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1569).

Hoy en día la zona de estudio, cuenta con canaletas y bajantes pluviales que drenan las aguas lluvia hacia las cajas de revisión que se encuentran ubicados cerca a la zona. Por tal razón, la presente propuesta tiene como finalidad asegurar la sustentabilidad del recurso, reduciendo el consumo de agua potable en los inodoros y beneficiando a la comunidad ESFOT correspondiente a 890 estudiantes.

1.1.2. JUSTIFICACIÓN

La propuesta de un sistema de reutilización de aguas lluvia, beneficiará a la ESFOT, reduciendo el consumo de agua potable en los inodoros y aportando un caudal de riego para un área de revegetación, generando con ello, nuevas alternativas de cuidado y protección del recurso hídrico.

La propuesta se efectuará en la zona 3, correspondiente a la Escuela de Formación de Tecnólogos y puntualmente en los baños que se identificarán como 2 y 2a. Se contemplará un sistema de aguas lluvia, en el cual se capte, conduzca, almacene y se distribuya el agua lluvia hacia los baños (Muñoz, 2015).

Al culminar con el proyecto se espera que la propuesta se replique en otras facultades, beneficiando a la economía de la institución. El proyecto, será un referente de la aplicación de técnicas modernas para el uso de agua en el inodoro.

El conocimiento adquirido durante la realización del proyecto podría aportar en futuros diseños similares, mediante la optimización del agua en otros espacios de la EPN.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer un sistema de reutilización de aguas lluvia para la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT).

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el levantamiento topográfico del estado actual de la zona de estudio de la ESFOT (catastro, niveles, conducciones actuales).
- Determinar el volumen disponible mediante datos pluviométricos y el caudal requerido para cubrir la demanda del sistema.
- Aplicar criterios para el acondicionamiento de los elementos del sistema de reutilización de aguas lluvia en la ESFOT: captación, conducción, almacenamiento y distribución de las aguas lluvia.
- Elaborar los planos a detalle del sistema propuesto.
- Obtener un presupuesto referencial para la implementación del sistema.

1.3. ALCANCE

El sistema propuesto de reutilización de aguas lluvia está enfocado en la zona 3, correspondiente a la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT), ubicado en el campus José Rubén Orellana de la Escuela Politécnica Nacional, este proyecto se basa en la aplicación de técnicas modernas para el uso de agua en las baterías sanitarias, de esta manera se aporta en futuros sistemas alternativos de aguas lluvia.

Además, mediante el levantamiento topográfico del terreno, se obtendrá información relevante de las condiciones actuales de la zona de estudio y a partir de dicha información aplicar los criterios de diseño, para los diferentes elementos que forman parte del sistema propuesto.

2. METODOLOGÍA

2.1. INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

La información topográfica se realizó con el objetivo de determinar los niveles y elevaciones de la zona de estudio correspondiente a la Escuela de Formación de Tecnólogos.

La información topográfica también incluyó el catastro de:

- Cajas de revisión (dimensiones, cotas, material de construcción)
- Bajantes de agua lluvia (dimensiones, cotas, tipo de material)

Además, mediante el catastro realizado en las cajas de revisión y bajantes de aguas lluvia se evidenció la conducción actual del agua pluvial y el agua servida proveniente de los baños 2 y 2a.

En base a la información topográfica se procedió a tomar consideraciones específicas como catastro y nivel de terreno, las cuales fueron de gran ayuda al momento de desarrollar el sistema propuesto de reutilización de agua lluvia.

2.1.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El desarrollo del levantamiento topográfico se efectuó en la zona de estudio donde se encuentran ubicados los baños 2 y 2a de la zona 3, correspondiente a la Escuela de Formación de Tecnólogos ubicado en el campus José Rubén Orellana de la Escuela Politécnica Nacional. Cabe mencionar que el bloque administrativo de la institución no está incluido en la zona de estudio, debido a que son de uso frecuente de los docentes de la institución. Como se puede evidenciar en la figura 1.

La ESFOT se encuentra ubicada entre las coordenadas de latitud $0^{\circ}12'39.35''$ - $0^{\circ}12'39.75''$ S y de longitud $78^{\circ}29'17.18''$ - $78^{\circ}29'17.50''$ O (Google Earth, 2009). La zona de estudio cuenta con un área aproximada de 631.13 m^2 encontrándose en una zona urbana.



Figura 1 Ubicación de los baños 2 y 2a de la zona 3 correspondiente a la ESFOT

Fuente: (Google Earth, 2009)

Dentro de la zona de estudio existen 6 aulas las cuales son (24, 25, 26, 27,28 y el laboratorio de electrónica), que son de uso frecuente por los estudiantes de las diferentes carreras de la institución.

El levantamiento topográfico consistió en dos fases. La primera fase se llevó a cabo el reconocimiento del terreno de la zona de estudio, de esta manera se realizó una representación gráfica de toda el área.

La segunda fase del levantamiento se basó en la toma de puntos en donde se plantaron estaciones para determinar las coordenadas y elevaciones de terreno.

Para desarrollar el levantamiento topográfico se utilizó los siguientes instrumentos y equipos:

- Estación total (Leica)
- Navegador
- Prisma
- Trípode
- Pintura para la señalización de puntos
- Flexómetro

A continuación, se describe como se desarrolló el levantamiento topográfico:

1. Se realizó la exploración de la zona de estudio para tener una idea de la totalidad del terreno y así proceder a marcar los puntos, ubicando la estación total donde se pueda observar desde dicho lugar la mayor cantidad de puntos en el terreno, permitiendo que no exista la necesidad de realizar un punto de cambio.



Figura 2 Reconocimiento de terreno

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

2. Se ubicó y se niveló la estación total en el primer punto como punto de referencia.



Figura 3 Armado de la estación

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

3. Se configuró la estación total estableciendo un punto arbitrario de referencia para enlazar los otros puntos del levantamiento.



Figura 4 Programación de la estación inicial

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

4. Se utilizó el navegador definiendo un primer punto y las coordenadas que fueron los ejes para poder plantar la primera estación de todo el trabajo y a partir de esa estación dar inicio al levantamiento.



Figura 5 Primera estación

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

5. Finalmente, con ayuda del prisma se obtuvo la información de los diferentes puntos de interés como cajas de revisión y bajantes de aguas lluvia para determinar las coordenadas y cotas del terreno.



Figura 6 Colocación del prisma en la caja de revisión

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

2.1.1.1. CATASTRO

Con el propósito de contar con toda la información necesaria para la propuesta de reutilización de aguas lluvia, se realizó el catastro de las cajas de revisión y la respectiva descripción de los elementos que drenan el agua pluvial de la zona de estudio.

Para realizar el catastro de las cajas de revisión de la zona de estudio y de las zonas aledañas, se levantó información y se registró en fichas técnicas que se presentan en el Anexo 1, Apéndice A, fichas catastrales.

En el trabajo de levantamiento de información para el catastro se consideró lo siguiente:

- a) Estado físico cualitativo de los elementos catalogándolos como: bueno, regular o malo según la magnitud y extensión del deterioro verificado.
- b) Evaluar las características geométricas de las cajas de revisión como son (longitudes, diámetros de conducciones, cotas y profundidad).

- c) Obtención de longitudes y cotas de los tramos de tuberías que unen las cajas de revisión, esta información fue complementada con el levantamiento topográfico realizado, de los cuales se determinaron las coordenadas y cotas de las cajas de revisión.

A continuación, se detalla un esquema de las características geométricas de la caja de revisión.

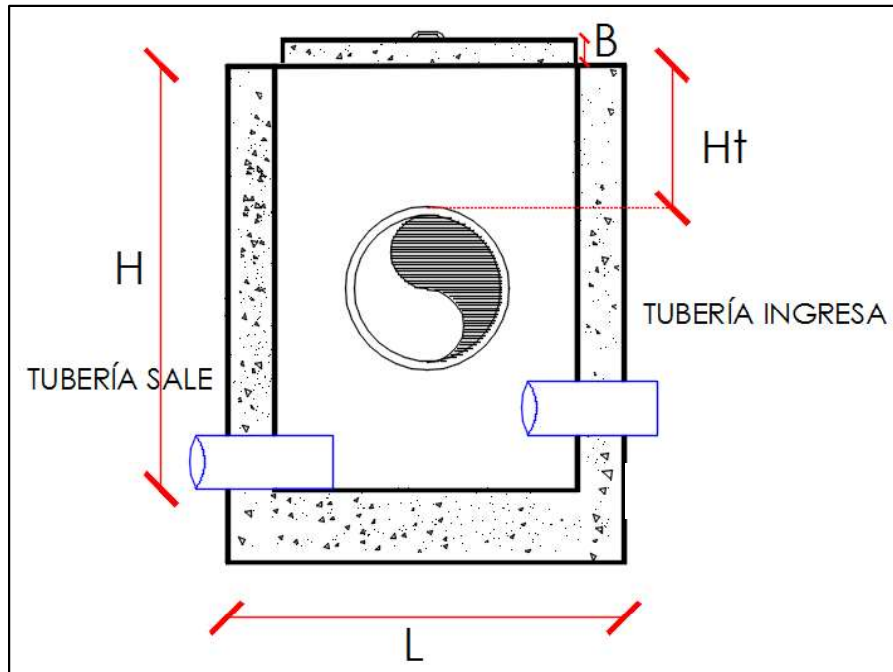


Figura 7 Características geométricas de la caja de revisión

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

En esta figura se identifica las dimensiones de las cajas de revisión observadas en el catastro realizado; donde H (profundidad), L (largo), B (ancho), H_t (profundidad de tubería). Los valores indicados están medidos en metros. De esta manera se visualizará mejor en las fichas técnicas realizadas.

2.1.1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE PLUVIAL DE LA ZONA DE ESTUDIO - ESFOT

Para desarrollar la descripción de los elementos que drenan el agua pluvial, se realizó el levantamiento de información de los elementos como: techo, canaletas y bajantes de aguas lluvia existente en la zona de estudio, con la finalidad de conocer el estado en que se encuentran actualmente los elementos.

Esta actividad se desarrolló con los siguientes objetivos:






- a) Determinar las condiciones físicas de canaletas, bajantes de aguas lluvia y el techo de la zona de estudio, con el fin de estimar su vida útil dentro de la propuesta de reutilización de aguas lluvia.
- b) Identificar las dimensiones de las canaletas, codos, bajantes de aguas lluvia y el tipo de material de cada elemento.
- c) Verificar el tipo de cubierta que se encuentra colocado actualmente.

Los datos que se tomaron en cuenta para la descripción de los elementos que drenan el agua pluvial son:

- Identificación
- Ubicación
- Dimensiones
- Tipo de material
- Estado físico

A continuación, en la tabla 1 se detalla los elementos que drenan el agua pluvial de la zona de estudio.

Tabla 1 Elementos que drenan el agua pluvial de la zona de estudio

ELEMENTOS QUE DRENAN EL AGUA PLUVIAL DE LA ZONA DE ESTUDIO					
Identificación	Ubicación	Dimensión (diámetro, largo y ancho)	Tipo de material	Ilustración	Estado físico
Techo	Zona de estudio	Largo= 156.92 m Ancho= 41.37 m	Tejas de barro		Bueno Regular Malo
Canaleta	Distribuida en el borde más bajo del techo de la zona	Largo= 10 m Ancho= 0,15 m	Aluminio		Bueno Regular Malo
Campana para bajante de aguas lluvia	Distribuida en la parte superior de la bajante de agua lluvia	Largo= 10 cm Ancho= 8 cm	Aluminio		Bueno Regular Malo
Bajante de aguas lluvia	Colocado en la parte inferior de la canaleta	Largo= 8 m Ancho= 0,7 m	Aluminio		Bueno Malo
Codo PVC	Se encuentra semi- enterrado conectado con la bajante de agua lluvia	Diámetro= 110 mm	PVC		Bueno Regular Malo

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

2.1.1.2. NIVEL DE TERRENO

En base a la información topográfica, se realizó la representación de las curvas de nivel mediante datos obtenidos en el levantamiento topográfico, como son las cotas y elevaciones del terreno. Además, la representación gráfica de los perfiles longitudinales del sistema de drenaje existente de la zona de estudio.

2.1.1.2.1. CURVAS DE NIVEL

Las curvas de nivel son líneas o trazos que unen puntos que tienen una misma cota o elevación. El uso de las curvas de nivel nos permite representar el relieve de un terreno con mayor precisión (Navarro, 2008).

Las principales características de las curvas son:

- a) La distancia horizontal entre dos curvas de nivel es inversamente proporcional a la pendiente del terreno; es así, mientras más inclinado sea el terreno, más cercanas estarán las curvas de nivel.
- b) En superficies planas inclinadas como por ejemplo taludes, son rectas y paralelas entre sí.
- c) Una curva de nivel va siempre entre una correspondiente a mayor elevación y una correspondiente a menor elevación (Navarro, 2008).

De acuerdo a la información obtenida con el levantamiento topográfico se procedió a unir sobre el plano, puntos que tengan igual cota, tratando de que entre punto y punto la curva represente fielmente la unión de puntos.

Este dibujo de la representación de puntos se realizó en el software de AUTOCAD CIVIL CAD, este software permite, crear, analizar y ajustar datos del levantamiento haciendo más eficiente el proceso de datos topográficos.

La representación de la triangulación del terreno de la zona de estudio, se observa en la lámina 1 del Anexo 1, Apéndice B, planos del levantamiento topográfico.

Mediante la triangulación realizada se obtiene las curvas de nivel para visualizar y analizar el relieve del terreno como se puede evidenciar en la lámina 2 del Anexo 1, Apéndice B, planos del levantamiento topográfico.

2.1.1.2.2. PERFILES DE TERRENO

El perfil de terreno es una sección vertical obtenida por intersección de la superficie topográfica con un plano vertical que pasa por una alineación determinada, donde se aprecian claramente las irregularidades del terreno (Bernis & Gómez, 2010).

Considerando la información del levantamiento topográfico se realizó los perfiles longitudinales del sistema de drenaje existente de la zona de estudio, en los cuales se identificaron las diferentes cajas de revisión (Caja 1,2, 3, 4,5, 7, 8, 9,10, 11 y pozo de revisión).

Se realizaron tres perfiles de terreno, en cada perfil se indica; la identificación de las cajas de revisión, distancia entre cajas, las cotas de terreno, cotas de proyecto, pendiente y el diámetro de la tubería existente.

En el perfil 1 se identificaron 5 cajas de revisión las cuales son: C-1, C-2, C-3, C-4, C-5 y un pozo de revisión (Pz) que están ubicadas paralelas a la calle Toledo.

El perfil 1 se puede observar en el Anexo 1, Apéndice C, perfiles longitudinales del sistema de drenaje existente.

De la misma manera para el perfil 2 se determinó la ubicación de las cajas, las cuales se encuentran ubicadas frente al bloque administrativo de la ESFOT, donde se determinó un total de 3 cajas de revisión que son: C-9, C-8, C-7 y un pozo de revisión (Pz).

El perfil 2 se puede observar en el Anexo 1, Apéndice C, perfiles longitudinales del sistema de drenaje existente.

Por último, En el perfil 3 se identificaron las cajas C-11, C-10 y un pozo de revisión (Pz) las cuales se encuentran lateral al estadio de la EPN.

El perfil 3 se puede observar en el Anexo 1, Apéndice C, perfiles longitudinales del sistema de drenaje existente.

2.1.1.3. CONDUCCIÓN ACTUAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

La conducción y recolección de aguas lluvia en la zona de estudio se presenta de la siguiente manera:

El agua pluvial es captada en el tejado para luego ser conducida y recolectada en las canaletas que serán enviadas a las bajantes de aguas lluvia, para finalmente ser drenado en las cajas de revisión.

En la zona donde se encuentran ubicados los baños 2 y 2a, existen aproximadamente 7 cajas de revisión instaladas en la parte posterior de la zona de estudio y un pozo de revisión.

En la lámina 3 del Anexo 1, Apéndice B, se presenta el sistema de drenaje existente.

A continuación, se detalla la conducción y recolección de aguas lluvia y aguas servidas:

- a) La conducción de aguas lluvia inicia en la parte trasera de la zona de estudio paralelo a la calle Toledo, donde existen cajas de revisión para la respectiva conducción, en este caso la caja de revisión 1 conduce la primera captación de aguas lluvia, para luego ser conducida a la caja de revisión 2 y 3. En la figura 8 se muestra, la caja de revisión 3 con sus respectivas entradas y salidas de tuberías.

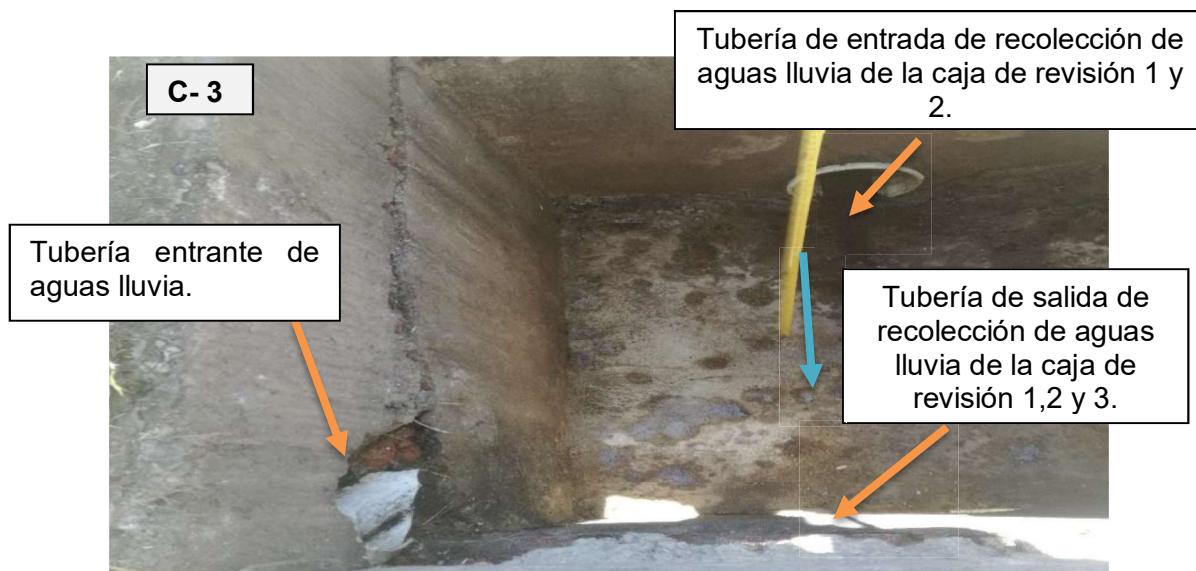


Figura 8 Tuberías de entrada y salida de la caja de revisión 3

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

- b) En la caja de revisión 4, se recolectan las aguas lluvia y aguas servidas provenientes del baño 2, como se puede evidenciar en la figura 9, la caja de revisión 4 con sus respectivas entradas y salidas de tuberías.

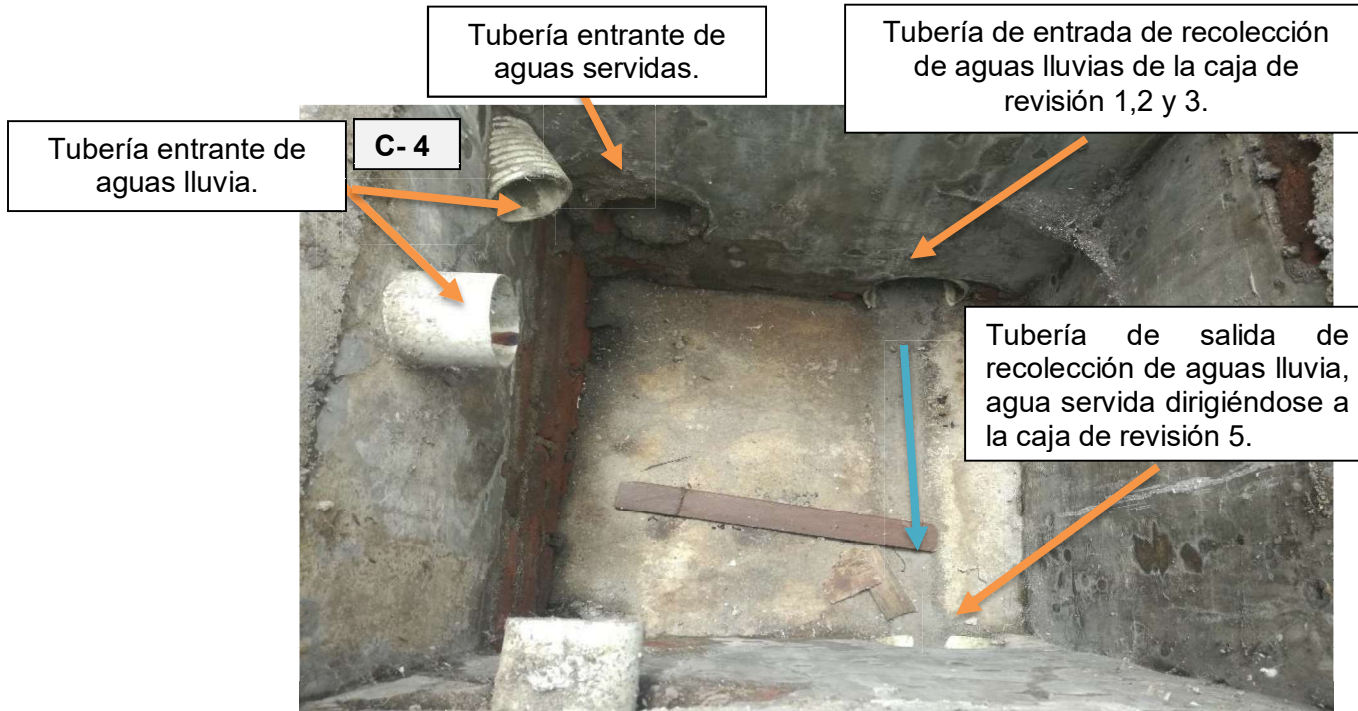


Figura 9 Tuberías de entrada y salida de la caja de revisión 4

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

Como se puede ver en la figura 9, la caja de revisión 4 posee tres entrantes de tubería provenientes de la recolección de aguas lluvia, y una tubería que ingresa de la recolección de aguas servidas proveniente del baño 2.

Cabe mencionar que, se deberá tomar en cuenta únicamente las cajas de revisión que estén conectadas con las tuberías que recolectan aguas lluvia, más no aquellas que reciban de tuberías de descarga de agua servidas proveniente de los baños 2 y 2a.

- c) Seguidamente, en la caja de revisión 5 se combinan el agua pluvial y aguas servidas provenientes de la caja de revisión 4, como se muestra en la figura 10, la caja de revisión 5 con sus respectivas entradas y salidas de tubería.

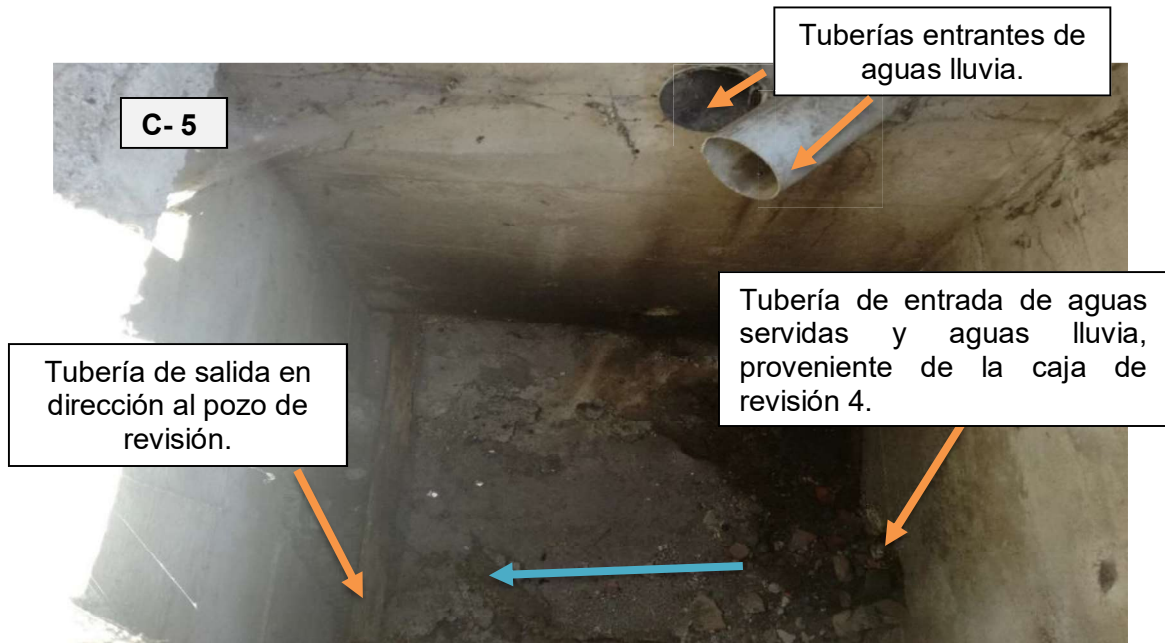


Figura 10 Tuberías de entrada y salida de la caja de revisión 5

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

- d) En la parte delantera frente al bloque administrativo también existen cajas de revisión, en donde la caja de revisión 9 conduce la primera captación de aguas lluvia para luego ser conducida a la caja de revisión 8 y caja de revisión 7 con dirección al pozo de revisión, como se muestra en la figura 11, la caja revisión 7 con sus respectivas entradas y salidas de tuberías.
- e) El agua pluvial y las aguas servidas son direccionados al pozo de revisión donde se combinan el agua pluvial proveniente de las cajas de revisión (7, 8, 9) y las aguas servidas proveniente de los baños 2 y 2a, para luego ser enviado al sistema de alcantarillado público ubicado en la calle Toledo, como se muestra en la figura 12, el pozo de revisión con sus respectivas entradas y salidas de tuberías.
- f) Finalmente, las cajas de revisión 10 y 11 recolectan las aguas lluvia para luego ser conducidas al pozo de revisión, como se muestra en la figura 13, la caja de revisión 10 con sus respectivas entradas y salidas de tuberías.

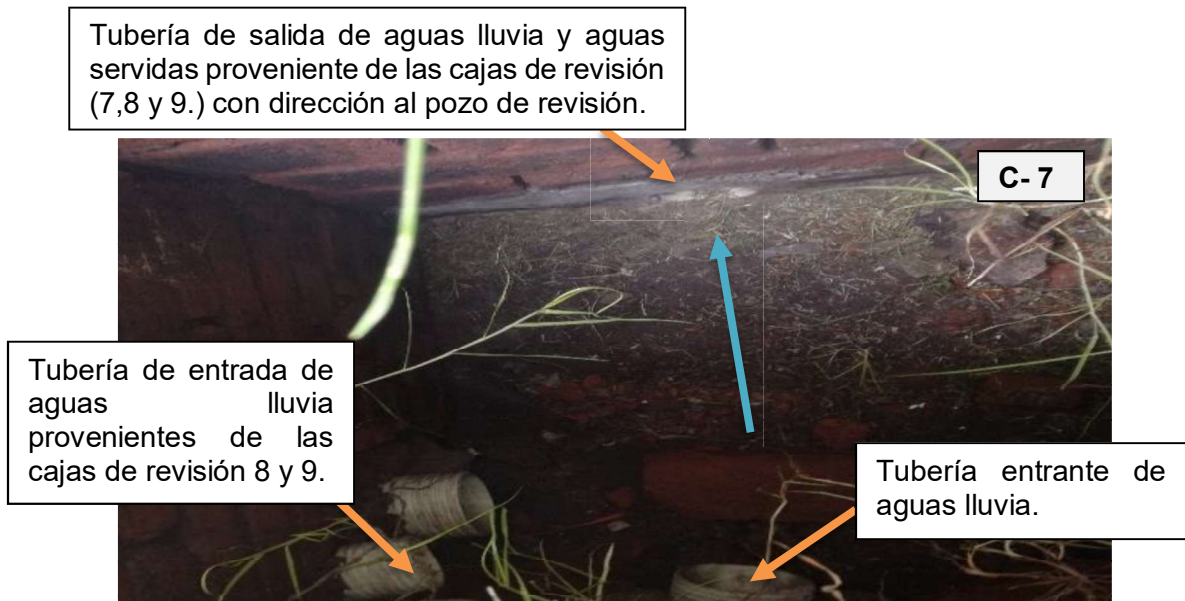


Figura 11 Tuberías de entrada y salida de la caja de revisión 7

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

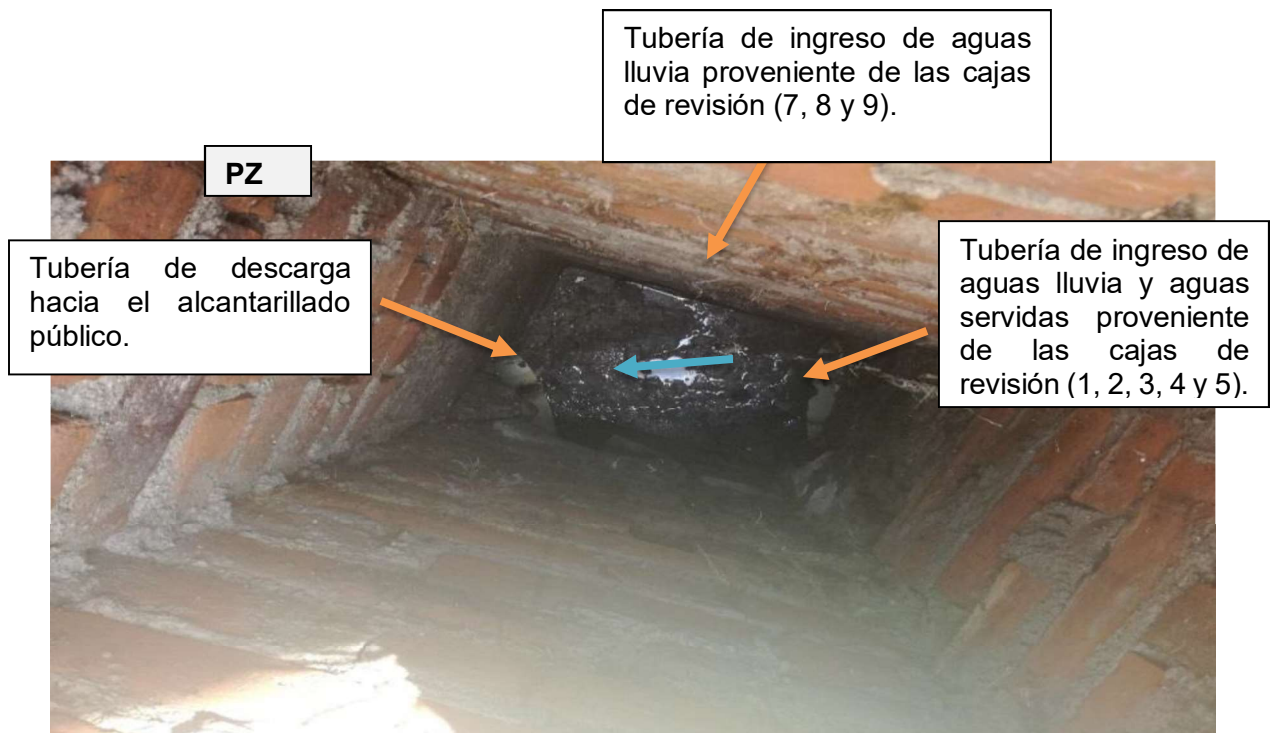


Figura 12 Tuberías de entrada y salida del pozo de revisión

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

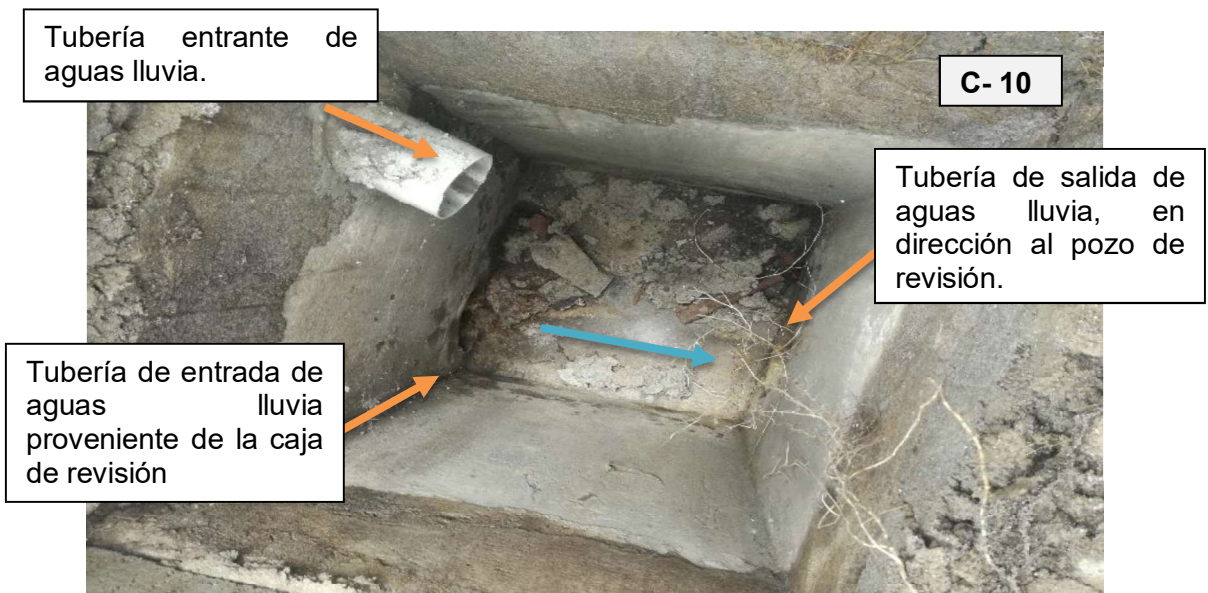


Figura 13 Tuberías de entrada y salida de la caja de revisión 10

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

- g) Las cajas de revisión 10 y 11 se encuentran ubicadas paralelas a la calle Toledo y lateral al estadio EPN, su conducción y recolección se resume de esta forma: en este caso la caja 11 conduce las aguas lluvia hacia la caja 10 para luego ser conducidas al pozo de revisión. En la figura 14 se puede observar entradas y salidas de tuberías de esta caja número 11.



Figura 14 Tuberías de entrada y salida de la caja de revisión 11

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

A fin de obtener más información del sistema de drenaje existente y nuevo se realizó un nuevo catastro, a continuación, se describe el drenaje de estas cajas de revisión.

En la lámina 4 del Anexo 1, Apéndice B, planos del levantamiento topográfico, se podrá observar el sistema de conducción de aguas lluvia.

- a) Las cajas de revisión 16,17 se encuentran ubicada lateral al estadio EPN, mientras la caja 18 se encuentra cerca a las aulas de la facultad de petróleos, su conducción y recolección se resume de esta forma; la caja 18 conduce las aguas lluvia hacia la caja 17 y por ende esta caja conduce el agua pluvial hacia la caja 16. En la figura 15 se puede observar entradas y salidas de tuberías.



Figura 15 Tuberías de entrada y salida de las cajas de revisión 16,17, y 18

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

b) Las cajas de revisión 12,13 y 14 se encuentran ubicadas paralelas a la calle Toledo y lateral al edificio EARME- CEC; su conducción y recolección se resume de esta forma; la caja de revisión 12 conduce el agua pluvial hacia la caja 13 y por ende a la caja 14. En la figura 16 se puede observar entradas y salidas de tuberías de estas cajas.

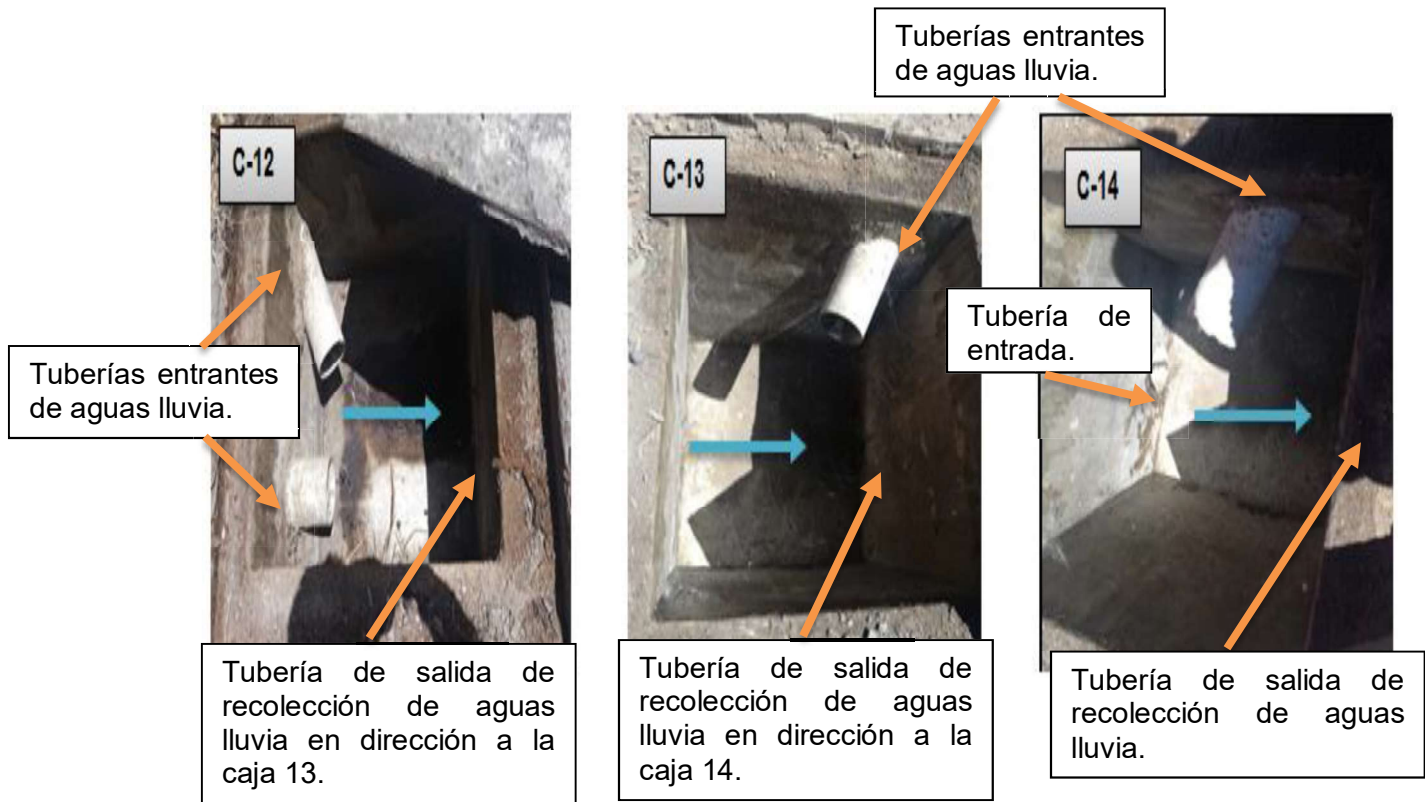


Figura 16 Tuberías de entrada y salida de las cajas de revisión 12,13 y 14

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

2.2. INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

Para la determinación de la información pluviométrica en la zona de estudio es necesario establecer la estación meteorológica adecuada para el análisis.

Existen 2 estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio; las cuales son la estación QUITO INAMHI – IÑAQUITO (M0024) y la estación parque Bicentenario (M0055).

La estación escogida para el presente estudio es la más cercana a la zona 3 – ESFOT, ubicado en el campus José Rubén Orellana de la Escuela Politécnica Nacional. La estación meteorológica seleccionada es” QUITO INAMHI-IÑAQUITO”, que se encuentra a 5.1 Km

de la zona de estudio, a diferencia de la estación “PARQUE BICENTENARIO” que se encuentra ubicado a 9.2 Km.

En la figura 17 se puede apreciar la ubicación de las dos estaciones meteorológicas y el área de estudio de la zona 3, correspondiente a la ESFOT.

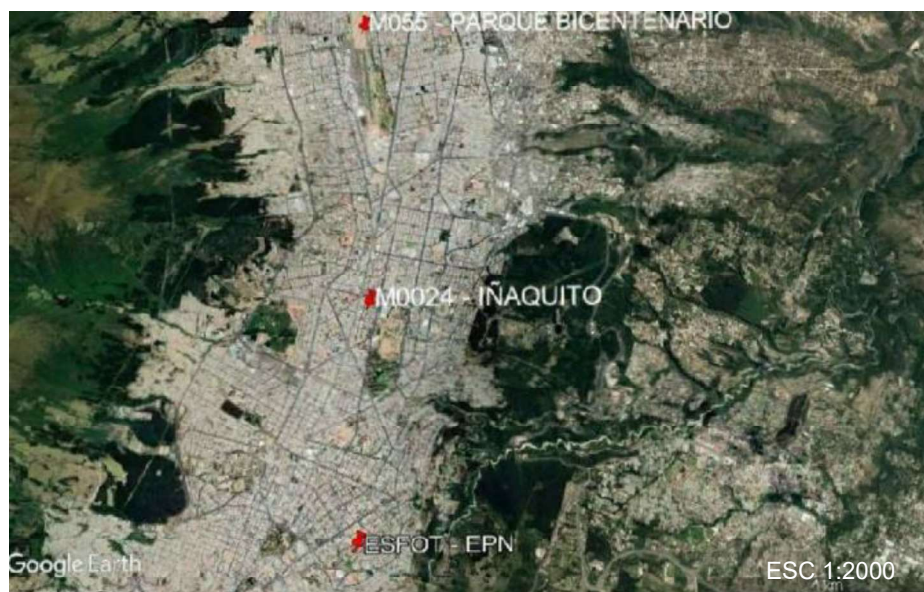


Figura 17 Ubicación de las estaciones meteorológicas y zona de estudio.

Fuente: (Google Earth, 2009)

En la tabla 2 se muestra las coordenadas geográficas de las dos estaciones meteorológicas.

Tabla 2 Coordenadas geográficas de las estaciones meteorológicas

CODIGO	ESTACIÓN	Coordenadas UTM		COTA
		ESTE	NORTE	
M024	QUITO INAMHI-IÑAQUITO	779647	9980274	2789
M055	QUITO PARQUE BICENTENARIO	779273	9984243	2811

Fuente: (Quiroga, 2016)

2.2.1. REGISTROS DE PRECIPITACIÓN ANUAL (INAMHI)

Un aspecto que se debe considerar en la propuesta del sistema de reutilización de aguas lluvia es la influencia directa que tiene la estación Iñaquito, para ello es aconsejable analizar las épocas lluviosas en donde los niveles de precipitación van a ser mayores en comparación con aquellas de las épocas de sequía.

La precipitación de la estación se obtuvo a partir de los datos provistos por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el cual posee datos históricos acerca de la cantidad de milímetros de agua lluvia que se precipitan en una región.

Se recopilaron datos históricos desde el año 1987 hasta el 2017 es decir datos de hace 30 años atrás, los cuales fueron clasificados de forma mensual y anual para luego obtener el promedio requerido. Se consideraron periodos con variaciones estacionales, desde épocas con fuertes precipitaciones hasta aquellas caracterizadas como sequía.

Es importante saber que la precipitación se mide en milímetros de agua, o litros caídos por unidad de superficie (m^2), lo que quiere decir que 1 milímetro de agua lluvia equivale a 1 litro de agua por m^2 (Barranco, 2013).

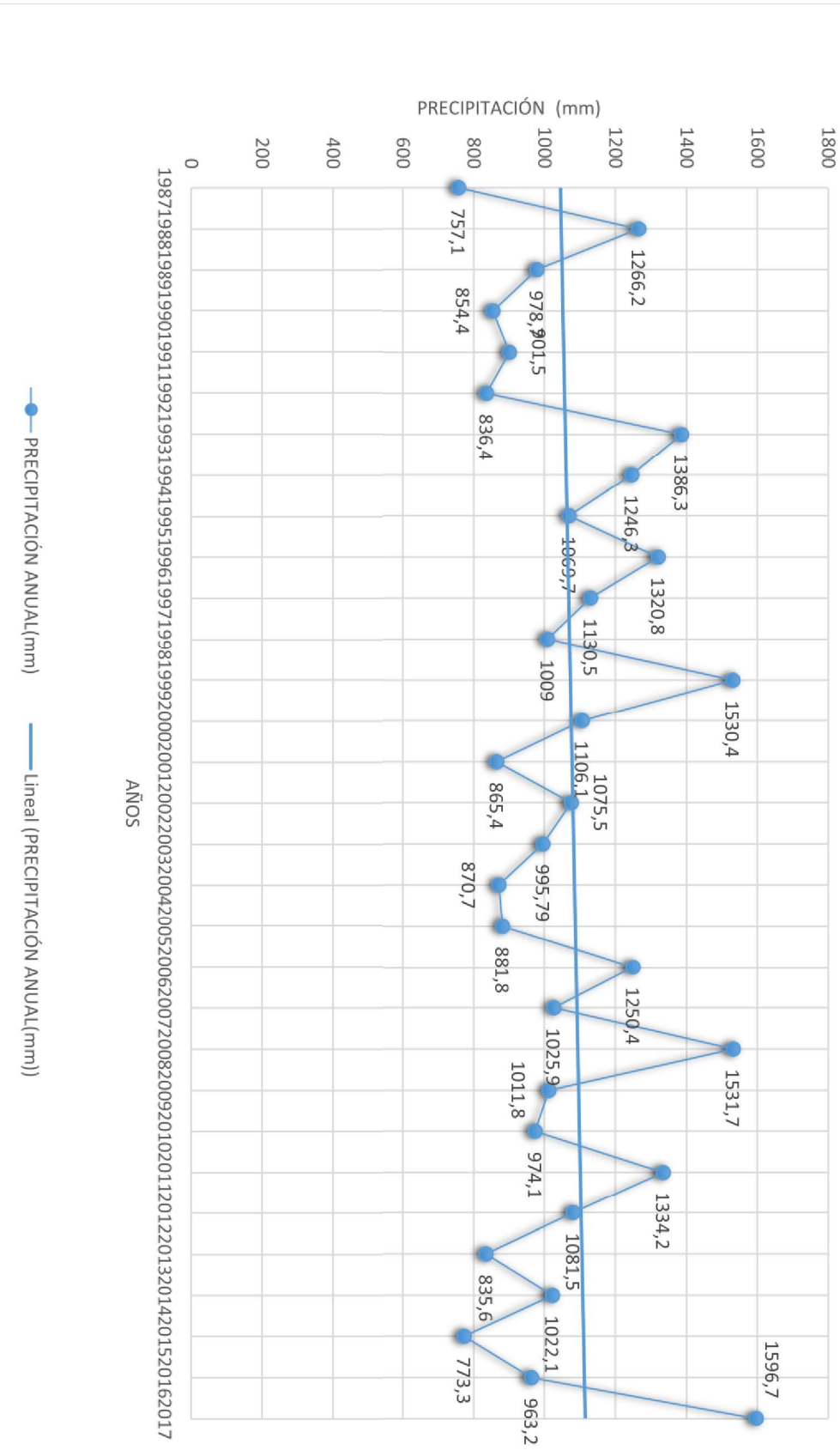
Los datos de registros de la estación “Iñaquito” se presenta a continuación en la tabla 3.

Tabla 3 Registro precipitación anual y mensual, desde el periodo 1987 a 2017 - Estación Iñaquito

PRECIPITACIÓN ANUAL Y MENSUAL PARA 30 AÑOS DE DATOS (mm)														
ESTACIÓN QUITO INAMHI-IÑAQUITO														
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Annual	Unidad
1987	70	53.8	116.2	136.3	129.4	40.2	18.3	10.6	66.1	103.7	8	4.5	757.1	mm
1988	75.1	118	25.2	297.8	114	100.2	44.8	50.4	138.9	109.5	128.8	63.5	1266.2	mm
1989	59.1	113	158.8	120.8	65.4	64.6	20.1	36.7	108.8	191.2	13.9	40.2	978.7	mm
1990	46.6	150.2	79.7	123.3	19.7	21.1	15.4	37.1	27.8	246.8	39.9	46.8	854.4	mm
1991	96.7	48.6	232.9	84	104.9	30	16.1	2.9	69	37.2	134.9	44.3	901.5	mm
1992	51.3	68.7	105	96.1	127.6	14.3	17.9	14.7	109.9	78.3	107.4	45.2	836.4	mm
1993	111.4	219.3	235.2	228.1	94.6	12.7	8.2	3.3	96	72	128.5	177	1386.3	mm
1994	193.4	112.2	244.4	201.1	103.2	0.9	2.9	3.4	27.9	90.2	186.8	79.9	1246.3	mm
1995	14.9	85.2	118.7	158.4	-	97.5	42.5	83.9	5.7	152.7	232.4	77.8	1069.7	mm
1996	146.5	138.3	181.8	199.4	189.4	37.2	29	83.2	84.5	169.4	14.4	47.7	1320.8	mm
1997	140.9	13.2	167.7	83.2	65.9	58.8	0.1	0.1	108.6	152.7	219.2	120.3	1130.7	mm
1998	58.1	86.5	127.5	143.9	193.9	14.5	32.2	18.8	58.8	103.6	138.6	32.6	1009	mm
1999	81.6	237.2	185.3	234.1	70.1	126.6	25.1	24.8	136.3	87.1	101	221.2	1530.4	mm
2000	177.3	165.8	149.5	187.6	123.8	66.4	22.1	9.7	67.3	43.8	16.7	76.1	1106.1	mm
2001	84.1	63.9	186.4	63.1	88.8	8.5	35	0.1	94.6	9.3	113.6	118.1	865.5	mm
2002	36.6	59.1	123.1	256.6	133.1	37.3	8.2	9.8	19.2	144.6	95	152.9	1075.5	mm
2003	25.4	79.1	100.09	244.6	28.7	54.1	15.7	-	67.8	117.7	159.4	103.2	995.79	mm
2004	56	34.4	75.2	156.3	113.8	11	6.7	0.6	97.6	98.8	125.5	94.8	870.7	mm
2005	37.9	150.6	134.3	84.2	37.7	31.8	53.4	26.8	35.6	116	58.4	115.1	881.8	mm
2006	52.3	105.2	202.5	209.5	113.6	50.2	3.1	3.5	35.6	109.5	182.4	183	1250.4	mm
2007	66.2	67.5	177.2	188.1	101	22.2	12.5	33.4	3	160.1	194.7	-	1025.9	mm
2008	156.5	217.9	188.8	203.8	171.3	56.5	12.3	37	58.7	235.3	72.4	121.2	1531.7	mm
2009	165.8	141.5	173.8	161.3	62.7	35	2.6	1	7.4	69.4	71.3	120	1011.8	mm
2010	4.6	46	26.5	220.6	-	34.5	93.6	59.4	87.8	51.8	167.6	181.7	974.1	mm
2011	82.4	182.4	145.8	372.9	55.2	28.5	117.3	48.9	73.3	54.8	65.7	107	1334.2	mm
2012	158.9	125.3	143.8	203.4	40.2	21.4	1.8	2.6	12.5	133.8	177	60.8	1081.5	mm
2013	43	196.4	83.1	111	115.4	0.3	0.1	18.2	31.8	141.7	48	46.6	835.6	mm
2014	138	60.6	213.6	46.2	219.2	10.9	0.1	1.7	85.3	144.6	79.2	22.7	1022.1	mm
2015	63.3	112.8	177.4	102.8	30.8	2.5	46	2.1	6.5	91.5	109.3	28.3	773.3	mm
2016	119.8	18.6	99.5	307.2	70.6	40.3	0.9	16.2	64	95.5	46.8	83.8	963.2	mm
2017	204.9	162.9	294.2	174.1	236.3	88.8	1.1	39.3	16.9	166.4	64.9	146.9	1596.7	mm

Fuente: Anuarios meteorológicos - INAMHI

A continuación, se realizó una gráfica donde se detalla la precipitación anual de la estación Quito Inamhi –Iñaquito, mediante los datos obtenidos en los anuarios históricos



Gráfica 1 Registros de los milímetros acumulados anuales, para el periodo de 1987 a 2017 - Estación Iñaquito

Fuente: Anuarios meteorológicos - INAMHI

Como se puede observar en la gráfica 1 en los años 1987,1992 y 2015 ha existido una variación menor en los milímetros acumulados anuales, esto se podría asumir debido a una presencia de sequía en la zona Iñaquito. Además, se observa en los años 1999 ,2008 y 2017 presentan la mayor cantidad de precipitación llegando a una máxima precipitación de 1596.7 mm durante todo el año 2017.

2.2.2. PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL

Para la determinación de la precipitación promedio mensual, se procedió a tomar los datos históricos de precipitación proporcionado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología –INAMHI para un periodo de 30 años, presentados en la tabla 4.

La guía de diseño para la captación del agua lluvia recomienda aplicar la siguiente fórmula para determinar valores promedios mensuales de precipitación (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2004).

$$P_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}{n}$$

Ecuación 1 Precipitación promedio mensual

Dónde:

P_{pi}: Precipitación promedio mensual del mes de todos los años evaluados [mm]

P_i: Valor de precipitación mensual del mes [mm]

n: Número de años evaluados

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 4 se puede apreciar una cantidad de precipitación mensual mayor en los meses de febrero, marzo, abril, mayo, octubre y noviembre donde se podrá captar mayor volumen de aguas lluvia. Así mismo mediante estos datos de precipitación, se debe plantear la época que sería factible la construcción de la propuesta, verificando los meses de menor presencia de lluvia.

Tabla 4 Registro precipitación mensual, desde el periodo 1987 a 2017 - Estación Iñaquito

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)													
ESTACIÓN QUITO INAMHI - INNAQUITO													
ANO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Unidad
1987	70	53.8	116.2	136.3	129.4	40.2	18.3	10.6	66.1	103.7	8	4.5	mm
1988	75.1	118	25.2	297.8	114	100.2	44.8	50.4	138.9	109.5	128.8	63.5	mm
1989	59.1	113	158.8	120.8	65.4	64.6	20.1	36.7	108.8	191.2	13.9	40.2	mm
1990	46.6	150.2	79.7	123.3	19.7	21.1	15.4	37.1	27.8	246.8	39.9	46.8	mm
1991	96.7	48.6	232.9	84	104.9	30	16.1	2.9	69	37.2	134.9	44.3	mm
1992	51.3	68.7	105	96.1	127.6	14.3	17.9	14.7	109.9	78.3	107.4	45.2	mm
1993	111.4	219.3	235.2	228.1	94.6	12.7	8.2	3.3	96	72	128.5	177	mm
1994	193.4	112.2	244.4	201.1	103.2	0.9	2.9	3.4	27.9	90.2	186.8	79.9	mm
1995	14.9	85.2	118.7	158.4	-	97.5	42.5	83.9	5.7	152.7	232.4	77.8	mm
1996	146.5	138.3	181.8	199.4	189.4	37.2	29	83.2	84.5	169.4	14.4	47.7	mm
1997	140.9	13.2	167.7	83.2	65.9	58.8	0.1	0.1	108.6	152.7	219.2	120.3	mm
1998	58.1	86.5	127.5	143.9	193.9	14.5	32.2	18.8	58.8	103.6	138.6	32.6	mm
1999	81.6	237.2	185.3	234.1	70.1	126.6	25.1	24.8	136.3	87.1	101	221.2	mm
2000	177.3	165.8	149.5	187.6	123.8	66.4	22.1	9.7	67.3	43.8	16.7	76.1	mm
2001	84.1	63.9	186.4	63.1	88.8	8.5	35	0.1	94.6	9.3	113.6	118.1	mm
2002	36.6	59.1	123.1	256.6	133.1	37.3	8.2	9.8	19.2	144.6	95	152.9	mm
2003	25.4	79.1	100.09	244.6	28.7	54.1	15.7	-	67.8	117.7	159.4	103.2	mm
2004	56	34.4	75.2	156.3	113.8	11	6.7	0.6	97.6	98.8	125.5	94.8	mm
2005	37.9	150.6	134.3	84.2	37.7	31.8	53.4	26.8	35.6	116	58.4	115.1	mm
2006	52.3	105.2	202.5	209.5	113.6	50.2	3.1	3.5	35.6	109.5	182.4	183	mm
2007	66.2	67.5	177.2	188.1	101	22.2	12.5	33.4	3	160.1	194.7	-	mm
2008	156.5	217.9	188.8	203.8	171.3	56.5	12.3	37	58.7	235.3	72.4	121.2	mm
2009	165.8	141.5	173.8	161.3	62.7	35	2.6	1	7.4	69.4	71.3	120	mm
2010	4.6	46	26.5	220.6	-	34.5	93.6	59.4	87.8	51.8	167.6	181.7	mm
2011	82.4	182.4	145.8	372.9	55.2	28.5	117.3	48.9	73.3	54.8	65.7	107	mm
2012	158.9	125.3	143.8	203.4	40.2	21.4	1.8	2.6	12.5	133.8	177	60.8	mm
2013	43	196.4	83.1	111	115.4	0.3	0.1	18.2	31.8	141.7	48	46.6	mm
2014	138	60.6	213.6	46.2	219.2	10.9	0.1	1.7	85.3	144.6	79.2	22.7	mm
2015	63.3	112.8	177.4	102.8	30.8	2.5	46	2.1	6.5	91.5	109.3	28.3	mm
2016	119.8	18.6	99.5	307.2	70.6	40.3	0.9	16.2	64	95.5	46.8	83.8	mm
2017	204.9	162.9	294.2	174.1	236.3	88.8	1.1	39.3	16.9	166.4	64.9	146.9	mm
TOTAL	2818.6	3434.2	4673.19	5399.8	3020.3	1218.8	705.1	680.2	1903.2	3579.00	3287.8	2763.2	mm

Fuente: Anuarios meteorológicos - INAMHI

En base a la ecuación 1 y la sumatoria de todos los años para cada mes (desde el año 1987-2017) presentada en la última fila de la tabla 4, se procede a calcular los promedios mensuales de precipitación en la estación Iñaquito.

El cálculo para el mes de enero se mostrará a continuación, sin embargo, para el resto de meses será desarrollada de la misma forma, ver tabla 5.

$$P_{pi}(\text{enero}) = \frac{2818,6}{30} = 94 \text{ mm}$$

Tabla 5 Precipitación promedio mensual

MES	PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (Ppi)	UNIDAD
Enero	94,0	mm
Febrero	114,5	mm
Marzo	155,8	mm
Abril	180,0	mm
Mayo	107,9	mm
Junio	40,6	mm
Julio	23,5	mm
Agosto	23,5	mm
Septiembre	63,4	mm
Octubre	119,3	mm
Noviembre	109,6	mm
Diciembre	95,3	mm

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

2.2.3. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA TOTAL

Es importante mencionar que, para la determinación de la demanda total, se consideró únicamente el caudal requerido para los inodoros de los baños 2 y 2a. La guía de diseño para la captación del agua lluvia recomienda utilizar la siguiente ecuación.

$$D_i = N_u * N_d * D_{ot}$$

Ecuación 2 Demanda total

Donde:

Di: Demanda total mensual [m^3 /mes]

Nu: Número de usuarios diarios [estudiantes]

Nd: Número de días hábiles [días]

Dot: Dotación [litros/estudiante/día]

2.2.3.1. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS QUE SE BENEFICIAN DEL SISTEMA

Para la determinación del número de usuarios que se benefician del sistema se procedió a realizar mediante dos fases; la primera fase se desarrolló a través de una estimación del uso simultáneo de los baños 2 y 2a y la segunda fase se realizó un seguimiento por conteo al número de estudiantes que utilizan los inodoros de la zona.

2.2.3.1.1. ESTIMACIÓN DEL USO SIMULTÁNEO DE LOS BAÑOS 2 y 2a

Dentro de la zona de estudio existen 6 aulas las cuales son (24, 25, 26, 27,28 y laboratorio de electrónica), que son de uso frecuente por los estudiantes de las diferentes carreras de la facultad.

Para la estimación de estudiantes que se encuentran de manera simultánea dentro de la zona de estudio, se consideró el número de aulas, laboratorios, capacidad máxima y el porcentaje de uso en cada aula.

La capacidad máxima se obtuvo mediante el número físico de sillas que se encuentran en cada aula, mientras que el porcentaje se obtuvo respecto a los ocupantes registrados durante el estudio.

A continuación, en la tabla 6 se presenta una estimación del número de estudiantes que ocupan las aulas ubicadas cercanas a los baños 2 y 2a.

Tabla 6 Estimación simultánea de estudiantes

N° AULA	CAPACIDAD [P/AULA]	USO CAPACIDAD AULAS [%]	TOTAL ESTUDIANTES
Lab. Electrónica	20	80	16
Aula 24	40	89	36
Aula 25	40	89	36
Aula 26	40	89	36
Aula 27	40	89	36
Aula 28	40	89	36
TOTAL	220	88	196

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

Cabe mencionar que el número de sillas ha sido establecido por la institución, por lo tanto, se sustenta que el número de sillas no varía con el pasar del tiempo, de manera que el número de estudiantes aproximados es de 196 que utilizan los baños de la zona de estudio.

El baño 2 se encuentra ubicado al lado del laboratorio de electrónica, y el baño 2a se encuentra ubicado junto al aula 28. A continuación en la figura 18 y 19 se muestra la identificación y ubicación de los baños 2 y 2a.

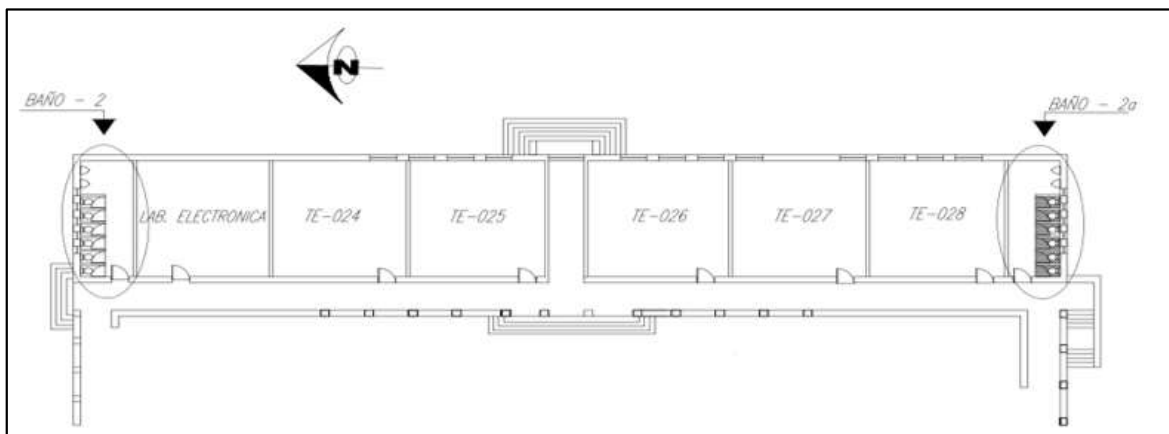


Figura 18 Ubicación baños 2 y 2a

Fuente: Martínez, Paucar (2018).



Figura 19 Identificación de los baños 2 y 2a

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

De esta manera se realizó una distribución tentativa de las aulas que están cercanas a los baños 2 y 2a que se muestra en la tabla 7.

Tabla 7 Distribución de aulas cercanas a los baños 2 y 2a

BAÑOS ZONA DE ESTUDIO	N° AULA	CAPACIDAD [Número de estudiantes]	USO CAPACIDAD aulas [%]	TOTAL ESTUDIANTES
BAÑO 2	Lab. Electrónica	20	80	16
	Aula 24	40	89	36
	Aula 25	40	89	36
	SUBTOTAL	100	86	88
BAÑO 2a	Aula 26	40	89	36
	Aula 27	40	89	36
	Aula 28	40	89	36
	SUBTOTAL	120	87	108
TOTAL				196

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

Mediante esta tabla se puede observar que para el baño 2, los potenciales usuarios corresponderían a un subtotal de 88 estudiantes y para el baño 2a un subtotal de 108 estudiantes, así se obtuvo un valor simultáneo de 196 estudiantes.

2.2.3.1.2. ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE UTILIZAN LOS INODOROS DE LOS BAÑOS 2 Y 2a

Para determinar el número de estudiantes que utilizan los inodoros de los baños 2 y 2a de la zona de estudio, se dispuso realizar un seguimiento por conteo del número de estudiantes que utilizan estos inodoros.

Esta fase se ejecutó de la siguiente manera:

- a) El seguimiento de estudiantes comenzó el día lunes 15 de octubre y terminó el día 19 de octubre del presente año, donde se contabilizó el número de estudiantes que hacen uso de los inodoros, distinguiéndose que en el baño 2a el uso es exclusivo para hombres y para mujeres, mientras que en el baño 2 el uso de inodoros es tanto para hombres y mujeres.
- b) Se tomaron en cuenta los días laborales es decir de lunes a viernes, en este caso se dividieron en matutino y vespertino.
- c) El horario matutino se tomó desde las 06h45 am hasta las 12h45 pm, mientras que el vespertino fue desde las 12h45 pm hasta 19h45 pm, en ambos casos, se consideraron intervalos de dos horas por cambio de horario de clase de la ESFOT-EPN, es decir se consideraron siete turnos.

A continuación, en la tabla 8 se resume el número de estudiantes que han utilizado los inodoros de los baños 2 y 2a. Estos valores corresponden a observaciones en sitio, durante todo el día que los baños permanecían abiertos.

Tabla 8 Estimación del número estudiantes que utilizan los baños 2 y 2a

NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE UTILIZAN LOS INODOROS DE LOS BAÑOS 2 y 2a				
		BAÑO 2a		BAÑO 2
		Hombre	Mujer	Mixto
Muestra 1	6:45-08:45	0	4	3
	08:45-10:45	0	9	6
	10:45-12:45	2	7	6
	12:45-13:45	2	8	4
	13:45-15:45	1	9	6

Continúa tabla 8.

	15:45-17:45	1	8	7
	17:45-19:45	0	7	5
	<i>Subtotal</i>	6	52	34
	Total	58		37
Muestra 2	6:45-08:45	0	3	4
	08:45-10:45	2	7	4
	10:45-12:45	2	6	5
	12:45-13:45	1	7	5
	13:45-15:45	0	9	7
	15:45-17:45	1	8	4
	17:45-19:45	0	6	3
	<i>Subtotal</i>	6	46	29
	Total	52		32
Muestra 3	6:45-08:45	0	4	4
	08:45-10:45	1	5	3
	10:45-12:45	2	6	4
	12:45-13:45	0	10	7
	13:45-15:45	1	9	6
	15:45-17:45	1	8	4
	17:45-19:45	0	7	5
	<i>Subtotal</i>	5	49	33
	Total	54		33
Muestra 4	6:45-08:45	0	3	3
	08:45-10:45	0	8	5
	10:45-12:45	2	8	6
	12:45-13:45	2	6	5
	13:45-15:45	1	7	5
	15:45-17:45	1	9	8
	17:45-19:45	0	7	6
	<i>Subtotal</i>	6	48	38
	Total	54		38
Muestra 5	6:45-08:45	0	5	3
	08:45-10:45	1	7	6
	10:45-12:45	1	8	5
	12:45-13:45	2	7	6
	13:45-15:45	0	7	6
	15:45-17:45	1	8	4
	17:45-19:45	0	5	5
	<i>Subtotal</i>	5	47	35
	Total	52		35

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

Una vez determinado el número de estudiantes que hacen uso de los inodoros de los baños 2 y 2a, se procedió a realizar un cálculo matemático para determinar valores promedios (Webster, 2001).

Donde se utilizó la siguiente fórmula:

$$u = \frac{x_1+x_2+x_3+\dots+x_N}{N} = \frac{\sum X}{N}$$

Ecuación 3 Valor promedio del número de estudiantes que utilizan los inodoros

Donde:

u: Valor promedio

$\sum x$: sumatoria de los datos

$X_1+ X_2+ X_3+\dots X_N$: Observaciones individuales

N: tamaño de la muestra

Remplazando la ecuación 3 se tiene un valor promedio del número de estudiantes que han utilizado los inodoros del baño 2.

$$\mu_2 = \frac{(37+ 32 + 33+ 38+35) \text{ estudiantes}}{5}$$

$$\mu = 35 \text{ estudiantes}$$

Mientras, para los inodoros del baño 2a que han sido utilizados por los estudiantes se obtiene un valor promedio:

$$\mu_{2a} = \frac{(58 + 52 + 54 +54 +52) \text{ estudiantes}}{5}$$

$$\mu = 54 \text{ estudiantes}$$

Mediante los cálculos realizados se obtuvo un promedio de 35 estudiantes que utilizan los inodoros del baño 2 y un promedio de 54 estudiantes en el baño 2a, obteniendo un valor promedio de 89 estudiantes que utilizaron los inodoros.

Así considerando el criterio conservador se seleccionó el valor más crítico de las dos fases analizadas. Un valor aproximado de 89 estudiantes beneficiados, que se podrá observar en la tabla 9.

Tabla 9 Estudiantes beneficiados

ESTIMACIÓN DE ESTUDIANTES ZONA DE ESTUDIO	ESTUDIANTES QUE UTILIZARON LOS INODOROS	% (USO ÚNICO DE INODOROS)	ESTUDIANTES BENEFICIADOS
196	89	45	89

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

2.2.3.2. DOTACIÓN DE AGUA PARA USOS ESPECÍFICOS

La dotación de agua potable requerida para diferentes espacios y usos se obtuvo mediante la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC -11, en donde se detalla las dotaciones para edificaciones de uso específico que se puede observar en la siguiente tabla 10.

Tabla 10 Dotaciones para edificaciones de uso específico

TIPO DE EDIFICACIÓN	UNIDAD	DOTACIÓN
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y Restaurantes	L/m ² área útil /día	40 a 60
Camales y planta de Faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60

Fuente: (Norma Hidrosanitaria NHE Agua, 2011).

Para el caso de estudio la dotación asignada para las edificaciones educativas como la universidad, le corresponde un valor de dotación de 40 L/estudiante/día.

Una vez identificados el número de usuarios beneficiados, días hábiles en el mes y la dotación respectiva; se procedió al cálculo de la demanda de agua requerida mensualmente y diariamente del baño 2. De la misma manera será para el baño 2a.

$$Di = Nu * Nd * Dot = 35 \frac{est}{mes} * 23 \frac{días}{est * día} * \frac{40 \text{ l}}{1000 \text{ l}} * \frac{1m^3}{1000 \text{ l}} = 32.2 \text{ m}^3/\text{mes}$$

Tabla 11 Demanda del baño 2

DEMANDA BAÑOS 2					
Mes	Nº U [Número de usuarios diarios]	Nd [Número de días hábiles]	Dotación [lt/estudiante/día]	Di (Demanda total mensual) [m ³ /mes]	Di (Demanda total diario) [m ³ /día]
ENERO	35	23	40	32.2	1.40
FEBRERO	20	20	40	16.0	0.80
MARZO	35	23	40	32.2	1.40
ABRIL	35	22	40	30.8	1.40
MAYO	35	23	40	32.2	1.40
JUNIO	35	23	40	32.2	1.40
JULIO	35	23	40	32.2	1.40
AGOSTO	20	23	40	18.4	0.80
SEPTIEMBRE	35	22	40	30.8	1.40
OCTUBRE	35	23	40	32.2	1.40
NOVIEMBRE	35	22	40	30.8	1.40
DICIEMBRE	35	23	40	32.2	1.40

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

Tabla 12 Demanda del baño 2a

DEMANDA BAÑOS 2a					
Mes	Nº U [Número de usuarios diarios]	Nd [Número de días hábiles]	Dotación [lt/estudiante/día]	Di (Demanda total mensual) [m ³ /mes]	Di (Demanda total diario) [m ³ /día]
ENERO	54	23	40	49.7	2.16
FEBRERO	20	20	40	16.0	0.8
MARZO	54	23	40	49.7	2.16
ABRIL	54	22	40	47.5	2.16
MAYO	54	23	40	49.7	2.16
JUNIO	54	23	40	49.7	2.16
JULIO	54	23	40	49.7	2.16
AGOSTO	20	23	40	18.4	0.8
SEPTIEMBRE	54	22	40	47.5	2.16
OCTUBRE	54	23	40	49.7	2.16
NOVIEMBRE	54	22	40	47.5	2.16
DICIEMBRE	54	23	40	49.7	2.16

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

Cabe destacar en las tablas 11 y 12 se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Para Nd (número de días hábiles), no se consideró sábados y domingos.
- Para Nu (número de usuarios diarios), se asumió un valor menor de estudiantes en los meses de febrero y septiembre debido a que son periodos de vacaciones y matrículas.

Mediante los valores obtenidos de cálculos de la demanda de los baños 2 y 2a, se puede evidenciar que la demanda mayor para el baño 2 es 1.40 m³/día y para el baño 2a es 2.16 m³/día, obteniendo así una demanda menor 0.8 m³/día en cada uno de los baños.

A continuación, se realizó el cálculo de la demanda total de los baños 2 y 2a respectivamente, mediante la ecuación 2.

$$Di = Nu * Nd * Dot = 89 \frac{est}{mes} * 23 \frac{días}{mes} * \frac{40 \cancel{lt}}{est * día} * \frac{1m^3}{1000 \cancel{lt}} = 81.9 m^3/mes$$

Tabla 13 Demanda total

DEMANDA BAÑOS 2 y 2a					
Mes	Nº U [Número de usuarios diarios]	Nd [Número de días hábiles]	Dotación [lt/estudiante/día]	Di (Demanda total mensual) [m ³ /mes]	Di (Demanda total diario) [m ³ /día]
ENERO	89	23	40	81.9	3.56
FEBRERO	40	20	40	32.0	1.6
MARZO	89	23	40	81.9	3.56
ABRIL	89	22	40	78.3	3.56
MAYO	89	23	40	81.9	3.56
JUNIO	89	23	40	81.9	3.56
JULIO	89	23	40	81.9	3.56
AGOSTO	40	23	40	36.8	1.6
SEPTIEMBRE	89	22	40	78.3	3.56
OCTUBRE	89	23	40	81.9	3.56
NOVIEMBRE	89	22	40	78.3	3.56
DICIEMBRE	89	23	40	81.9	3.56

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

Mediante los valores obtenidos en esta tabla se puede apreciar que existe mayor demanda de agua en los meses enero, marzo, abril, mayo, junio, julio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre con una demanda de 3.56 m³/día. De la misma manera se obtuvo una menor demanda en los meses de febrero y agosto con una demanda de 1.6 m³/día debido a que son periodos de vacaciones y matrículas.

2.3. DETERMINACIÓN DE CAUDALES

La información obtenida de la precipitación promedio mensual permitió calcular el volumen disponible de aguas lluvia, la cual es la cantidad de aguas lluvia que podría ser captada por mes en la zona de estudio correspondiente a la ESFOT.

2.3.1. VOLUMEN DISPONIBLE DE AGUAS LLUVIA

Para la determinación del volumen disponible se debe tener en cuenta: la precipitación promedio mensual, el material del techo y el coeficiente de escorrentía. Según la guía de diseño para la captación de agua lluvia recomienda utilizar la siguiente ecuación.

$$A_i = P_{pi} * C_e * A_c$$

Ecuación 4 Volumen disponible de aguas lluvia

Donde:

A_i : Volumen disponible de aguas lluvia captado en el mes [m^3]

P_{pi} : precipitación promedio mensual [mm]

C_e : coeficiente de escorrentía [adimensional]

A_c : área de captación [m^2]

2.3.1.1. DETERMINACIÓN COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El tipo de material del área de captación de la zona de estudio es “teja de barro”, denominado comúnmente teja de arcilla, que de acuerdo a la guía de diseño para la captación de agua lluvia tiene un coeficiente de escorrentía (C_e) de 0.8 – 0.9, en este caso se tomó el valor de 0.9 para el desarrollo de cálculos respectivos.

A continuación, en la tabla 14 se presenta los tipos de materiales del área de captación de acuerdo a la Guía de diseño para captación de agua lluvia (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2004).

Tabla 14 Coeficiente de escorrentía según tipo de material del área de captación

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (Ce)	
Calamina metálica	0.9
Teja de arcilla	0.8 – 0.9
Madera	0.8 – 0.9
Paja	0.6 – 0.7

Fuente: (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2004)

2.3.1.2. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE CAPTACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO – ESFOT

Para determinar el área de captación de la zona estudio se determinó mediante los planos obtenidos en el departamento de planificación de la EPN.

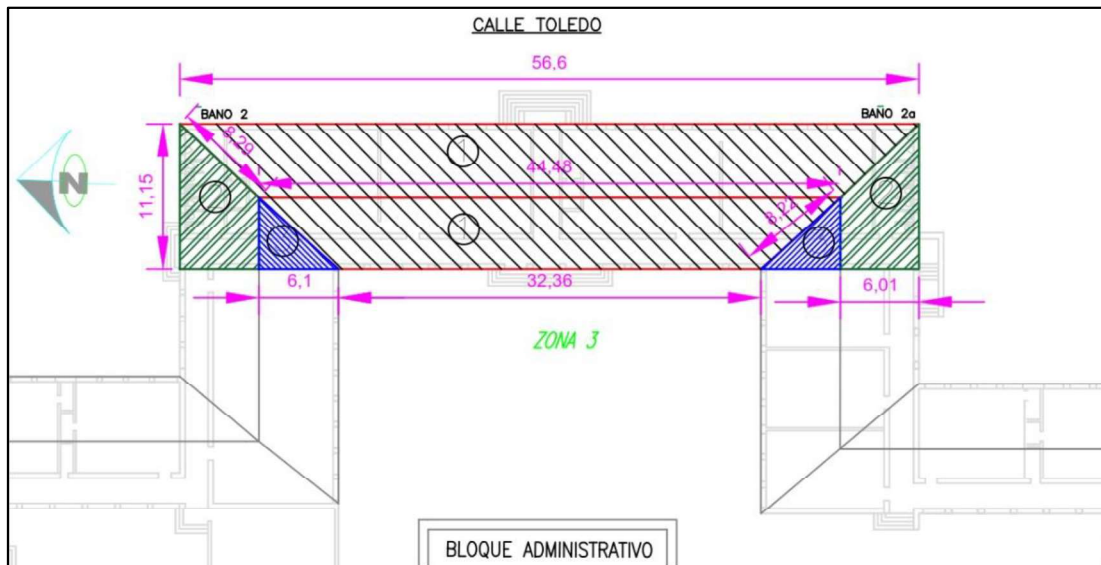


Figura 20 Dimensiones del área de estudio

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

En la figura 20 se identifica el área de drenaje de la zona de estudio, 631.13 m² de superficie, sin embargo al realizar el catastro respectivo, se evidenció que el área que se encuentra frente al bloque administrativo y el área que se encuentra paralelo a la calle Toledo no es factible utilizar, ya que actualmente el agua pluvial es captada y drenada a

cajas de revisión donde se combinan las aguas lluvia y aguas servidas, sin embargo un área de 67.47 m² si será aprovechable, ya que el agua pluvial es drenada directamente a las cajas de revisión 1, 2 y 3, y son las únicas que recolectan las aguas lluvia.

En la lámina 3 del Anexo 1, Apéndice B, planos del levantamiento topográfico, se podrá observar el sistema de drenaje existente.

Las dimensiones del área del tejado efectiva se presentan en la figura 21 donde se identificaron el área de un triángulo rectángulo de 20.03 m² y el área de un trapecio de 50.31 m² por lo tanto en el área efectiva es de 67.47 m².

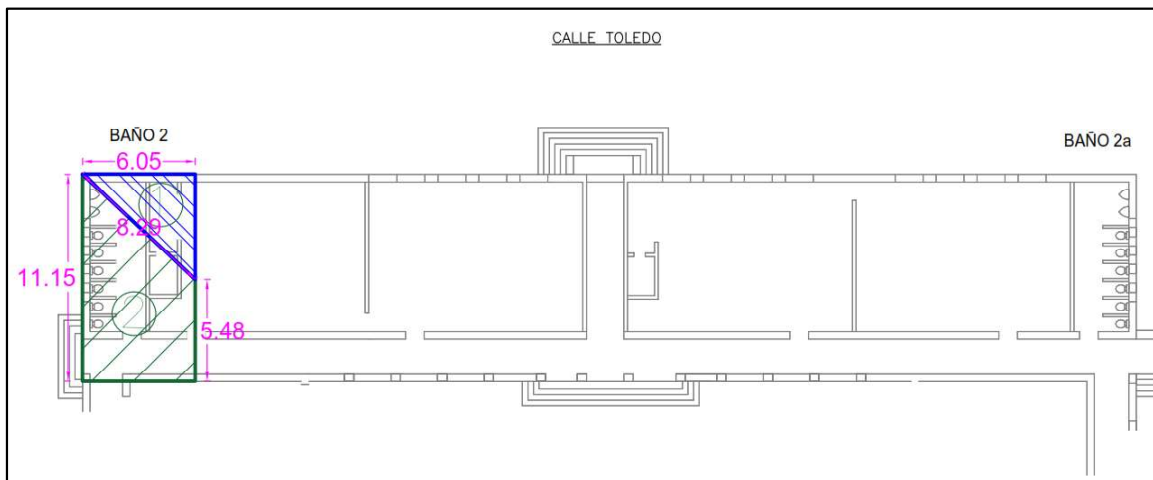


Figura 21 Dimensiones del área efectiva

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

Una vez obtenida el área de captación efectiva; se procedió a calcular el volumen de agua lluvias en la zona de estudio.

Se utilizó para el cálculo la ecuación 4, como ejemplo se tomó para el mes de enero y de igual manera se realizará para el resto de los meses.

$$A_i = P_{pi} * C_e * A_c = 94 \text{ m/m} * 0.9 * 67.47 \text{ m}^2 * \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ m/m}} = 5.71 \text{ m}^3$$

En la tabla 15 se podrá observar el volumen disponible de aguas lluvia de todos los meses.

Tabla 15 Volumen disponible de aguas lluvia

VOLUMEN DISPONIBLE DE AGUAS LLUVIA				
Mes	Precipitación Promedio Mensual [mm]	Coefficiente de escorrentía [Teja de Arcilla]	Área de Captación [m²]	Volumen Disponible [m³]
ENERO	94.0	0.9	67.47	5.71
FEBRERO	114.5	0.9	67.47	6.95
MARZO	155.8	0.9	67.47	9.46
ABRIL	180	0.9	67.47	10.93
MAYO	107.9	0.9	67.47	6.55
JUNIO	40.6	0.9	67.47	2.47
JULIO	23.5	0.9	67.47	1.43
AGOSTO	23.5	0.9	67.47	1.43
SEPTIEMBRE	63.4	0.9	67.47	3.85
OCTUBRE	119.3	0.9	67.47	7.24
NOVIEMBRE	109.6	0.9	67.47	6.66
DICIEMBRE	95.3	0.9	67.47	5.79

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

Mediante el desarrollo de los cálculos se obtuvo un volumen disponible mayor de 10.93 m³, correspondiente al mes de abril y un volumen disponible menor de 1,43 m³ que pertenece al mes de julio y agosto.

En la tabla 16, se puede visualizar que el volumen disponible de aguas lluvia para abastecer los baños 2 y 2a no cubre con la demanda ya que el área de captación efectiva es menor a la requerida. Por lo tanto, se consideraron nuevas áreas de captación cercanas al lugar, en cuyas cajas de recolección no existe una combinación de aguas lluvia y aguas servidas.

Tabla 16 Demanda vs. Volumen disponible de aguas lluvia

DEMANDA VS VOLUMEN DISPONIBLE DE AGUAS LLUVIA			
Mes	Demanda de agua para baños 2 y 2a (m³/mes)	Volumen disponible de aguas lluvia (m³)	Diferencia
Enero	81.9	5.71	-76.2
Febrero	32.0	6.95	-25.0
Marzo	81.9	9.46	-72.4
Abril	78.3	10.93	-67.4
Mayo	81.9	6.55	-75.3
Junio	81.9	2.47	-79.4
Julio	81.9	1.43	-80.5
Agosto	36.8	1.43	-35.4
Septiembre	78.3	3.85	-74.5
Octubre	81.9	7.24	-74.6
Noviembre	78.3	6.66	-71.7
Diciembre	81.9	5.79	-76.1

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

2.3.1.2.1. INCREMENTO DEL ÁREA DE APORTACIÓN

El incremento de aportación se desarrolló, debido a que el volumen disponible de aguas lluvia calculada no fue suficiente para cubrir la demanda; de modo que el área de la zona de estudio no fue idónea para cubrir este volumen, por lo cual fue necesario ampliar el catastro.

Con la información del nuevo catastro obtenido en las fichas técnicas, se optó por alcanzar un área de captación que cubra la demanda, teniendo en cuenta que las nuevas áreas de aportación estén debidamente conectadas a las bajantes de aguas lluvia con las cajas de revisión y que no exista combinación con las aguas servidas en dichas cajas.

En la figura 22 se presenta el área total de aportación que incluye el área efectiva y el incremento de área aportante.

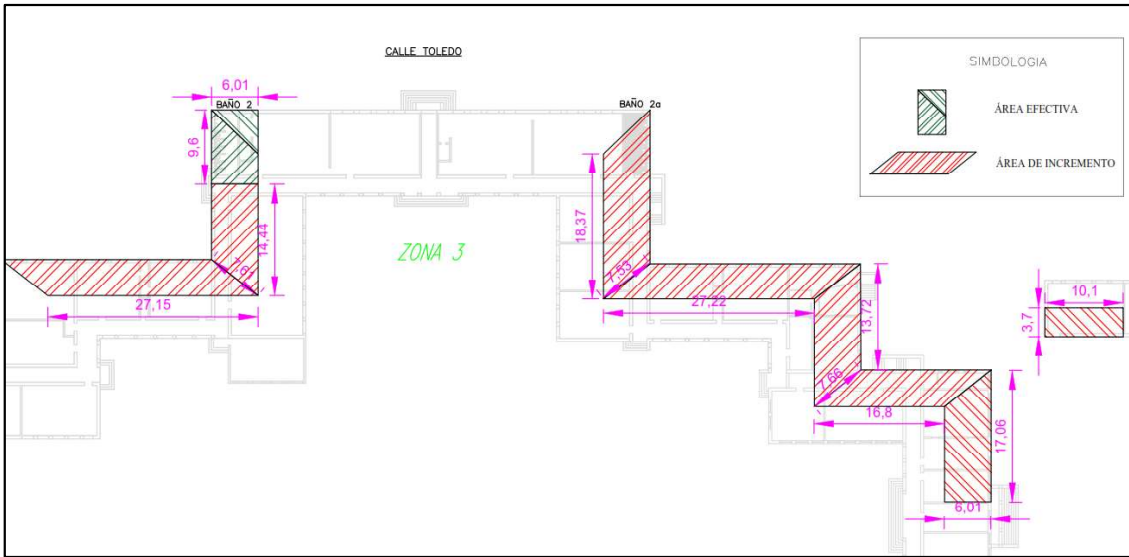


Figura 22 Área efectiva – área de incremento

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

En esta figura se puede observar el área efectiva de 67.47 m^2 , y el área de incremento de 717.75 m^2 , adicionado del área efectiva más el área de incremento se obtuvo un área total de 785.22 m^2 .

2.3.1.3. VOLUMEN DISPONIBLE TOTAL

Por consiguiente, para determinar el volumen disponible total se procedió a calcular de manera idéntica basándose en la ecuación 4; empleando el área total de 785.22 m^2 .

$$A_i = P_{pi} * C_e * A_c = 94 \text{ mm} * 0.9 * 785.22 \text{ m}^2 * \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} = 66.4 \text{ m}^3$$

A continuación, en la tabla 17 se presenta el volumen de aguas lluvia disponible, para cada mes del año.

Tabla 17 Volumen disponible total

VOLUMEN DISPONIBLE TOTAL DE AGUAS LLUVIA				
Mes	Precipitación Promedio Mensual [mm]	Coefficiente de escorrentia [Teja de Arcilla]	Área de Captación [m²]	Volumen Disponible [m³]
ENERO	94.0	0.9	785.22	66.4
FEBRERO	114.5	0.9	785.22	80.9
MARZO	155.8	0.9	785.22	110.1
ABRIL	180	0.9	785.22	127.2
MAYO	107.9	0.9	785.22	76.3
JUNIO	40.6	0.9	785.22	28.7
JULIO	23.5	0.9	785.22	16.6
AGOSTO	23.5	0.9	785.22	16.6
SEPTIEMBRE	63.4	0.9	785.22	44.8
OCTUBRE	119.3	0.9	785.22	84.3
NOVIEMBRE	109.6	0.9	785.22	77.5
DICIEMBRE	95.3	0.9	785.22	67.3

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

Por medio de los cálculos realizados se obtuvo que el mayor volumen corresponde al mes de abril y es de 127.2 m³, mientras que el volumen mínimo es de 16.6 m³ correspondiente a los meses de julio y agosto.

En la tabla 18, se muestra la demanda total de agua para los baños vs el volumen total de aguas lluvia disponible y el déficit que existiría en algunos meses del año, esto permite determinar si el volumen disponible cubre con la demanda de los baños 2 y 2a.

Tabla 18 Demanda vs volumen disponible total

DEMANDA TOTAL VS VOLUMEN DISPONIBLE TOTAL			
Mes	Demanda [m³/mes]	Volumen disponible [m³]	Diferencia
Enero	81.9	66.40	-15.48
Febrero	32.0	80.92	48.92
Marzo	81.9	110.10	28.22
Abril	78.3	127.21	48.89
Mayo	81.9	76.25	-5.63
Junio	81.9	28.69	-53.19
Julio	81.9	16.61	-65.27
Agosto	36.8	16.61	-20.19
Septiembre	78.3	44.80	-33.52
Octubre	81.9	84.31	2.43
Noviembre	78.3	77.45	-0.87
Diciembre	81.9	67.35	-14.53

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

Se puede visualizar en esta tabla que el volumen disponible de aguas lluvia es suficiente durante los meses de febrero, marzo, abril y octubre, el déficit que se presenta en el resto de meses se deberá cubrir con el consumo de agua potable.

2.3.2. CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño se refiere al caudal con el que van a estar diseñadas las conducciones, que van a conducir el agua hasta las conexiones de las instalaciones sanitarias, de esta manera se ha seleccionado el método de los pesos en base a las recomendaciones que es el de mayor utilización en instalaciones sanitarias.

2.3.2.1. ESTIMACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO EN FUNCIÓN DE LOS PESOS

Para determinar el caudal de diseño se utilizará el método de los pesos, considerando de esta manera el uso de caudales instantáneos de cada artefacto sanitario o de los pesos, recomienda utilizar la siguiente tabla.

Tabla 19 Caudales instantáneos de cada artefacto sanitario o de los pesos

ARTEFACTO	CAUDAL INSTANTÁNEO L/s	PESOS
Inodoro de tanque	0,15	0,30
Inodoro de fluxómetro	1,90	40,00
Tina de baño	0,30	1,00
Bebedero	0,05	0,10
Bidet	0,10	0,10
Ducha	0,20	0,50
Urinario de descarga continua por metro	0,075	0,20
Lavadero de cocina con Triturador	0,30	1,00
Urinario de descarga continua	0,15	0,30
Fregaderos de cocina	0,25	0,70
Tanque de lavar	0,30	1,00
Lavamanos	0,20	0,50

Fuente: (Ruiz, 2006)

Para el cálculo del caudal de diseño, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = C * P^{0.5}$$

Ecuación 5 Caudal de diseño

Donde:

Q = caudal requerido en [L/s].

C = coeficiente de descarga [0,30].

P = sumatoria de los pesos de todos los artefactos de uso simultáneo

A continuación, se detallan en la tabla 20 y 21 el número de piezas hidrosanitarias (artefactos) de los baños 2 y 2a como son (inodoros y urinarios), clasificando como baño de hombres y de mujeres, el cual se determinó mediante una inspección en el lugar de estudio.

Tabla 20 Número de piezas hidrosanitarias baño 2

PIEZAS SANITARIAS	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Inodoros de tanque	1	1	2 unidades
Urinarios	2	0	2 unidades

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

Tabla 21 Número de piezas hidrosanitarias baño 2a

PIEZAS SANITARIAS	HOMBRE	MUJER	TOTAL
Inodoros de fluxómetro	2	4	6 unidades
Urinarios	2	0	2 unidades

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

En la tabla 22, se resume el total de inodoros y urinarios que existen actualmente en los baños 2 y 2a.

Tabla 22 Número total de piezas hidrosanitarias (baños 2 y 2a)

PIEZAS SANITARIAS	BAÑOS 2	BAÑOS 2a	TOTAL
Inodoros de tanque	2	0	2 unidades
Inodoros de fluxómetro	0	6	6 unidades
Urinaris	2	2	4 unidades

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

En base en la ecuación 5 se procedió a calcular el caudal requerido, determinando la cantidad total de 8 inodoros en los baños 2 y 2a de la zona de estudio, mismo que están incluidos en inodoros de tanque e inodoros de fluxómetro, el caudal requerido de estos artefactos se muestra en la tabla 23.

Tabla 23 Caudal requerido en función de los pesos

CAUDAL REQUERIDO EN FUNCIÓN DE LOS PESOS					
(BAÑO 2)					
ARTEFACTO	NÚMERO	CAUDAL INSTANTÁNEO L/s	CAUDAL INSTANTÁNEO TOTAL L/s	PESO (P)	PESO TOTAL (P)
Inodoro de tanque	2	0,15	0,30	0,30	0,60
SUBTOTAL					0,60
(BAÑO 2a)					
Inodoro de fluxómetro	6	1,90	11,4	40,00	240,00
SUBTOTAL					240,00
TOTAL					240,60

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

En base a la ecuación 5 se desarrolla el cálculo del caudal requerido en función de los pesos para los baños 2 y 2a.

Caudal de Diseño baño 2

$$Q = 0.30 * 0.60^{0.5}$$

$$= 0.232 \text{ L/s}$$

Caudal de Diseño baño 2a

$$Q = 0.30 * 240^{0.5}$$
$$= 4.647 \text{ L/s}$$

Caudal de Diseño Total

$$Q = 0.30 * 240.60^{0.5}$$
$$Q= 4.653 \text{ L/s}$$

Se obtuvo un caudal de diseño para las conducciones de 4.653 L/s, tomando en cuenta el número total de inodoros (trabajando simultáneamente), el cual ayudará a justificar el diámetro y pérdidas de tuberías para la distribución de agua lluvia.

2.4. CRITERIOS PARA EL DESARROLLO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA

El desarrollo de la propuesta contempla los elementos funcionales del sistema, desde el área de captación, recolección, conducción, filtración, almacenamiento, sistema de bombeo, red de distribución y por consiguiente la colocación de un by-pass.

2.4.1. CAPTACIÓN

Es la superficie destinada para la recolección del agua pluvial. La mayoría de los sistemas utilizan la captación en los techos, los cuales deben tener adecuada pendiente (no inferior al 5%) y superficie, que faciliten el escurrimiento del agua pluvial hacia el sistema de recolección (Morán, 2009).

Con el fin de obtener el área total de captación, se tomó en cuenta el área efectiva y el área de incremento, obteniendo así un área total de 785.22 m².

Así mismo cabe resaltar que fue necesario conocer el material constructivo del techo el cual fue tejas de barro o denominado tejas de arcilla, ya que facilitó de esta manera la determinación del coeficiente de escorrentía, como se puede observar en la figura 23.



Figura 23 Material del techo

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

2.4.2. RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN

2.4.2.1. RECOLECCIÓN

En la zona de estudio y en las zonas aledañas a los baños 2 y 2a, para la recolección de aguas lluvia existen elementos primarios como son: canaletas y bajantes de aguas lluvia y los elementos secundarios como la campana pluvial, entre otros. Cabe mencionar que se utilizará los elementos de recolección de aguas lluvia instaladas actualmente.

2.4.2.1.1. CANALETAS

Las canaletas están adosadas en los bordes más bajos del techo, su material es de aluminio, tienen dimensiones aproximadas de: largo= 10 m y ancho= 0.15 m. Mediante el levantamiento de información se logró evidenciar que estos elementos se encuentran en buen estado de manera que no se hará la instalación de nuevos elementos.

2.4.2.1.2. BAJANTES DE AGUAS LLUVIA

Las bajantes de aguas lluvia están adheridas a las paredes en forma vertical dirigiéndose hacia las cajas de revisión, tienen dimensiones aproximadas de: largo 8 m y ancho 0.7 m y su material es de aluminio. De la misma manera mediante el levantamiento de información

se evidenció que están en buen estado, por lo tanto, no habrá la necesidad de instalar nuevos elementos, en la figura 24 se podrá observar los elementos que drenan el agua pluvial.

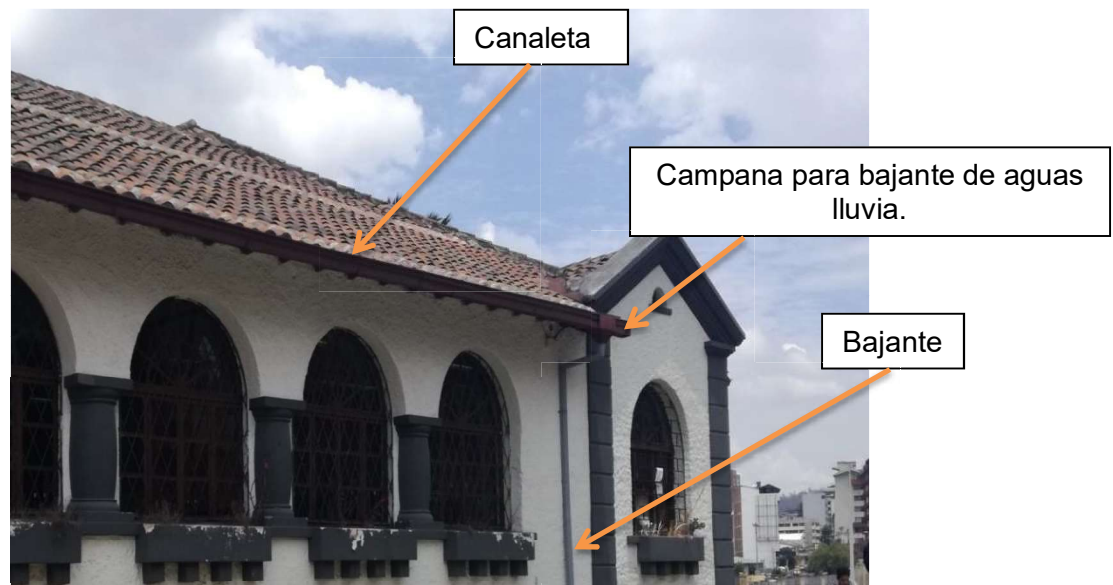


Figura 24 Conducción y recolección pluvial

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

2.4.2.2. CONDUCCIÓN

La conducción de agua pluvial será direccionada mediante las cajas de revisión instaladas actualmente (que conducen únicamente aguas lluvia) y las nuevas cajas de revisión que serán implementadas, hacia el tanque de almacenamiento, estas nuevas cajas de revisión tendrán dimensiones de 1.0 x 1.50 m.

2.4.2.2.1. CAJAS DE REVISIÓN

Mediante el catastro realizado, se evidenciaron las cajas de revisión que recogen únicamente aguas lluvia son las cajas de revisión (1,2,3,10,11,12,13,14,16,17 y 18). En base a esta información obtenida se realizó un rediseño para conducir el agua pluvial desde las cajas de revisión instaladas hasta el tanque de almacenamiento ubicado en la parte lateral del baño 2a.

Cabe mencionar que, para el rediseño de conducción se construirá tres nuevas cajas de revisión que permitirá conducir el agua pluvial hasta el tanque de almacenamiento. La implantación general del sistema de conducción de aguas lluvia, se podrá observar en la lámina 4 del Anexo 2, Apéndice D, planos del sistema propuesto de reutilización de aguas lluvia.

En este caso se deberá suspender la conducción de agua pluvial en la caja de revisión tres y direccionar la conducción de aguas lluvia a la nueva caja de revisión que será construida, la cual se identificará como Caja N 19. De la misma manera se implementará las cajas de revisión N 20 y N 21 hasta llegar a la caja 10 instalada actualmente para luego ser conducida al tanque de almacenamiento.

Para la instalación de las nuevas tuberías que conducirán el agua pluvial, se desarrollaron los cálculos hidráulicos para determinar si los diámetros de tuberías instaladas actualmente en las cajas de revisión son suficientes o necesitan ser remplazadas.

2.4.2.2.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA TUBERÍA DE DRENAJE PLUVIAL

Para el desarrollo de los cálculos hidráulicos de la tubería de drenaje, se iniciará con el cálculo de longitud y área aportante para un tramo de drenaje pluvial, para esto se tomará como ejemplo el siguiente tramo.

Tramo caja 3 - caja 19

- CÁLCULOS HIDRÁULICOS PARTE 1

CÁLCULO DE LONGITUD

1	2	3	4	5
De Caja Arriba	De caja Abajo	Longitud (m)	Area Parcial (Ha)	Area Acum (Ha)
14	2	32.96	(A1+A2) 0,019956	(A1+A2) 0,019956
1	2	8.51	(A3) 0.004064	(A3) 0.004064
2	3	12.16	(A1+A2+A3) 0.02402	(A1+A2+A3) 0.02402
3	19	2.17	(A4) 0.001703	(A1+A2+A3 +A4) 0.025723
19	20	21.49	(A1+A2+A3 +A4) 0.025723	(A1+A2+A3 +A4) 0.025723
20	21	22.24	(A1+A2+A3 +A4) 0.025723	(A1+A2+A3 +A4) 0.025723

Figura 25 Cálculos hidráulicos parte 1 Cálculo de longitud y área aportante

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

La columna 3 describe la longitud de tubería, en este caso se obtiene una longitud de:

$$L = 2.17 \text{ m}$$

CÁLCULO DEL ÁREA APORTANTE

Para las áreas de aportación, en la columna 4 se describe el área parcial de aportación y en la columna 5 áreas acumuladas del tramo anterior C2-C3 más el área parcial siguiente.

Obteniendo:

Área parcial

$$(A4) = 0.001703 \text{ ha.}$$

Área acumulada

$$(A1) 0.01267 \text{ ha} + (A2) 0.00727 \text{ ha} + (A3) 0.00406 \text{ ha} + (A4) 0.001703 \text{ ha} \\ = 0.025723 \text{ ha.}$$

En la lámina 4 del Anexo 2, Apéndice D, planos del sistema propuesto de reutilización de aguas lluvia se podrá evidenciar el área aportante de cada tramo.

- **CÁLCULOS HIDRÁULICOS PARTE 2**

CÁLCULO DE TIEMPO DE FLUJO

1	2	6	7	8	9
De Caja	De caja	Tf	TC	C	Intensidad
Arriba	Abajo		(min)		mm/h
14	2	0,00	5,00	0,9	106,65
1	2	0,00	5,00	0,9	106,65
2	3	0,82	5,82	0,9	99,51
3	19	0,23	6,04	0,9	97,81
19	20	0,04	6,09	0,9	97,51
20	21	0,42	6,51	0,9	94,60

Figura 26 Cálculos hidráulicos parte 2

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

La columna 6 se realiza el cálculo del tiempo de flujo, mediante la siguiente ecuación:

$$tf = \frac{L}{60 * V}$$

Ecuación 6 Tiempo de flujo

Donde:

t_f : Tiempo de flujo [min]

L : Longitud de tubería [m]

V : Velocidad [m/s]

Utilizando la ecuación 6 se obtiene:

$$t_f = \frac{2.17 \text{ m}}{60 * 1.18 \text{ m/s}}$$

$$t_f = 0.23 \text{ min}$$

En la columna 7, se encuentra el tiempo de concentración que resulta de la suma del tiempo de concentración más el tiempo de flujo del tramo anterior (5.82 +0.23) = 6.04 min.

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

En la columna 8, se presenta el coeficiente de escorrentía igual a 0.9 correspondientes a una cubierta impermeabilizada.

El valor del coeficiente de escorrentía varía con el tipo de superficie, ya sean estas zonas duras o con vegetación, según la tabla 24:

Tabla 24 Valores de coeficiente de escurrimiento

C	DESCRIPCIÓN
	TIPO DE ZONA (EX IEOS)
0.7	Centros urbanos de alta densidad
0.6	Zonas residenciales $D > 200 \text{ hab/Ha}$
0.55	Zonas residenciales $150 < D > 200 \text{ hab/Ha}$
0.5	Zonas residenciales $100 < D > 150 \text{ hab/Ha}$
	TIPO DE SUPERFICIE

Continúa tabla 24.

0.9	Cubierta metálica o vidriada
0.85-0.90	Cubierta tipo ordinaria o impermeabilizante
0.95	Pavimento asfáltico en buenas condiciones
0.80-0.85	Pavimento de hormigón
0.75-0.80	Empedrado junta pequeña
0.30-0.40	Superficies no pavimentadas

Fuente: Norma EX-IEOS, Tabla VIII 3 y Tabla VIII 4.

El tipo de material del área de captación de la zona de estudio es cubierta tipo ordinaria o impermeabilizante, que de acuerdo a la norma EX-IEOS, tiene un coeficiente de escurrimiento de 0.85 – 0.90, en este caso se tomó el valor de 0.9 para el desarrollo de cálculos hidráulicos.

CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA – ESTACIÓN IÑAQUITO

En la columna 9, se realiza el cálculo de la intensidad de la lluvia, de acuerdo al lugar de estudio, el cual está ubicado en la zona M024, la misma que corresponde a la estación IÑAQUITO, la ecuación recomendada según las normas de diseño para sistemas de alcantarillado de la EMAAP-Q, es la siguiente:

$$\frac{\{76.8002(T)^{0.0818} * [\ln(t + 3)]^{3.7343} * (\ln T)^{0.2784}\}}{t^{1.5847}}$$

Ecuación 7 Intensidad de lluvia – Estación Iñaquito

Donde:

I : Intensidad de lluvia [mm/h]

ln : Logaritmo natural

T: Período de retorno [años]

t: Tiempo de duración de la lluvia [min]

Utilizando la ecuación 7 se obtiene una intensidad de agua lluvia:

$$I = \frac{\{76.8002(5)^{0,0818} * [\ln(6.04+3)]^{3,7343} * (\ln 5)^{0,2784}\}}{6.04^{1,5847}}$$

$$I = 97.81 \text{ mm/h}$$

Para el cálculo de t se usa la siguiente expresión:

$$t = t_c + t_f$$

Ecuación 8 Tiempo de duración de la lluvia.

Donde:

Tf: Tiempo de flujo (min)

Tc: Tiempo de concentración (min)

Para el cálculo del tiempo de concentración se considera la fórmula donde hace relación la longitud del tramo sobre la diferencia de nivel con valores determinados.

$$t_c = \frac{0,0195 \times L^{1,156}}{(\text{Dif nivel})^{0,385}}$$

Ecuación 9 Tiempo de concentración.

Donde:

L: Longitud de recorrido

$$t_c = \frac{0,0195 \times 2.17^{1,156}}{(0.02)^{0,385}}$$

Periodo de retorno

El periodo de retorno es el intervalo de tiempo promedio, medido en años, dentro del cual un evento hidrometeorológico puede ser igualado o superado (EMAAP Q, Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009).

En la tabla 25 se indican las recomendaciones para los siguientes periodos de retorno en función del tipo de ocupación del área de influencia de la obra:

Tabla 25 Períodos de retorno para diferentes ocupaciones del área

Tipo de obra	Tipo de ocupación del área de influencia de la obra	Tr (años)
Micro drenaje	Residencial	5
Micro drenaje	Comercial	5
Micro drenaje	Área con edificios de servicio público	5
Micro drenaje	Aeropuertos	10
Micro drenaje	Áreas comerciales y vías de tránsito intenso	10-25
Micro drenaje	Áreas comerciales y residenciales	25
Micro drenaje	Áreas de importancia específica	50-100

Fuente: (Punguil & Navarrete, 2009)

Para el presente proyecto la zona de estudio corresponde a un área con edificios de servicio público ajustándose a un periodo de 5 años conforme a la norma.

- **CÁLCULOS HIDRÁULICOS PARTE 3**

CÁLCULO DEL CAUDAL Y DIÁMETRO DE TUBERÍA (TUBERÍA LLENA)

1	2	10	11	12	13	14
De Caja Arriba	De caja Abajo	q (l/s)	q(m3/s)	Tubería Llena		
				D. comercial (mm)	D. comercial (m)	D.calculado (m)
14	2	5,32	0,00532	200	0,2	0,105
1	2	1,08	0,00108	200	0,2	0,058
2	3	5,98	0,00598	200	0,2	0,110
3	19	6,29	0,00629	200	0,2	0,112
19	20	6,27	0,00627	200	0,2	0,112
20	21	6,08	0,00608	200	0,2	0,111

Figura 27 Cálculos hidráulicos parte 3

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

El caudal de lluvia se determinará por el método racional la cual se representa por la siguiente ecuación, para áreas de aportación a las 200 ha:

$$Q = \frac{C * I * A}{0.36}$$

Ecuación 10 Método racional

Donde:

Q: Caudal en [L /seg]

C: Coeficiente de escurrimiento (dependerá del material que está compuesto el área de captación).

I: Intensidad de agua lluvia [mm /h]

A: Área de drenaje [ha]

En la columna 10 y 11 se realiza el cálculo del caudal de aguas lluvia con la ecuación 11. La intensidad de agua lluvia y el área de aportación para el tramo de análisis será:

$$Q = \frac{0.9 * 97.81 \frac{mm}{h} * 0.025723 ha}{0.36}$$

$$Q = 6.29 \text{ l/s}$$

$$Q = 0.00629 \text{ m}^3/\text{s}$$

CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE TUBERÍA

En la columna 12, 13 y 14 se describen los diámetros calculados y comerciales de las tuberías mediante la siguiente ecuación:

Para el cálculo del diámetro de las tuberías de la red se usará la siguiente ecuación:

$$D = 1.548 \left(\frac{n * \left(\frac{Q}{1000} \right)}{\frac{1}{S^2}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Ecuación 11 Diámetro de tubería

Donde:

D: Diámetro de la tubería [m]

Q: Caudal [l/s]

S: Pendiente de la línea de energía [m/m]

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

$$D = 1.548 \left(\frac{0.011 * \left(\frac{6.29}{1000} \right)}{0.009^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$D = 0.112 \text{ m}$$

En este caso para el diámetro de las tuberías se adoptará un diámetro comercial de 0.2 m tomando en cuenta el cumplimiento de los criterios de diseño.

- **CÁLCULOS HIDRÁULICOS PARTE 4**

CÁLCULO DE LA PENDIENTE, VELOCIDAD Y CAUDAL (TUBERÍA LLENA)

1	2	15	16	17	18	19	20	21	22
De Caja	De caja				Tubería parcialmente llena				
Arriba	Abajo	s	V(m/s)	Q(l/s)	q/Q	d/D	v/V	d(cm)	v(m/s)
14	2	0,015	1,49	46,75	0,1138	0,28	0,58	5,6	0,86
1	2	0,022	1,84	57,89	0,01872	0,258	0,553	5,16	1,02
2	3	0,008	1,12	35,13	0,17008	0,346	0,658	6,92	0,74
3	19	0,009	1,18	37,19	0,16910	0,346	0,658	6,92	0,78
19	20	0,004	0,75	23,64	0,26528	0,431	0,732	8,62	0,55
20	21	0,043	2,55	80,07	0,07597	0,292	0,52	5,84	1,33

Figura 28 Cálculos hidráulicos parte 4

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

En la columna 15 se describe la pendiente de terreno, la misma que es obtenida mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{\text{cota superior} - \text{cota inferior}}{\text{longitud}}$$

Ecuación 12 Pendiente de terreno

$$S = \frac{2810.85 - 2810.83}{12.16}$$

$$S = 0.009$$

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (TUBERÍA LLENA)

En la columna 16 se encuentra realizado el cálculo para la velocidad de diseño a tubería llena, que se obtiene mediante la ecuación de Manning:

$$V = \frac{1}{n} Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 13 Velocidad a tubería llena – ecuación de Manning

Donde:

V: Velocidad de la tubería [m/s]

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

Rh: Radio hidráulico [m]

S: Pendiente de la línea de energía

$$V = \frac{1}{0.011} \left(\frac{0.2}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * 0.009^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1.18 \text{ m/s}$$

CÁLCULO DEL CAUDAL – TUBERÍA LLENA

En la columna 17, se encuentra realizado el cálculo para el caudal Q con la ecuación de la continuidad:

$$Q = (V * A) * 1000$$

Ecuación 14 Ecuación de continuidad – tubería llena

$$Q = \left(\frac{1.18 \text{ m}}{\text{s}} * \pi * \left(\frac{0,2}{4} \right)^2 \text{ m}^2 \right) * 1000$$

$$Q = 37.19 \text{ l/s}$$

En las columnas 18 se encuentra la relación de caudales q/Q.

$$\frac{q}{Q} = \frac{6.29}{37.19}$$

$$\frac{q}{Q} = 0.16910$$

El valor de 0.16910 es el valor que debe ser ubicado en la tabla de relaciones hidráulicas, ver Anexo 2, Apéndice A, ábaco de relaciones hidráulicas.

En las columnas 19 y 20 se encuentran las relaciones v/V y d/D, que corresponden a los siguientes valores de acuerdo con la relación de caudales obtenida.

$$\frac{v}{V} = 0.658$$

$$\frac{d}{D} = 0.346$$

En las columnas 21 y 22 se encuentra el resultado del despeje de las relaciones, que sirven para determinar la velocidad a tubo parcialmente lleno y el calado.

$$v = V * 1.18$$

$$v = 0.78 \text{ m/s}$$

$$d = D * 0.2$$

$$d = 6.92 \text{ cm}$$

En las columnas 23 y 24 se encuentra las cotas de terreno superior e inferior obtenidas del levantamiento topográfico.

- **CÁLCULOS HIDRÁULICOS PARTE 5**

CÁLCULO DE DESNIVEL

1	2	23	24	25	26	27	28	29	30
De Caja	De caja	Cotas del terreno		Desnivel	SALTO	Cotas del proyecto			
Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	tramo(m)		Proyecto	Llegada	Salida	Excavacion
14	2	2811,43	2810,95	0,48	0,000	2810,43	2809,95	2809,83	1,00
1	2	2811,14	2810,95	0,19	0,000	2810,6	2810,41	2810,29	0,54
2	3	2810,95	2810,85	0,10	0,121	2809,90	2809,80	2809,65	1,05
3	19	2810,85	2810,83	0,02	0,146	2809,76	2809,74	2809,65	1,09
19	20	2810,83	2810,75	0,08	0,091	2809,70	2809,62	2809,68	1,13
20	21	2810,75	2809,8	0,95	-0,064	2809,59	2808,64	2808,75	1,16

Figura 29 Cálculos hidráulicos parte 5

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

En la columna 25, se encuentra el desnivel del tramo obtenido de la siguiente expresión:

$$Desnivel\ del\ tramo = \frac{L\ (longitud) * I\ (pendiente)}{1000} * 1000$$

Ecuación 15 Desnivel de tramo

$$Desnivel\ del\ tramo = \frac{2.17 * 0.009}{1000} * 1000$$

$$Desnivel\ del\ tramo = 0.02$$

CÁLCULO DEL SALTO HIDRÁULICO

En la columna 26, se encuentra el cálculo del salto mediante la siguiente ecuación:

$$ht = (d2 - d1) + 1 + k \left(\frac{v2^2}{2 * g} - \frac{v1^2}{2 * g} \right) + Kc \frac{vm^2}{2 * g}$$

Ecuación 16 Salto hidráulico

$$ht = 0.146 \text{ m}$$

CÁLCULO COTA DE LLEGADA

Las columnas 27, 28 y 29 presentan las cotas de proyecto, llegada y salida. Es decir, en el tramo que se tomó como ejemplo, la cota de proyecto es 2809.74 la cota de llegada es con la que la caja de revisión 2 llega a la caja de revisión 3 es de 2809.76 la misma que resulta de la siguiente operación:

$$cota \ de \ llegada = cota \ de \ proyecto - (S * longitud)$$

Ecuación 17 Cota de llegada

$$cota \ de \ llegada = 2809.76 - (0.009 * 2.17)$$

$$cota \ de \ llegada = 2809.74$$

CÁLCULO DE COTA DE SALIDA

Luego la cota de salida resulta de restar la cota de llegada de la caja 19 menos el salto que se genere en la misma caja 3.

$$cota \ de \ salida = cota \ de \ llegada - salto \ de \ la \ caja \ 3$$

Ecuación 18 Cota de salida

$$cota \ de \ salida = 2809.74 - 0.146$$

$$cota \ de \ salida = 2809.65$$

CÁLCULO DE EXCAVACIÓN

Finalmente, en la columna 30 se tiene la excavación en las cajas 2 y 3. En este tramo analizado la excavación resulta de la siguiente operación:

$$\text{excavación} = \text{cota del terreno} - \text{cota del proyecto}$$

Ecuación 19 Excavación

$$\text{excavación} = 2810.85 - 2809.76$$

$$\text{excavación} = 1.09 \text{ m}$$

Para más detalle sobre las hojas de cálculo ver Anexo 2, Apéndice B, cálculos hidráulicos- tabla de cálculos.

2.4.3. FILTRACIÓN

Antes de conducir el agua a la infraestructura de almacenamiento, se recomienda colocar un dispositivo que retire y filtre los elementos o partículas que puedan arrastrar el agua a su paso por el techo, como pueden ser sólidos o impurezas. De esta forma el agua llegará sin residuos al lugar de almacenamiento (Rotoplas, 2018).

Es importante destacar que se colocará tres filtros para este sistema, que se describen a continuación:

Como primer filtro en el sistema se colocará una rejilla metálica de dimensiones 0.30 m x 0.30 m con una abertura de 10 mm en la caja de revisión 10 existente, para atrapar material flotante como plásticos y hojas de árboles que impidan que las tuberías se atasquen y afecten la conducción del agua pluvial hacia el tanque de almacenamiento.

A continuación, en la figura 30, se podrá ver la ubicación de la rejilla en la caja de revisión mencionada.

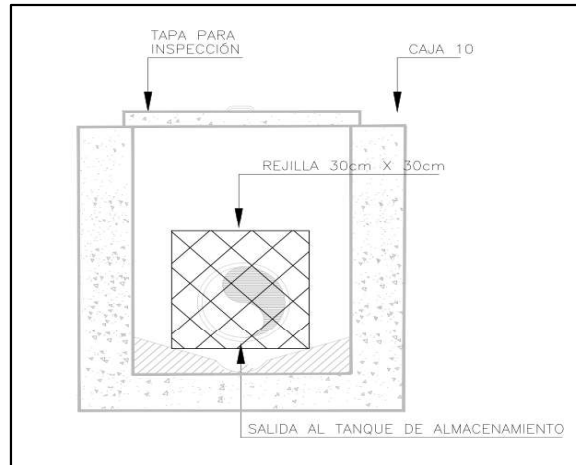


Figura 30 Ubicación de la rejilla

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

Como segundo filtro se colocará una válvula de pie PVC con dimensiones de 2 pulg. Este filtro se colocará al inicio del sistema de bombeo y llevará adjunto un filtro que evite que la bomba succione alguna suciedad, que puede obstruir el trayecto del agua, se puede observar en el Anexo 2, Apéndice E, catálogos de referencia.



Figura 31 Válvula de pie

Fuente: Catálogo plastigama

Como tercer filtro es importante utilizar un objeto que evite obstrucciones en el sistema de distribución a causa de material diminuto y partículas, que lograron pasar por el segundo filtro. Este elemento filtrante tiene una estructura robusta constituida por un paquete de anillas apiladas que minimiza el riesgo de rotura debido a sobrepresión o golpes de ariete.

Es necesario mencionar que este tipo de filtro no se encuentra en el país, por lo cual este material será importando siendo el más usado por técnicos expertos en filtros, se puede observar en el Anexo 2, Apéndice E, catálogos de referencia.



Figura 32 Filtro de anillas

Fuente: Catálogo Irritec

2.4.4. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento en el sistema de reutilización de aguas lluvia, pueden ser en cisternas o tanques, la actividad que realiza el tanque es almacenar el agua captada para luego ser distribuida a los inodoros, puede ser colocado sobre el suelo o subterráneo dependiendo de las condiciones económicas de los habitantes (Gonzaga, 2015).

2.4.4.1. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Para la determinación del volumen del tanque de almacenamiento se calculó un déficit entre la demanda de agua para baños 2 y 2a y el volumen disponible de aguas lluvia (diario), tomando en cuenta el valor máximo positivo y el valor máximo negativo respectivos y así lograr obtener el volumen de almacenamiento del tanque.

Tabla 26 Volumen del tanque de almacenamiento

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN TANQUE DE ALMACENAMIENTO					
Mes	Demanda de agua para baños 2 y 2a [m³/día]	Volumen Disponible de aguas lluvia [m³/día]	Diferencia	Valor máximo positivo	Valor máximo negativo
				Diferencia	
Enero	3,6	2,18	-1.4		
Febrero	1,6	2,65	1.1	1.1	
Marzo	3,6	3,61	0.1		
Abril	3,6	4,17	0.6		
Mayo	3,6	2,50	-1.1		
Junio	3,6	0,94	-2.6		
Julio	3,6	0,54	-3.0		3.0
Agosto	1,6	0,54	-1.1		
Septiembre	3,6	1,47	-2.1		
Octubre	3,6	2,77	-0.8		
Noviembre	3,6	2,54	-1.0		
Diciembre	3,6	2,21	-1.4		
Volumen del tanque (m³)				4.1	

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

El volumen resultante es de 4.1 m³ sin embargo para la propuesta se optará por elegir un tanque de 5 m³ ya que únicamente existe en el mercado tanques de 5, 10 y 20 m³ se puede observar en el Anexo 2, Apéndice E, catálogos de referencia.

2.4.4.2. UBICACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El tanque de almacenamiento será enterrado y se ubicará al costado del baño 2a junto a las cajas de revisión 10 y 11, que se encuentran paralelo a la calle Toledo y lateral al estadio EPN en una amplia zona verde como se puede ver en la figura 33.



Figura 33 Ubicación para el tanque de almacenamiento

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

Para la ubicación del tanque de almacenamiento se tomó en cuenta algunos aspectos como: estabilidad del terreno, tipo de suelo, presencia de flujos de agua y posibles niveles de inundación en el lugar seleccionado, con el fin de no afectar el proceso de instalación.

De esta manera se eligió este lugar debido a la condición topográfica de cota mayor a cota menor, por ende, será más factible la conducción y recolección de aguas lluvia hacia el tanque de almacenamiento.

Es muy importante tener en cuenta estos aspectos ya que de esto dependerá la funcionalidad operativa del mismo. Los detalles del sistema de reutilización de aguas lluvia se podrá observar en la lámina 5 del Anexo 2, Apéndice D, planos del sistema propuesto de reutilización de aguas lluvia.

2.4.5. SISTEMA DE BOMBEO

El objetivo principal del sistema de bombeo es el de transportar el agua desde una cota determinada a otra mas elevada, es decir que la bomba impulsará el agua hacia las diferentes tuberías, de tal manera que las pérdidas de carga en la succión sean mínimas.

Al escoger el equipo de bombeo se debe tener en cuenta que preste un servicio eficiente y sin interrupciones.

2.4.5.1. PRESIÓN Y EQUIPOS DE PRESIÓN

Cuando se tiene que calcular una altura de impulsión mediante equipos de presión, el primer concepto que se debe tener en claro es la presión barométrica del lugar. Esta no es más que la presión atmosférica corregida en función de la altura sobre el nivel del mar (Castillo, 1993).

2.4.5.1.1. EQUIPOS DE PRESIÓN

Bombas: Son aparatos mecánicos cuya única función es adicionarle energía a un fluido para que pueda realizar un trabajo, debido a este principio es necesario identificar los tipos de fluidos los cuales son:

- a) Fluidos Compresibles: Son aquellos que al aplicar una fuerza su densidad cambia como son el aire, gases, entre otros.
- b) Fluidos Incompresibles: Son aquellos que al aplicar una fuerza en un área confinada la densidad no cambia como son los líquidos, el agua, entre otros, en consecuencia las bombas solo pueden adicionarle energía a fluidos incompresibles (Castillo, 1993).

Para el diseño de un sistema de bombeo es recomendable la utilización de bombas centrífugas.

- **BOMBAS CENTRÍFUGAS**

Son aquellas que desarrollan y transforman la energía a través del empleo de fuerzas centrífugas; así su fundamento es adicionarle energía al fluido por la acción de la fuerza centrífuga, estas bombas se clasifican en:

- Bombas Rotor de Flujo Radial
- Bombas Rotor de Flujo Axial
- Bombas Rotor de Flujo Mixto

Las características de las mismas se encuentran detalladas en la siguiente tabla:

Tabla 27 Bombas Centrifugas

Rotor	Q	H	n
Radial	Medios y Bajos	Medias y altas	Medias y medias altas
Axial	Grandes y muy grandes	Muy bajas y bajas	Altas y muy altas
Mixto	Medios y grandes	Bajas y medias	Medias altas y altas

Fuente: (Perez, 2015a)

El rotor determina la relación con los parámetros de caudal Q, la altura H, y eficiencia (n).

En estos tipos de bombas, parte de la energía cinética es debido a la velocidad del rotor transformada en energía potencial de presión, podemos decir entonces que:

- Los caudales son proporcionales a la velocidad del rotor.
- Las presiones son proporcionales al cuadrado de la velocidad.
- Las potencias son proporcionales al cubo de la velocidad

De acuerdo a estas características se seleccionó bombas centrifugas con rotor radial (Caudal medios y bajos, alturas medias y bajas con eficiencias medias y bajas).

2.4.5.2. ALTURA DINÁMICA TOTAL DE BOMBEO (TDH)

La carga dinámica total de bombeo son todos los obstáculos que debe vencer un líquido cuando es impulsado por una máquina, para poder llegar hasta el punto más desfavorable del sistema.

El cálculo del HDT se basa en la siguiente ecuación de Bernoulli:

$$HDT = z * \sum hf + \frac{v^2}{2g} + hr$$

Ecuación 20 Ecuación de Bernoulli

Donde:

HDT: Carga dinámica total [m]

z: Altura geométrica; entre nivel inferior y superior del líquido [m]

$\sum hf$: Sumatoria de todas las pérdidas (de carga por fricción y accesorios) que sufre el nivel de succión y el de descarga [m]

V: Velocidad del fluido [m/s]

g: Constante de gravitación universal [9.8 m/ s²]

h_r: Presión residual [m]

2.4.5.2.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN TUBERÍA DE SUCCIÓN

- **PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA SUCCIÓN**

La pérdida de energía por fricción es debido al rozamiento del fluido con las paredes de la tubería o del conducto. Esta pérdida que continúa en la dirección del flujo, puede resultar considerable en tramos largos y, por el contrario, puede ser despreciable en tramos cortos.

El modelo matemático desarrollado por los ingenieros Henry Darcy y Julius Weisbach, expresa que las pérdidas son directamente proporcionales 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 por el número de Reynolds.

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

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

Ecuación 21 Ecuación de Darcy-Weisbach

Dónde:

H_f: Pérdidas por fricción [m]

f: Coeficiente de fricción del tramo

L: Longitud del tramo [m]

D: Diámetro de la tubería [m]

V: Velocidad del flujo [m/s]

g: Aceleración de la gravedad [9.8 m/ s²]

CÁLCULO DEL NÚMERO DE REYNOLDS

Los flujos pueden clasificarse de acuerdo al efecto de las fuerzas de inercia y las debidas a la viscosidad, a través del número de Reynolds, el cual se define como:

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

Ecuación 22 Número de Reynolds

Dónde:

V: velocidad [m/s].

D: diámetro [m].

u: viscosidad cinemática [m²/s].

Reemplazando la ecuación 22:

$$Re = \frac{1.2\text{m/s} * 0.65 \text{ m}}{1.003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$Re = 777666.99$$

Se debe tener en cuenta, aunque no existe un criterio unificado para determinar los valores del número de Reynolds y tipo de flujo se puede utilizar los siguientes rangos, sin olvidar que en la literatura especializada se pueden encontrar algunas diferencias.

Re < 2000; flujo laminar

Re > 3000; flujo turbulento

Debido al resultado del cálculo de Reynolds se evidenció que es mayor a 3000 por lo tanto es un flujo turbulento.

CÁLCULO DEL FACTOR DE PÉRDIDAS "f"

Para el cálculo del factor de pérdidas "f", en régimen turbulento se utilizará el diagrama de Moody-Rouse, el cual es uno de los más utilizados. Para calcular la pérdida de carga distribuida, se entra con el valor de ϵ/D rugosidad absoluta y el número de Reynolds (Re), obteniéndose en ella el valor de f (coeficiente de rozamiento).

$$\frac{\varepsilon}{D}$$

Ecuación 23 Factor de pérdida “f”

Dónde:

D: Diámetro

£: Rugosidad de material (PVC)

En la siguiente tabla se detalla la rugosidad absoluta del material para tubos lisos.

Tabla 28 Rugosidad absoluta del material

Material	ε (mm)
Tubos lisos	
De vidrio, cobre, latón, madera (bien cepillada) acero nuevo soldado y con una mano inferior de pintura; tubos de acero y de precisión sin costura, serpentines industriales, plástico, hule.	0.0015
Tubos industriales de latón	0.025
Tubos de madera	0.2
Hierro forjado	0.05
Fierro fundido nuevo	0.25
Fierro fundido con protección interior de asfalto	0.12
Fierro fundido oxidado	1 a 1.5
Fierro fundido, con incrustaciones	1.5 a 3
Fierro fundido, centrifugado	0.05

Fuente:(Sotelo, 2009)

Para el caso de estudio el material seleccionado fue tubo plástico, que corresponde un valor de 0.0015 mm.

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0015mm}{65 mm} = 0.000023$$

En la figura 34, se podrá denotar el cálculo del factor $f = 0.015$ mediante el diagrama de Moody.

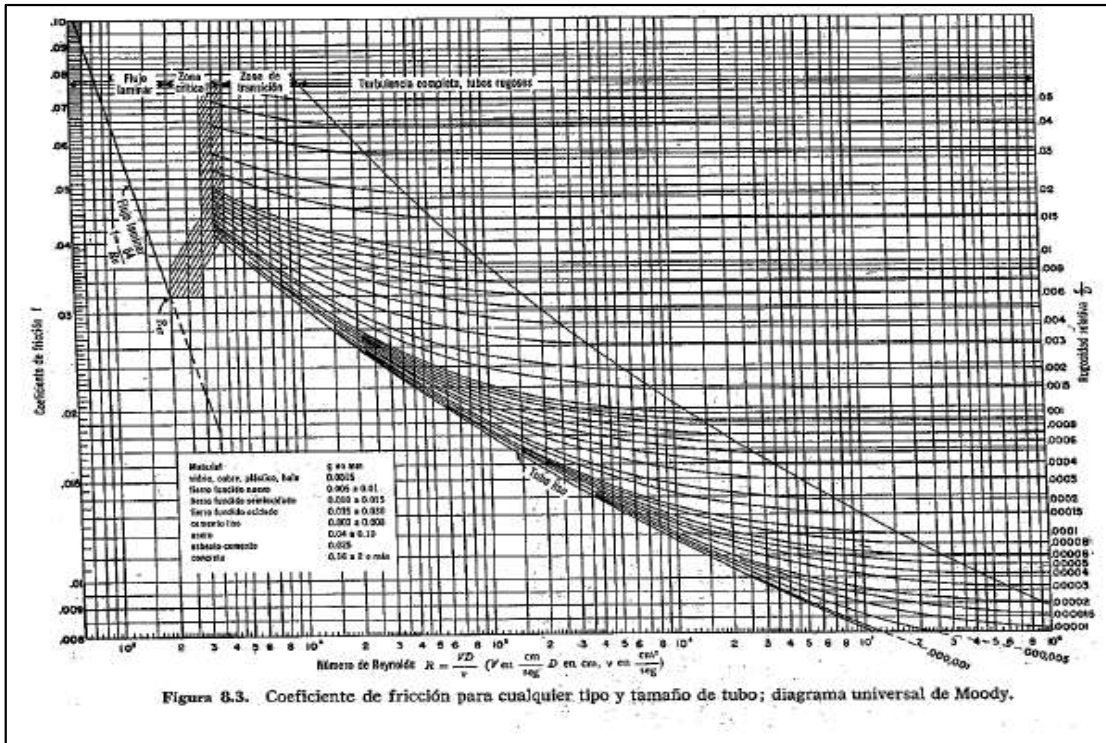


Figura 34 Calculo factor f - Diagrama de Moody

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

La longitud de la tubería de succión será de 2.03 m y mediante los datos obtenidos se procedió a determinar el cálculo de pérdidas de carga por fricción mediante la ecuación 21 de Darcy- Weisbach.

$$hf = 0.015 * \frac{2.03 \text{ m}}{0.065 \text{ m}} * \frac{(1.2 \text{ m/s})^2}{2 * 9.806 \text{ m/s}^2}$$

$$hf = 0.34 \text{ m}$$

- PÉRDIDAS DE CARGA POR ACCESORIOS EN LA SUCCIÓN**

Se obtiene pérdidas en el transporte de agua, pérdidas de carga aisladas producida por los accesorios, llamadas también perdidas menores; sin embargo, son menores sólo en la medida en que otras pérdidas sean mayores. En conductos largos, las pérdidas en

accesorios pueden ser insignificantes, pero en situaciones como se presentan en las instalaciones de edificios, estas pérdidas pueden ser mucho mayores que las causadas por fricción (Castillo, 1993).

MÉTODO DEL COEFICIENTE Km EN LOS ACCESORIOS

Este método consiste en utilizar el coeficiente (Km) la cual depende del tipo de accesorio, como se indica en la tabla 28. Estas pérdidas por accesorios que simbolizaremos por Hacc, está en función de la ecuación:

$$H_{acc} = k_m \frac{v^2}{2g}$$

Ecuación 24 Pérdidas por accesorios

Dónde:

Hacc : Pérdidas por accesorios en [m]

Km : Factor que depende del tipo de accesorio, adimensional

V : Velocidad del flujo en [m/s]

g : fuerza de gravedad [9.8 m/ s²]

En la tabla 29, se detalla los accesorios que se utilizarán junto con su correspondiente coeficiente km y el número de accesorios.

Tabla 29 Coeficiente Km

Cantidad	Accesorio	Km
1	Válvula de pie	1.75
1	Unión	0.30
1	Codo 90°	0.90
Σ TOTAL K =		2.95

Fuente: (Perez, 2015b)

Mediante la determinación del coeficiente Km, se calcula las pérdidas de carga por accesorios utilizando la ecuación 24.

$$H_{acc} = 2.95 \frac{(1.2)^2}{2(9.806)} \text{ m}$$

$$H_{acc} = 0.21 \text{ m}$$

2.4.5.2.2. CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN TUBERÍA DE DESCARGA

- PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA DESCARGA

En el cálculo de pérdidas de carga por fricción (en m.c.a.) se aplicará la ecuación 21.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE REYNOLDS

Los flujos pueden clasificarse de acuerdo al efecto de las fuerzas de inercia y las debidas a la viscosidad, a través del número de Reynolds, el cual se define como:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\mu}$$

Reemplazando la ecuación 22 anteriormente mencionada se obtiene lo siguiente:

$$Re = \frac{2\text{m/s} \cdot 0.050\text{m}}{1.003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$R = 99700.89$$

Debido al resultado del cálculo de Reynolds se evidenció que es mayor a 3000 por lo tanto es un flujo turbulento.

CÁLCULO DEL FACTOR DE PÉRDIDAS "f"

Para el cálculo del factor de pérdidas "f", en régimen turbulento se utilizará el diagrama de Moody-Rouse, el cual es uno de los más utilizados. Para calcular la pérdida de carga distribuida, se entra con el valor de e/D rugosidad absoluta y el número de Reynolds (Re), obteniéndose en ella el valor de f (coeficiente de rozamiento).

$$\frac{\varepsilon}{D}$$

Reemplazando la ecuación 23 anteriormente mencionada:

$$\frac{0.0015\text{m}}{50 \text{ m}} = \frac{\varepsilon}{D} = 0.00003$$

En la siguiente figura se podrá denotar el cálculo del factor $f = 0.018$ mediante el diagrama de Moody.

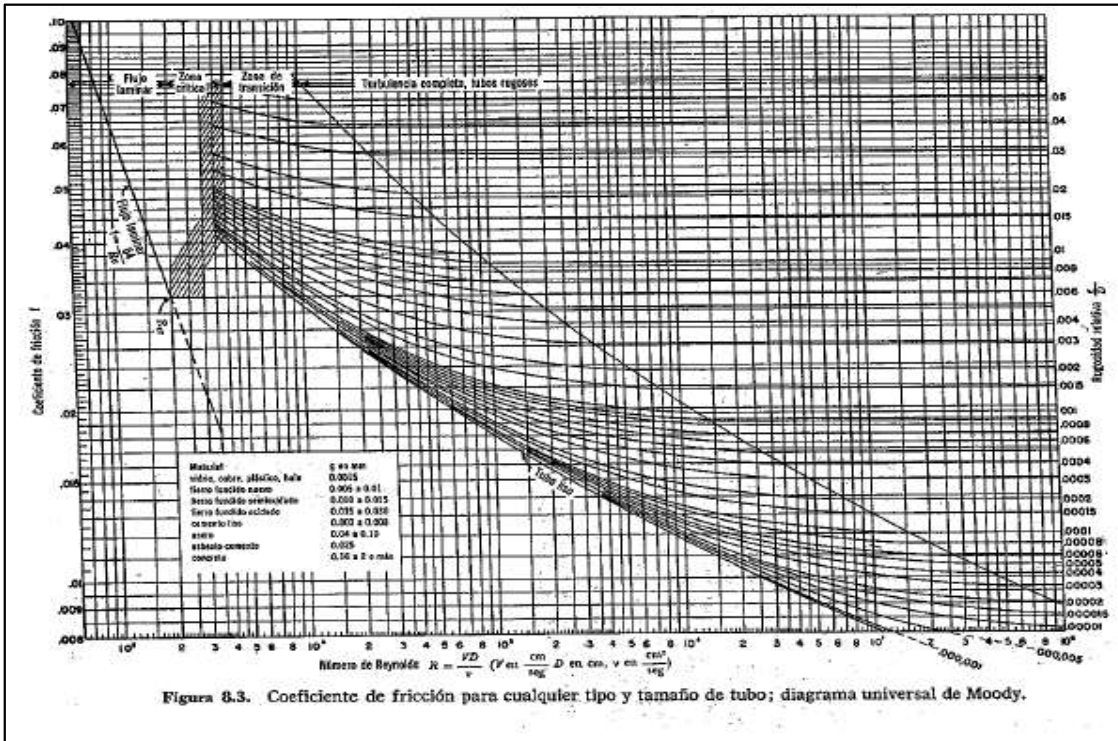


Figura 35 Cálculo factor f - Diagrama de Moody

Fuente: Martínez, Paucar (2018).

La longitud de la tubería de descarga será de 76.8 m, la velocidad de impulsión se asumió un valor de 2 m/s que de acuerdo a la NEC-11 está dentro del rango permitido donde debe fluctuar a través de la tubería, el diámetro de tubería calculado anteriormente es de 2 pulg. Con estos datos obtenidos se procedió a determinar el cálculo de pérdidas de carga por fricción mediante la ecuación 21 de Darcy- Weisbach.

$$hf = 0.018 * \frac{76.8 \text{ m}}{0.05 \text{ m}} * \frac{(2 \text{ m/s})^2}{2 * 9.806 \text{ m/s}^2}$$

$$hf = 5.64 \text{ m}$$

- **PÉRDIDAS DE CARGA POR ACCESORIOS EN LA DESCARGA**

El cálculo de las pérdidas de accesorios en la descarga, se lo obtiene mediante la ecuación 24 con la variante de los accesorios utilizados en la descarga.

En la siguiente tabla se detalla los accesorios que se utilizaran junto con su correspondiente coeficiente km y el número de accesorios.

Tabla 30 Coeficiente Km

Cantidad	Accesorio	Km	TOTAL
2	Válvula de compuerta	0.2	0.4
2	Válvula check	2.50	5
9	Unión	0.30	2.7
8	Codo 90°	0.90	7.2
5	Tee directo	0.6	3
Σ TOTAL K			18.3

Fuente: (Perez, 2015b)

Mediante la determinación del coeficiente K, se calcula las pérdidas de carga por accesorios utilizando la ecuación 24 antes descrita.

$$H_{acc} = 18.3 \frac{(2)^2}{2(9.806)} \text{ m}$$

$$H_{acc} = 3.73 \text{ m}$$

2.4.5.2.3. PRESIÓN EN EL ELEMENTO MENOS FAVORECIDA

Las especificaciones de los aparatos sanitarios recomiendan otorgar 7 m.c.a. La NEC11 recomienda “Desde un depósito de acumulación y regulación interno: en este caso el flúxor pasa a ser considerado en el cálculo un nudo de consumo más en una instalación normal, calculada de la misma manera que el resto de nudos de consumo, desde el deposito ubicado a una cota tal que garantice al flúxor más elevado una presión residual de 10 m.c.a (14.22 psi).

2.4.5.3. CÁLCULO DE LA ALTURA DINÁMICA TOTAL DE BOMBEO

Para calcular, se utiliza la ecuación 20 (Carga dinámica total de bombeo), con los siguientes datos:

$$Z = 2 \text{ m}$$

$$V = 2.0 \text{ m/s}$$

$$g = [9.8 \text{ m/s}^2]$$

$$h_r = 10 \text{ m.c.a}$$

$$\sum h_f = h_{fs} + h_{fd} + h_{ls} + h_{ld} \text{ (m)}$$

$$TDH = Z + \sum hf + \frac{V^2}{2g} + h_r$$

$$TDH = 2\text{m} + (0.34 \text{ m} + 5.64\text{m} + 0.21\text{m} + 3.73\text{m}) + \frac{(2\text{m/s})^2}{2 * (9.81\text{m/s}^2)} + 10\text{m}$$

$$TDH = 22.12 \text{ m}$$

2.4.5.4. DETERMINACIÓN DE POTENCIA DE LA BOMBA

Para el cálculo de la potencia de bomba: se realizó el siguiente cálculo aplicando la ecuación 25.

$$BPH = \frac{Q * TDH * \gamma}{75 * \epsilon}$$

Ecuación 25 Potencia de la bomba

Donde:

BPH :Potencia de la bomba [Hp]

γ :Peso específico del Agua

HDT :Altura Dinámica total en [m]

Q :Caudal Máximo Promedio [l/s]

E : Eficiencia de la bomba utilizaremos 65 %

75 :Coeficiente de unidades

Aplicando la ecuación 25, se tiene:

$$\text{BPH} = \frac{4.65 * 22.12 * 1}{75 * 0.65} = 2.10 \text{ Hp}$$

Debido a las características de la bomba deben ser comerciales, para ello asumiremos una potencia de 2.5 Hp, se puede observar en el Anexo 2, Apéndice E, catálogos de referencia.

2.4.5.5. CÁLCULO DEL TANQUE HIDRONEUMÁTICO

Los tanques de presión e hidroneumáticos permiten que el agua salga a la presión y con un flujo adecuado hasta los diferentes puntos de salida, como se indica en la figura 36.

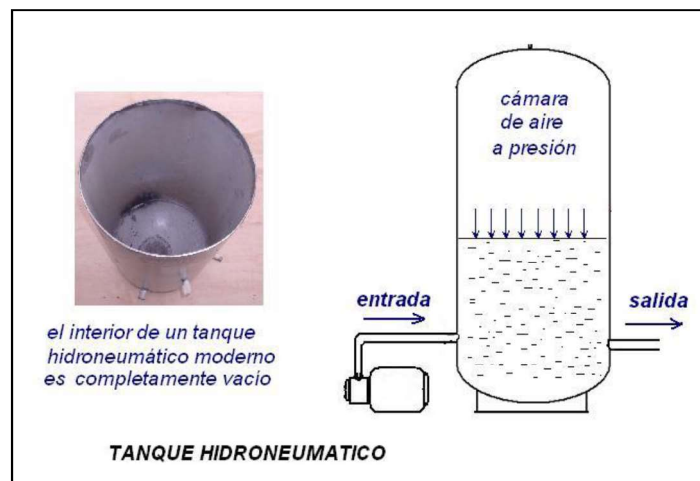


Figura 36 Tanque hidroneumático

Fuente: (Wekker, 2004)

Es importante señalar que se deberá instalar electroniveles que regulen el alto y bajo nivel de agua, impidiendo que la bomba opere al no haber agua en la cisterna, el tanque de presión debe contar con un control como el presostato, que detecte las presiones máximas y mínimas prefijadas para que la bomba se detenga o arranque.

Para determinar el volumen del tanque hidroneumático que se necesita instalar, (Norma Hidrosanitaria NHE Agua, 2011) establece la siguiente fórmula:

$$W_{th} = \frac{19 * R_{aire} * Q_b(P_{OFF} + 10.33)}{N_{bombas} * N_{ciclos} * (P_{OFF} - P_{ON})}$$

Ecuación 26 Volumen del tanque hidroneumático

Donde:

W_{th} : Volumen total del tanque hidroneumático, en litros

R_{aire} : 1.0, para hidroneumático de membrana con revisión de la masa de aire

P_{OFF} : Presión de apagado o paro

P_{ON} : Presión de encendido o arranque

N_{bombas} : Número de bombas en funcionamiento

N_{ciclos} : Número de ciclos por hora, con una bomba entonces 20 ciclos/hora

Q_b : Caudal de bombeo, en litros por minuto

Para este caso el cálculo del tanque hidroneumático de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC -11, los datos serán:

Q_b = caudal de bombeo medio

Hipótesis

$Q_{ON} = 4.65$ l/s

$Q_{OFF} = 25\% Q_{ON}$

$Q_{OFF} = 1.15$

$$Q_{MED} = \frac{Q_{ON} + Q_{OFF}}{2}$$

$$Q_{MED} = \frac{4.65 + 1.15}{2}$$

$$Q_{MED} = 2.9 \text{ l/s}$$

$$Q_{MED} = Q_b = 1774 \text{ l/min}$$

Para la presente propuesta, de acuerdo a lo que recomienda la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC -11, con respecto a las bombas nos dice “deberán conectarse para que operen en alternancia”, es decir que una vez que el electronivel indique el nivel alto la Bomba 1 se prenderá, mientras tanto un contactor auxiliar se estará energizando para cuando el nivel de agua suba y llegue al nivel alto de tal forma que entre a trabajar la Bomba 2, por esta razón el sistema será para dos bombas de la misma capacidad.

Para la determinación de los ciclos por hora de encendido y apagado del grupo motor - bomba tomaremos los datos de la tabla 31.

Tabla 31 Ciclos por hora de encendido y apagado del grupo motor-bomba

POTENCIA (Hp)	MÁXIMO NÚMERO DE CICLOS / HORA	TIEMPO MÍNIMO (MINUTOS)
Hasta 10.0	20	3
De 10.0 a 20.0	15	4
De 20.0 a 30.0	12	5
De 30.0 a 50.0	10	6
Desde 50.0	6	10

Fuente: (Norma Hidrosanitaria NHE Agua, 2011)

El número de ciclos para nuestro caso, debido a que la potencia de la bomba es (BHP) = 2.5 Hp, de acuerdo a la tabla 31, correspondería un valor de 20 ciclos por hora.

PON = Presión de encendido o Arranque = 37 m

POFF = Presión de Apagado o Paro = 17 m

$Q_{MED} = Q_b = 174 \text{ l/min}$

R aire = coeficiente que relaciona el tipo de renovación de aire = 1.0 para hidroneumático de membrana con revisión periódica de la masa de aire.

Resolviendo en la ecuación 26 se obtuvo lo siguiente:

$$W_{th} = \frac{19 * 1.0 * 174 \text{ l/min} (17\text{m} + 10.33)}{1 * 20 * (17 \text{ m} - 37)}$$

$$W_{th} = 391.18 \text{ l/s}$$

$$W_{th} = 101.70 \text{ galones}$$

Una vez obtenido el volumen de 101.70 galones se consultaron a diferentes distribuidores, los cuales disponen de tanques de capacidad máxima de 120 galones, por lo que para cubrir la demanda será necesario instalar 1 tanque con las siguientes características:

Volumen = 120 galones

Diámetro= 0.60 m

Altura = 0.83 m

El tanque hidroneumático seleccionado para la propuesta será de la serie WM, el cual se podrá observar en el Anexo 2, Apéndice E, catálogos de referencia. Este trabajará conjuntamente con un presostato con regulación de 30 a 50 psi, ayudando a mantener el rango presión del tanque de almacenamiento. Ver el Anexo 2, Apéndice E, catálogos de referencia.

2.4.6. RED DE DISTRIBUCIÓN

Para la red de distribución de aguas lluvia se instalarán dos bombas centrífugas, que trabajarán en alternancia evitando así averías y sobrecarga de las bombas, también será necesario colocar un tanque hidroneumático o tanque de presión que permita cumplir con los parámetros de caudal y presión.

La red de distribución principal, parte desde el equipo de bombeo con una sola tubería, mientras que, en la red secundaria o derivación, se instalará tuberías secundarias de material PVC o similares, al igual que piezas de conexión y accesorios, tales como: codos, tees, válvulas, etc.

2.4.6.1. DIÁMETRO DE TUBERÍAS

2.4.6.1.1. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE TUBERÍA DE SUCCIÓN

El diámetro de succión deberá acogerse para velocidades que estén alrededor de 0.6 m/s y 2.5 m/ respectivamente, sin embargo, se considera el valor de velocidad de 1.2 m/s que es la velocidad óptima que recomienda la NEC-11.

Para el cálculo del diámetro de succión se utiliza la ecuación 27 con los siguientes datos:

$Q = 0.00465 \text{ m}^3/\text{s}$. y $V = 1.2 \text{ m/s}$.

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

Ecuación 27 Diámetro de tubería de succión.

Dónde:

D: Diámetro de tubería [m]

A: Área [m²]; $A = \frac{Q[\frac{m^3}{s}]}{V[\frac{m}{s}]}$

π : Constante matemática universal

$$D = \sqrt{\frac{4 * \left(\frac{0.00465 \frac{m^3}{s}}{1.2 \frac{m}{s}} \right)}{\pi}}$$

$$D = 0.062 \text{ m}$$

$$D = 62 \text{ mm} \approx 2.44 \text{ pulg}$$

Por factores de diseño utilizaremos el diámetro comercial quedando entonces:

$$D = 2 \frac{1}{2} \text{ pulg}$$

2.4.6.1.2. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE TUBERÍA DE DESCARGA

El cálculo de la tubería de descarga se utiliza la misma ecuación anteriormente mencionada, con la diferencia de la velocidad media del líquido.

$Q = 0.00465 \text{ m}^3/\text{s}$. y $V = 2.0 \text{ m/s}$.

$$D = \sqrt{\frac{4 * \left(\frac{0.00465 \text{ m}^3/\text{s}}{2 \text{ m/s}} \right)}{\pi}}$$

$$D_s = 0.05 \text{ m}$$

$$D = 50 \text{ mm} \approx 1.9 \text{ pulg}$$

Por factores de diseño utilizaremos el diámetro comercial quedando entonces:

$$D = 2 \text{ pulg}$$

Se colocará en la red de distribución principal y en la derivación al baño 2a, una válvula de compuerta, para efectos de reparación y mantenimiento.

Para establecer el diseño, se considera parámetros para el cálculo en el suministro de agua, en la zona de estudio, entre los cuales se considera:

- La presión mínima en la salida de los aparatos sanitarios será para inodoro con depósito de 3 m.c.a, mientras para inodoro de flúxor será de 10 m.c.a.
- Para el cálculo de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0.6 m/s, y la velocidad máxima de 2.5 m/s.

El diseño del sistema de distribución de aguas lluvia se realizó mediante un software hidráulico denominado EPANET, el cual se enfoca en estudiar el comportamiento de la red para distintas condiciones físicas y operativas (niveles de embalse o estanques, diámetros de tuberías, etc.).

Con el plano que se nos facilitó del departamento de planificación de la EPN, se procedió a ubicar los nodos en la red de agua potable ya existentes. Una vez establecidos la ubicación de los nodos en la red, se ingresó los datos en el software hidráulico (EPANET) los cuales fueron diámetros de las tuberías y la demanda de caudal de agua que se está abasteciendo en el sistema.

Ya ingresados los datos se corre el programa e inmediatamente se obtienen valores de presión, caudales y pérdidas. En el Anexo 2, Apéndice C, se refleja los cálculos de la red de distribución y un informe completo de la información general de los parámetros hidráulicos. En el lado izquierdo de las mismas se adjunta una leyenda en la que se muestran el rango de funcionamiento del sistema, tanto a nivel de presión como de velocidad en la conducción.

La implantación general, red de distribución de reutilización de aguas lluvia se podrá observar en la lámina 6 del Anexo 2, Apéndice D, planos del sistema propuesto de reutilización de aguas lluvia.

Cabe resaltar que se colocará una llave de manguera, instalada a la misma red de distribución de reutilización de aguas lluvia. Esta llave de manguera será utilizada para riego de las zonas verdes, revegetación y jardines cercanos a la zona de estudio, como se puede evidenciar en la implantación en general, red de distribución de reutilización de aguas lluvia lámina 6 del Anexo 2, Apéndice D, planos del sistema propuesto de reutilización de aguas lluvia.

2.4.7. BY-PASS

El by-pass consiste en habilitar el suministro de agua potable cuando no se cuente con aguas lluvia en el tanque de almacenamiento, todo esto deberá realizarse de forma automática, sin embargo, si no existe energía eléctrica será intervenida manualmente por un operador.

A continuación, se describirá la aplicación del by-pass en el sistema, en el cual se colocará dos válvulas check y una electroválvula en la red de aguas lluvia, esto ayudará para que los inodoros de los baños 2 y 2a en ningún momento dejen de ser suministrados por agua.

2.4.7.1. APLICACIÓN DEL BY-PASS EN EL SISTEMA

La aplicación del by-pass inicia cuando el tanque de almacenamiento no cuente con suficiente volumen de aguas lluvia, en este caso entra en funcionamiento la electroválvula, válvula check y el electronivel. El electronivel se encuentra colocado dentro del tanque, permitiendo de esta manera indicar el nivel de agua nivel alto y nivel bajo, para posteriormente enviar una señal a la electroválvula y permitir el ingreso de agua potable a los inodoros.

Por otro lado, el electronivel también censa el nivel de agua (nivel máximo y mínimo) en el tanque de almacenamiento, cuando se encuentre en un nivel máximo, para encender la bomba y forzar al agua e iniciar con su recorrido a la red de distribución de reutilización de aguas lluvia, diseñada para los inodoros de los baños 2 y 2a. En el Anexo 2, Apéndice E, catálogos de referencia, se podrá visualizar la ficha técnica del electronivel.

Es importante señalar que, cuando el tanque este vacío se energizará la electroválvula dentro del by-pass permitiendo salir el fluido de agua potable, y con ayuda de la válvula check impedir el contraflujo.

De esta manera el agua potable seguirá suministrando a los inodoros, hasta que el tanque de almacenamiento cuente con la cantidad necesaria de aguas lluvia. En la figura 37 se presenta el esquema del by- pass.

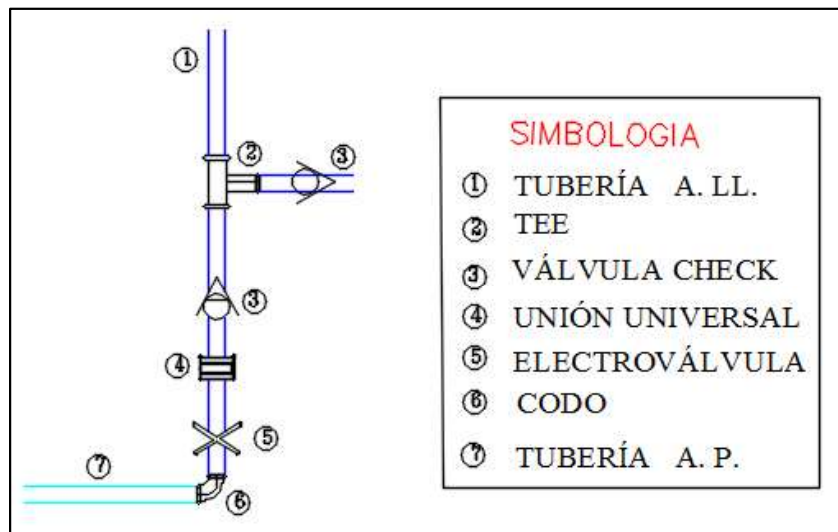


Figura 37 Esquema By –pass

Fuente: Martínez, Paucar (2019)

Finalmente, para el correcto funcionamiento del by-pass se colocará un tablero de control en el cual se conectarán los equipos y/o elementos que requieran ser alimentados por electricidad.

2.4.7.2. TABLERO DE CONTROL

Dentro del sistema de bombeo y by- pass deberá existir un sistema de control de funcionamiento, de manera que se colocará un tablero de control.

En la figura 36, se indica que se contará con dos bombas centrifugas, cada bomba tendrá su propio relé térmico, el cual se abren cuando el tanque de almacenamiento este en su nivel alto de aguas lluvia; empieza a trabajar la bomba 1(B1) mientras, va bajando el nivel

de agua y vuelve a llenarse hasta el nivel máximo, el contactor auxiliar 2 (CA2) se va energizando para que entre a funcionar la bomba 2 (B2).

Así mismo cuando el nivel de agua del tanque este en su nivel mínimo, automáticamente el electronivel dará una señal a la electroválvula para que se abra y deje pasar el fluido de agua potable a los inodoros de los baños 2 y 2a, cabe resaltar que es muy importante el uso del presostato, el cual ayuda a controlar la presión de aguas lluvia que va a ingresar a los inodoros.

En la figura 38, se puede observar un diagrama de control, para el funcionamiento del sistema de bombeo y el by-pass.

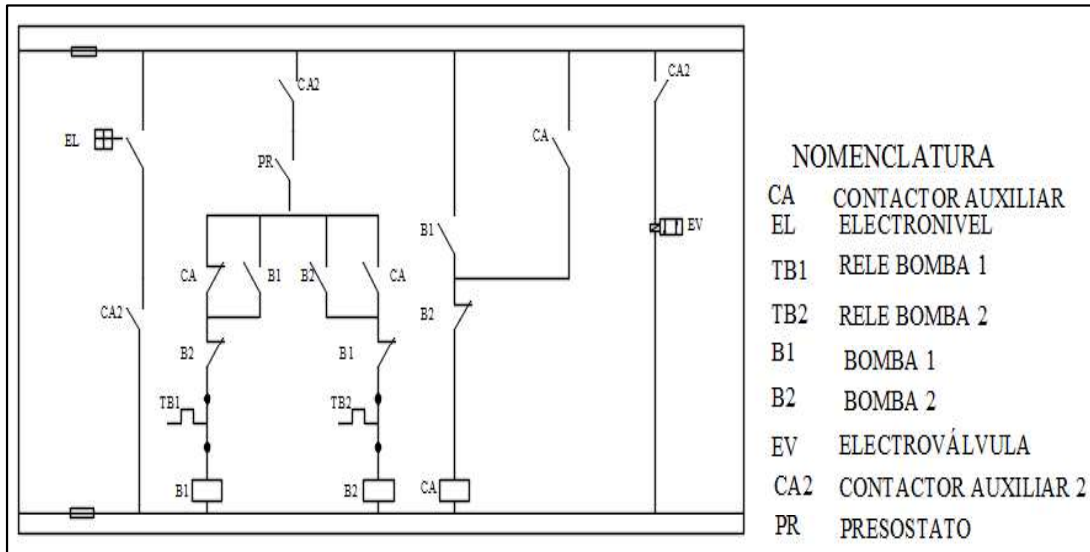


Figura 38 Esquema para el control del funcionamiento del sistema de bombeo.

Fuente: Martínez, Paucar (2019).

La electroválvula se puede observar en el Anexo 2, Apéndice E, catálogos de referencia. Finalmente, se presentarán los detalles del sistema de control y by-pass, en la lámina 7 del Anexo 2, Apéndice D, planos del sistema propuesto de reutilización de aguas lluvia.

3. RESULTADOS

3.1. CONDICIONES ACTUALES DEL SISTEMA

Después de realizar una investigación exploratoria de la zona de estudio, se obtuvo información de la situación actual del sistema de drenaje existente, incluyendo la topografía del terreno.

En este caso, el levantamiento topográfico y el catastro de las cajas de revisión fueron la base para desarrollar el sistema propuesto de reutilización de aguas lluvia. Se determinó el estado actual de la zona de estudio donde se consideró lo siguiente:

- Topografía de la zona de estudio
- Área o superficie de captación
- Sistema de recolección y conducción de aguas lluvia

3.1.1. TOPOGRAFÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Como resultado del levantamiento topográfico se realizó para un área de 883 m² del proyecto, donde se plantaron 4 estaciones en la zona de estudio, obteniendo un total de 71 puntos entre estaciones, puntos de las bajantes de aguas lluvia y puntos de las cajas de revisión.

La mayor cota de terreno es de 2812 m y la menor cota de 2809 m. Es así como la cota promedio o media corresponde a 2810.5 m, lo cual para una mejor representación gráfica se realizó la triangulación y curvas de nivel, donde se evidenció que la zona de estudio se encuentra sobre un terreno plano.

3.1.2. ÁREA DE CAPTACIÓN

Como se describió anteriormente la captación de aguas lluvia se realiza en el techo, siendo el área de captación, uno de los componentes más importantes del sistema, se verificó que el material del techo es de tejas de arcilla, este material es bastante impermeable y tiene la ventaja de tener buena superficie y ser de bajo costo.

En la figura 39 se puede visualizar que el tipo de material de la captación son tejas de arcilla.



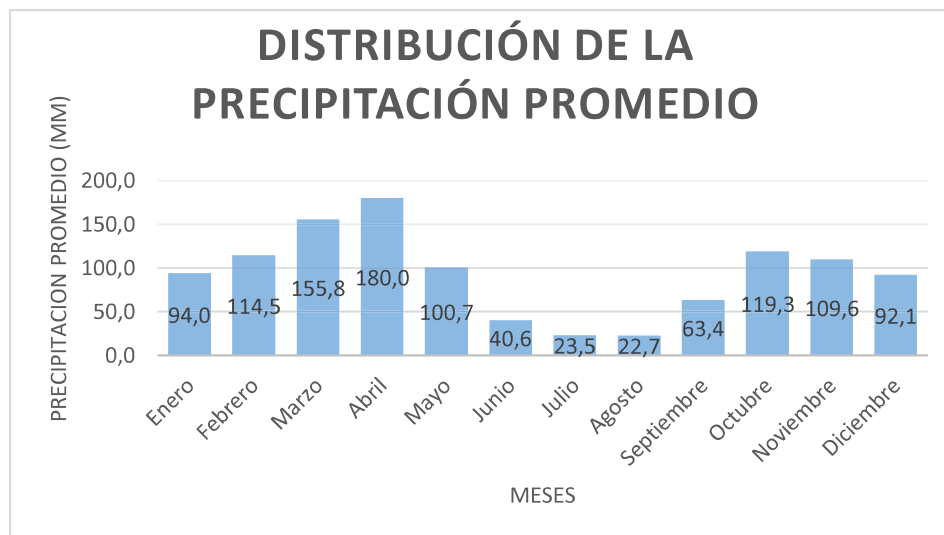
Figura 39 Tipo de Material de captación

Fuente: Martínez, Paucar (2019).

Sin embargo, ciertas tejas se encuentran en mal estado, por lo cual podrían aumentar los sólidos arrastrados por el agua, hacia el sistema de recolección. En este caso se determinó el coeficiente de escorrentía según el tipo de material, según la tabla 28 presenta un coeficiente de escorrentía elevado de 0.9 u 90%.

3.1.2.1. ÁREA DE CAPTACIÓN TOTAL

Se obtuvo un área de captación total de 785.22 m², misma que fue necesario para obtener el volumen de aguas lluvia disponible. A continuación, se muestra en la figura el área total incluida el área efectiva de la zona de estudio y el área de incremento.



Gráfica 2 Distribución de la precipitación promedio en la Estación Iñaquito.

Fuente: Martínez, Paucar (2019).

Ésta gráfica indica que existe un comportamiento bimodal, es decir cuenta con dos periodos lluviosos en el año, el primero corresponde a los meses de febrero, marzo, mayo y el segundo es en los meses de octubre, noviembre y diciembre, siendo el mes de abril el más lluvioso con un total de 180 mm, mientras que, en los meses de julio y agosto se logra un total de 23.5 mm, son los meses de menor cantidad de lluvias que presentan en el año para esta estación.

3.1.3. RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN

3.1.3.1. RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIA

Actualmente la recolección de aguas lluvia se realiza en canaletas instaladas en la parte inferior del techo, en los cuales se recoge el agua que se precipita del área efectiva y el área de incremento, para ser conducidas a gravedad hacia un lugar específico de evacuación. Estas canaletas tienen las siguientes características: material de aluminio, ancho de 0.15 cm y largo 10 m.

En la figura 41 se visualiza la ubicación de la canaleta instalada en la zona de estudio.



Figura 41 Ubicación de las canaletas

Fuente: Martínez, Paucar (2019).

3.1.3.2. CONDUCCIÓN DE AGUAS LLUVIA

Para la conducción del agua pluvial de la zona estudio y sus alrededores, se cuenta con bajantes pluviales de aluminio con un largo 8 m y ancho 0.07 m, instaladas en las paredes en forma vertical y unidas a la campana pluvial, que permite la conducción del agua pluvial captada en el techo hacia las cajas de revisión para finalmente ser conducidas al tanque de almacenamiento.

Mediante el catastro realizado, se determinó la conducción actual del sistema de drenaje pluvial de la zona de estudio y sus alrededores, desde que el agua es captada en el techo hasta las cajas de revisión que actualmente están instaladas. En este caso se verificó cuáles son las cajas de revisión efectivas para la respectiva conducción de agua pluvial al tanque de almacenamiento.

Como se mencionó en el capítulo 2, las cajas de revisión que conducen únicamente aguas lluvia son (1,2,3,10,11,12,13,14,16,17 y 18).

En la figura 42, se presenta las cajas de revisión efectivas y las nuevas cajas de revisión que serán implementadas.

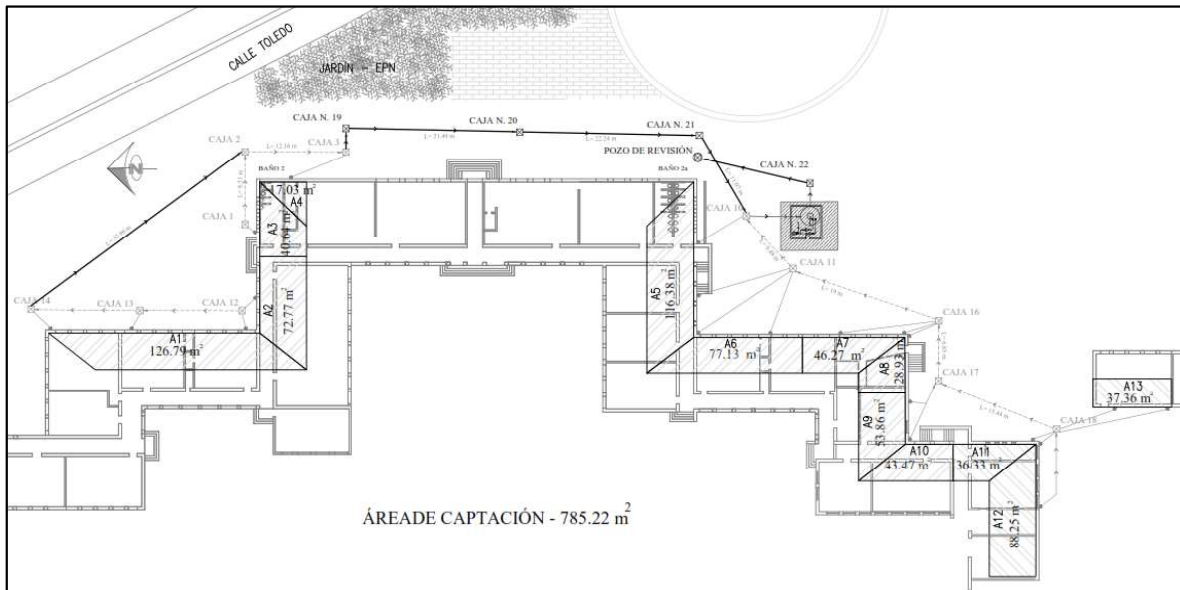


Figura 42 Cajas de revisión efectivas.

Fuente: Martínez, Paucar (2019).

Es importante señalar que la caja de revisión 3 conducirá el agua pluvial a una nueva caja identificada como N19, la cual permitirá que el flujo pluvial siga un nuevo trayecto hacia las cajas nuevas N20 y N21 hasta llegar a la caja 10 para finalmente ser conducidas al tanque de almacenamiento

A continuación, se detalla los resultados obtenidos de los cálculos hidráulicos realizado anteriormente.

3.1.3.2.1. DIÁMETRO Y MATERIAL DE LA TUBERIA DE DRENAJE PLUVIAL

El diámetro de tubería de agua pluvial a implementarse será de 200 mm para todos los tramos cumpliendo de esta manera con lo establecido en la norma de la EMAAP-Q, incluyendo también el material de las tuberías que será de PVC o plástico.

3.1.3.2.2. PROFUNDIDAD DE LA RED PLUVIAL

Debido a la topografía de la zona de estudio, la profundidad mínima es de 0.54 m y una máxima de 1.24 m en la caja de revisión 10, de esta manera se logra que la tubería esté protegida contra posibles rupturas por el paso de vehículos o maquinaria muy pesada.

3.1.3.2.3. BORDE LIBRE

El calado mínimo que se obtuvo en los cálculos es de 0.091 m y el máximo es de 0.183 m, es decir que el cumplimiento del borde libre dentro de la tubería de conducción se da en todos los tramos de la red. Es importante el cumplimiento de este parámetro ya que si se tiene valores inferiores a 0.091 m se produce la acumulación de sedimentos, sin embargo, se puede dar mantenimiento en los tramos en donde se presente un calado inferior realizando inyección de agua periódicamente, considerando los costos que generen las medidas tomadas.

3.2. PLANOS A DETALLE PARA EL SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIA PROPUESTO

De acuerdo a los criterios para el acondicionamiento de los elementos del sistema de reutilización de aguas lluvia, se procedió a realizar los planos respectivos.

A continuación, se describe las láminas que fueron elaboradas para la propuesta de un sistema de reutilización de aguas lluvia.

- 1) Implantación general (Sistema de conducción de aguas lluvia).
- 2) Detalles del sistema de reutilización de aguas lluvia.
- 3) Implantación general (Red de distribución de reutilización de aguas lluvia).
- 4) Detalles del sistema de control y by-pass.

Para mejor percepción y visualización se podrá observar en las láminas respectivas, en los planos del proyecto.

3.3. CANTIDADES DE OBRA

Las cantidades de obra hacen referencia a las características del proyecto, de manera que la utilización de las cantidades de obra es de mucha importancia al momento de realizar el presupuesto referencial, brindándonos una idea de la magnitud de lo que se va a construir, para su posterior análisis de precios unitarios.

3.3.1. ELABORACIÓN DE LAS CANTIDADES DE OBRA

La metodología usada durante este trabajo, fue exclusivamente basada en mediciones de los planos elaborados y con la unidad de costos publicados en los boletines de la CAMICON (Cámara de la Industria de la Construcción).

De acuerdo con estas indicaciones a continuación se realizó un ejemplo de cálculo de cantidad de obra. Cabe mencionar que al iniciar los cálculos se optó por dividir por partes al sistema como: tanque de almacenamiento, caseta equipo de bombeo, red de distribución, cajas de revisión y ambiental.

Rubro: EXCAVACIÓN A MAQUINA

Definición:

Se entiende por excavación, el remover y quitar la tierra y otros materiales, para conformar las zanjas y excavación del suelo o roca que yace bajo la superficie y por encima del nivel según lo que determina el proyecto. Por lo tanto, las excavaciones tienen como función preparar el terreno para la futura construcción del sistema propuesto (EPMAPS, 2014).

Cálculo:

Para el cálculo se ha considerado los siguientes aspectos para el rubro de excavación a máquina para el tanque de almacenamiento.

L (largo): $1.58+0.05+0.5+0.25 = 2.38$ m

H (Ancho): $2.5+0.25+0.25+0.40 = 3.40$ m

P (Profundidad) = 2.38 m

Excavación = 2.38 m x 3.40 m x 2.38 m = 19,25 m³

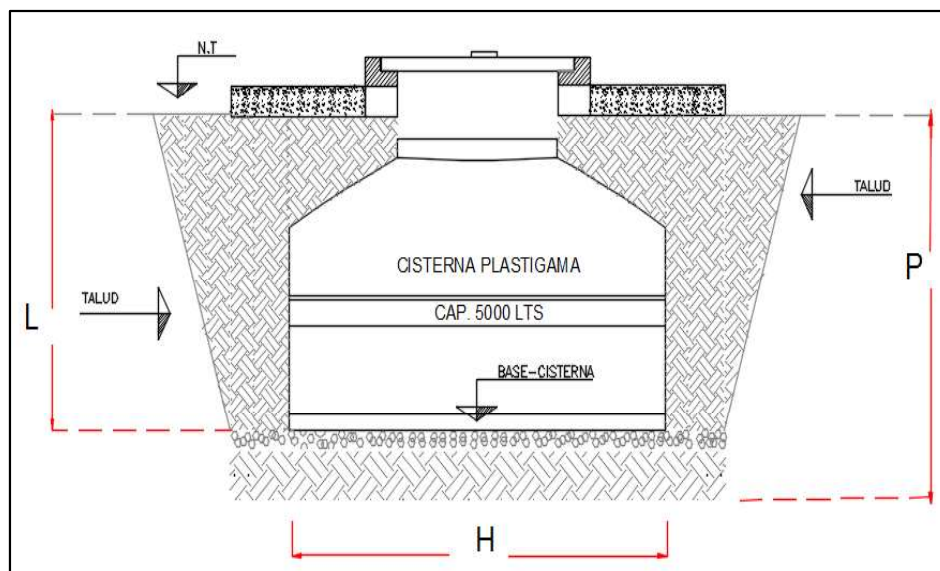


Figura 43 Dimensiones de excavación para colocación del tanque

Fuente: Martínez, Paucar (2019).

Tabla 32 Ejemplo de cálculo de cantidad de obra

TANQUE DE ALMACENAMIENTO					
	ÍTEM	CÓDIGO UNIDAD COSTOS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
3445	8	510402	EXCAVACIÓN A MAQUINA	m3	19,25

Fuente: Martínez, Paucar (2019).

En la tabla 34, se presenta el listado respectivo, en el cual se detalla específicamente la cantidad a utilizarse de cada material que se empleará en la construcción de esta obra, declarando su cantidad y unidad de medida.

3.4. PRESUPUESTO REFERENCIAL

Una parte primordial del presupuesto referencial es la cantidad de obra, ya que nos ayuda a tener el conocimiento de cuál es el monto para la elaboración específica de un rubro.

El presupuesto referencial contiene un listado (ítems) de los componentes de la implantación objeto del proyecto, y en el cual, se determina para cada una de ellas, su correspondiente unidad de medida, cantidad estimada de obra a ejecutar, su precio unitario y el valor parcial de cada una de ellas y posteriormente con ésta hacer la valoración de la obra para su pago.

A continuación, se muestra la tabla y cálculo realizado que se tomó en consideración como ejemplo en cantidad de obra, y posterior a esto referido al presupuesto referencial del rubro antes mencionado.

Cálculo:

Se consideró los siguientes datos: cantidad y precio unitario.

$$19.25 \times 2.24 = 43,12 \$$$

Tabla 33 Ejemplo de cálculo de presupuesto referencial

TANQUE DE ALMACENAMIENTO							
	ÍTEM	CÓDIGO UNIDAD COSTOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
3445	8	510402	EXCAVACIÓN A MÁQUINA	m3	19,25	2,24	43,12

Fuente: Martínez, Paucar (2019).

Finalmente a continuación se adjuntará la respectiva hoja de cálculo del listado completo con el presupuesto referencial total para la implantación de la propuesta planteada.

Tabla 34 Resultados del Presupuesto Referencial

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL							
PRESUPUESTO REFERENCIAL							
PROPUESTA:		SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA					
ELABORADO POR:		Sandra Paucar J.					
		Edgar Martínez					
UBICACION :		ESFOT-ZONA 3					
FECHA :		Martes, 21 de mayo de 2019					
ITEM	CODIGO UNIDAD COSTOS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO 5m3 (OBRA CIVIL)							
7561	1	505121	REPLANTEO Y NIVELACION DE EJES (R)	m	3,00	0,64	1,92
3460	2	509540	EXCAVACION A MAQUINA (R)	m3	19,25	2,24	43,12
6877	3	504089	RASANTEO TERRENO (R)	m2	4,16	0,67	2,79
7568	4	500349	REPLANTILLO DE PIEDRA E=15CMS	m2	0,13	6,16	0,78
772	5	500327	BASE CLASE 2	m3	0,64	25,86	16,47
4983	6	507229	MALLA ELECTROSOLDADA 4.15 (R)	m2	0,38	2,42	0,92
4016	7	505537	HORMIGON SIMPLE f'c=180 kg/cm2 (MANO DE OBRA) (R)	m3	0,64	52,30	33,47
1998	8	506714	COMPACTACION DE TERRENO (PLANCHA COMPAC) (R)	m2	0,38	2,67	1,01
9447	9	502345	TUBERIA PVC Ø 200 mm DESAGUE (MAT/TRANS/INST) (R)	m	6,00	24,12	144,72
9329	10	504247	TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO POLIETILENO HD Ø 200 mm (MAT/TRANS/IN	m	4,00	14,25	57,00
5699	11	500868	PASAMURO PVC LL 63mm (MAT/TRANS/INST)	u	2,00	11,25	22,50
	12		TANQUE DE POLIETILENO	u	1,00	1700,00	1700,00

Continúa tabla 34.

2662	13	504557	DESALOJO MANUAL TIERRA/ESCOMBROS (CARRETILLA, DISTANCIA 50 m)	m3	19,25	6,19	119,16
LINEA DE SUCCIÓN							
10001	14	507576	VALVULA DE PIE Ø 2 " (MAT/TRAN/INST) (R)	u	2,00	57,66	115,32
9499	15	504093	TUBERIA PVC U/E Ø 63 mm 1.25 MPa (MAT/TRANS/INST)	m	1,50	8,92	13,38
1847	16	504112	CODO PVC U/E Ø 63 mm x 90º (R)	u	2,00	10,66	21,32
9771	17	506086	UNION UNIVERSAL PVC Ø 2" (PROVISION/INSTALACION) (R)	u	1,00	20,27	20,27
CASETA Y EQUIPO DE BOMBEO							
7561	18	505121	REPLANTEO Y NIVELACION DE EJES (R)	m	8,00	0,64	5,12
3464	19	507307	EXCAVACION A MAQUINA Y DESALOJO (R)	m3	4,31	6,18	26,64
7568	20	500349	REPLANTILLO DE PIEDRA E=15CMS	m2	0,60	6,16	3,70
4016	21	505537	HORMIGON SIMPLE f'c=180 kg/cm2 (MANO DE OBRA) (R)	m3	0,25	52,30	13,08
3182	22	506619	ENLUCIDO HORIZONTAL PALETEADO (M. O.) (R)	m2	0,60	8,57	5,14
157	23	504504	ACERO REFUERZO fy=4200 kg/cm2 (SUMINISTRO CORTE Y COLOCACION PUENTE) (kg	10,00	1,74	17,40
3130	24	500169	ENCOFRADO/DEENCOFRADO GUIAS DE PARED	m	4,61	10,74	49,51
4038	25	504789	HORMIGON SIMPLE f'c=210 kg/cm2, EN MESON (R)	m3	2,61	184,66	481,96
3200	26	508374	ENLUCIDO VERTICAL Y HORIZONTAL PALETEADO (R)	m2	2,61	10,40	27,14
3110	27	504355	ENCOFRADO/DEENCOFRADO COLUMNAS (M.O) (R)	m2	1,07	5,29	5,66
3949	28	500209	HORMIGON SIMPLE COLUMNAS f'c=210 KG/CM2 (R)	m3	18,57	168,27	3124,77
826	29	506617	BLOQUE ALIVIANADO LOSA 40X20X10 cm (M. O.) (R)	u	216,00	0,41	88,56
3195	30	504350	ENLUCIDO VERTICAL PALETEADO (M.O) (R)	m2	17,24	7,72	133,09
9492	31	504593	TUBERIA PVC U/E Ø 50 mm 1.25 MPa (MAT/TRANS/INST) (R)	m	1,50	7,58	11,37

Continúa tabla 34.

	32	0	BOMBA CENTRIFUGA 2. 5 HP	u	2,00	453,97	907,94
1841	33	504323	CODO PVC U/E Ø 50 mm x 90º (R)	u	1,00	9,80	9,80
8783	34	510819	TEE PVC U/E Ø 50 mm 1.00 MPa (MAT/TRANS/INST) (R)	u	2,00	14,11	28,22
9931	35	507676	VÁLVULA DE COMPUERTA 2" (MAT/TRANS/ INSTALACION ÁREA)	u	2,00	175,04	350,08
	36	0	SWITCH DE PRESION	u	2,00	20,00	40,00
9771	38	506086	UNION UNIVERSAL PVC Ø 2" (PROVISION/INSTALACION) (R)	u	1,00	20,27	20,27
	39		TANQUE HIDRONEUMATICO	u	1,00	300,00	300,00
9855	40	505075	VALVULA CHECK Ø 2" (PROVISION/INSTALACION) (R)	u	1,00	11,52	11,52
	41	0	FILTRO DE ANILLAS	u	1,00	30,00	30,00
1841	42	504323	CODO PVC U/E Ø 50 mm x 90º (R)	u	1,00	9,80	9,80
3362	43	505912	ESTRUCTURA METALICA + CUBIERTA DE GALVALUME e=0.40 mm INC. CUMBRERO	m2	17,64	63,39	1118,20
6030	44	504068	PINTURA DE CAUCHO INTERIOR/EXTERIOR	m2	17,24	4,28	73,79
6563	45	506689	PUERTA METALICA 0.60x2 m (PROVISION/INSTALACION) (R)	u	1,00	97,16	97,16
10206	46	510829	VENTANA FIJA, ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO 6mm (INC. PROVISION/INSTALACION)	u	1,00	57,66	57,66
2662	47	504557	DESALOJO MANUAL TIERRA/ESCOMBROS (CARRETILLA, DISTANCIA 50 m)	m3	4,31	6,19	26,68
CONSTRUCCIÓN DE LINEA DE IMPULSIÓN							
RED DE DISTRIBUCIÓN							
3445	48	510402	EXCAVACION A MAQUINA (R)	m3	117,00	2,24	262,08
6874	49	506274	RASANTEO DE ZANJA A MANO (R)	m2	78,00	1,66	129,48
1304	50	509753	CAMA DE ARENA (MANO DE OBRA) (R)	m3	4,00	1,64	6,56
9492	51	504593	TUBERIA PVC U/E Ø 50 mm 1.25 MPa (MAT/TRANS/INST) (R)	m	78,00	7,58	591,24
1841	52	504323	CODO PVC U/E Ø 50 mm x 90º (R)	u	9,00	9,80	88,20
9931	35	507676	VÁLVULA DE COMPUERTA 2" (MAT/TRANS/ INSTALACION ÁREA)	u	1,00	175,04	175,04
8774	54	510921	TEE PVC U/E Ø 50 mm 1.0 MPa (MAT/TRANS/INST) (R)	u	11,00	14,29	157,19

Continúa tabla 34.

4883	55	502822	LLAVE DE MANGUERA 3/4"(PROVISION E INSTALACION)	u	1,00	11,05	11,05
9863	56	506085	VALVULA CHECK PVC Ø 2" (MATERIAL/INSTALACION) (R)	u	1,00	27,57	27,57
9771	57	506086	UNION UNIVERSAL PVC Ø 2" (PROVISION/INSTALACION) (R)	u	1,00	20,27	20,27
	58	0	ELECTROVALVULA NC	u	1,00	15,00	15,00
7422	59	500059	RELLENO COMPACTADO (MAT. EXCAVACION) (R)	m3	112,00	4,66	521,92
2643	60	500106	DESALOJO DE MATERIAL CARGADO MANUAL (R)	m3	5,00	8,68	43,40
1138	61	507122	CABLE SUCRE 3x10 (MATERIAL/INSTALACION) (R)	m	7,00	4,37	30,59
1136	62	505629	CABLE SUCRE 3 EN 1 Nº 14 (MATERIAL/INSTALACION) (R)	m	7,00	3,96	27,72
CAJAS DE REVISIÓN NUEVAS							
7561	63	505121	REPLANTEO Y NIVELACION DE EJES (R)	m	110,00	0,64	70,40
3445	64	510402	EXCAVACION A MAQUINA (R)	m3	264,00	2,24	591,36
6877	65	504089	RASANTEO TERRENO (R)	m2	88,00	0,67	58,96
9329	66	504247	TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO POLIETILENO HD Ø 200 mm (MAT/TRANS/INST	m	110,00	14,25	1567,50
1206	67	510372	CAJA DE REVISION DE 1.0x1.0x1.50 m HORMIGON SIMPLE CON TAPA MANO DE OB	u	3,00	140,23	420,69
	68		REJILLA METÁLICA 0.30 m x 0.30 m (ABERTURA de 10 mm)	u	1,00	50,00	50,00
AMBIENTAL							
4667	69	507049	LETRERO INFORMATIVO EN TOOL (FABRICACION) (R)	m2	1,00	56,21	56,21
1645	70	500558	CINTA REFLECTIVA DE SEGURIDAD (ROLLO)	u	1,00	23,39	23,39
PRESUPUESTO				SUBTOTAL			14334,24
IVA=12.0% 0				12% IVA			2006,79
PRESUPUESTO MAS IVA				TOTAL			16341,03

Fuente: Martínez, Paucar (2019).

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Se obtuvo información mediante el levantamiento topográfico con el fin de determinar niveles y elevaciones de la zona de estudio de la ESFOT, incluyendo también el catastro respectivo de las cajas de revisión y la conducción del sistema de drenaje existente de la zona de estudio y zonas aledañas; en este caso se determinó las cajas de revisión que servirán para la conducción de aguas lluvia hacia el tanque de almacenamiento.

De esta manera se concluyó que las únicas cajas de revisión aprovechables serán las cajas (1,2,3,10,11,12,13,14,16,17y 18), tomando como referencia el catastro realizado en las cajas de revisión se incluyó tres nuevas cajas de revisión para que las actuales y las nuevas cajas de revisión sean conducidas al tanque de almacenamiento.

Se determinó el volumen disponible de aguas lluvia mediante datos pluviométricos otorgados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el cual posee datos históricos acerca de la cantidad de milímetros de agua lluvia que se precipitan en una región. La estación elegida para determinar el volumen disponible fue la estación Ñaquito en donde se obtuvo un valor mayor de $127.2 \text{ m}^3/\text{mes}$ de volumen máximo que corresponde al mes abril y un valor menor de $16.6 \text{ m}^3/\text{mes}$ de volumen mínimo correspondiente a los meses de julio y agosto. En cuanto a la demanda se obtuvo un valor mayor de $81.9 \text{ m}^3 /\text{mes}$ de consumo y un valor menor de $32 \text{ m}^3/\text{mes}$.

Mediante los cálculos realizados en el capítulo dos, tabla 18 se puede visualizar que el volumen disponible de aguas lluvia es suficiente durante los meses de febrero, marzo, abril y octubre, por ende, el déficit en el resto de meses se deberá cubrir con agua potable a los baños 2 y 2a de la zona de estudio.

Las nuevas cajas de revisión serán de $1.0 \times 1.5 \text{ m}$ con una profundidad máxima de 1.21 m , el diseño de la nueva red de aguas lluvia a implementarse cubre una longitud de 167.92 m , siendo la tubería de material PVC o plástico, este debido a sus características en cuanto a su coeficiente de rugosidad que es muy bajo y por las velocidades que puede soportar. El diámetro de la tubería con la que contará el sistema de reutilización de aguas lluvia será de 200 mm .

Para la filtración en el sistema se colocará como primer filtro una rejilla metálica en la caja 10 que atraparé hojas, sólidos gruesos entre otros, mientras que como segundo filtro se colocará dos válvulas de pie, ubicadas al inicio de la succión evitando así que la bomba succione alguna suciedad y como tercer filtro se instalará un filtro de anillas al inicio de la red de distribución evitando el paso de partículas diminutas y garantizando en un 100% el proceso.

Se determinó un volumen requerido para almacenamiento de 4.1 m³ diario, sin embargo en el mercado existe únicamente tanques de 5, 10 y 20 m³ se optó por utilizar el tanque de 5 m³ de volumen, este tanque será debidamente enterrado y colocado en la excavación previamente realizada.

Se escogió un sistema de bombeo que preste un eficaz servicio y sin interrupciones, de manera que se determinó la potencia de la bomba, el volumen del tanque hidroneumático y accesorios que forman parte del sistema de bombeo; permitiendo de esta manera trabajar de forma continua sin temor a un paro innecesario.

Se realizó el diseño del sistema de distribución de aguas lluvia mediante EPANET y se logró identificar el trayecto de la conducción de agua pluvial hacia los inodoros. Los datos obtenidos de la simulación en cuanto a presiones, velocidades, pérdidas, indica que el sistema operará bajo los parámetros de la norma NEC -11, para que la propuesta funcione con éxito.

Se elaboró las cantidades de obra y presupuesto referencial con valores de la unidad de costos publicados de la CAMICON, para la implantación de la propuesta planteada; lo cual corresponde a un valor de \$ 16341,03 pago que incluye el IVA, así mismo se debe tener en cuenta que los precios establecidos pueden variar debido al mercado.

A pesar de la inversión que se debe realizar para la implantación de la propuesta, esta construcción se ve compensada con ayuda al ecosistema y a nuestro planeta, reutilizando el agua pluvial en vez de que se evacue al drenaje, de esta forma se evitará que el agua pluvial sea desperdiciada y se utilice para los inodoros.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda ejecutar la implantación de la propuesta en los meses de menor precipitación meses los cuales son: julio y agosto de esta manera se asegurará que durante la realización de la obra no exista algún inconveniente.

Para la limpieza y el mantenimiento del tanque de almacenamiento, se deberá realizar mínimo cada 6 meses recomendado por los fabricantes, debido a que los tanques de plástico se ensucian menos que los de hormigón, además se deberá planear una limpieza justo antes del verano (meses más calurosos).

Es recomendable que se realice un mantenimiento preventivo de la red de agua pluvial a implementarse y estructuras complementarias cada vez que se presenten fuertes precipitaciones. Esto con el fin de evitar acumulación de sedimentos en las estructuras y sistemas de filtración.

En la implementación de un sistema de control en el sistema de bombeo de reutilización de aguas lluvia intervienen muchos factores, tanto físicos como mecánicos, en este caso la operación y mantenimiento del sistema deberá ser realizado por personal capacitado, para que el desempeño sea óptimo y confiable.

Es recomendable analizar el sistema de reutilización de aguas lluvia con tanque elevado, lo cual sería la mejor opción, debido a que se obtendría un ahorro significativo en el sistema de bombeo a implementarse, sin embargo, esto requiere un análisis estructural de la zona donde se instalaría, además de un nuevo sistema de trazado.

Para un adecuado funcionamiento del sistema de bombeo, los equipos deben poseer todos sus elementos de protección y control correctamente instalados, sin cables sueltos, conexiones vistas y pisos irregulares.

4.3. BIBLIOGRAFÍA

- Barranco, P. (2013). *Universidad Abierta Interamericana Facultad de Arquitectura – Sede Buenos Aires*. 116.
- Benavidez, A. (2017). *Sistema alternativo de recolección y aprovechamiento de agua lluvia, para una vivienda de interés social en el barrio la Victoria de la localidad de San Cristóbal*. 95.
- Bernis, J. M. F., & Gómez, A. Q. (2010). *Nivelación de terrenos por regresión tridimensional*. 488.
- Castillo, A. (1993). *Bombas y estaciones de bombeo*. 270.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2004). *Guía de diseño para captación de agua lluvia*. 15.
- EPMAPS. (2014). *Manual de seguridad, salud, ambiente, riesgos y relaciones comunitarias en la ejecución de obras de la EPMAPS*. Recuperado de https://www.aguaquito.gob.ec/downloads/manual_de_seguridad_ambiente_riesgos_y_relaciones_comunitari.pdf
- Gonzaga, G. (2015). *Diseño de un sistema de captación de agua lluvia para uso doméstico en la Isla Jambelí, cantón Santa Rosa, provincia de El Oro*. 122.
- Google Earth. (2009). *Ubicación de la zona 3*.
- Herrera, L. (2010). *Captación de agua de lluvia, alternativa sustentable*. 16.
- Morán, W. C. (2009). *Ponencia Universidad Católica del Perú*. 236.
- Moscoso, A. (2012). *Diseño de sistema de captación de lluvia para uso industrial*. 145.
- Muñoz, D. (2015). *Consultoría para establecer un diagnóstico del campus de la Escuela Politécnica Nacional y realizar una propuesta de intervención inmediata y desarrollo estratégico del mismo*. Recuperado de <file:///C:/Users/PC/Desktop/JUNIO-BO/PRESENTACION-EPN-FEBRERO-2015.pdf>
- Navarro, S. (2008). *Topografías y curvas de nivel*. Recuperado de

<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/folleto-topografia-ii.pdf>

Norma Hidrosanitaria NHE Agua. (2011). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11*

Capítulo 16. Recuperado de <file:///C:/Users/PC/Desktop/JUNIO-BO/nec2011-cap-16-norma-hidrosanitaria-nhe-agua-021412.pdf>

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1570. (s. f.).

Perez, R. (2015a). *Instalaciones hidrosanitarias, de gas y de aprovechamiento de aguas*

lluvias en edificaciones. Recuperado de

[http://biblioteca.udla.edu.ec/client/es_EC/default/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f0\\$002fSD_ILS:28168/one?qu=instalaciones+hidrosanitarias%2C+de+gas+y+aprovechamiento+de+aguas+lluvias](http://biblioteca.udla.edu.ec/client/es_EC/default/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:28168/one?qu=instalaciones+hidrosanitarias%2C+de+gas+y+aprovechamiento+de+aguas+lluvias)

Perez, S. (2015b). *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. Recuperado de

<https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1307/course/section/1605/T06.pdf>

Punguil, M., & Navarrete, J. (2009). *Normas de diseño de sistemas para alcantarillado para la EMAAP-Q*. 176.

Quiroga, C. (2016). *Proyecto Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional*. Recuperado de

http://ideportal.iee.gob.ec:8080/catalogo/srv/spa/resources.get?uuid=3c4c2481-c757-415a-a3c3-4e042a03f257&fname=mt_arenillas_cobertura_uso_tierra.pdf&access=public

Reyes, M. C. R., & Rubio, J. J. (2014). *Ing. María Cristina Reyes Cod. 560152 Ing. John Jairo Rubio Cod.560169*. (1), 53.

Rotoplas. (2018). *Sistemas de captación pluvial*. Recuperado de

<http://blog.elreydeltanque.com/2018/>

Tecnólogos. (2017, junio 24). Carrera de Tecnología en Agua y Saneamiento Ambiental.

Recuperado 19 de junio de 2019, de Escuela Politécnica Nacional website:

<https://www.epn.edu.ec/carrera-de-tecnologia-en-agua-y-saneamiento-ambiental/>

Webster, A. (2001). *Estadística aplicada a los negocios y la economía* (Tercera edición).
Colombia.



Wekker, V. (2004). *Sistema hidroneumatico*. Recuperado de
https://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/sistema_hidroneumatico.pdf



4.4. ANEXOS



ANEXO 1



LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN - SITUACIÓN ACTUAL



A. FICHAS CATASTRALES



LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN		Catastro técnico:	Hoja
Número de caja : 1		Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez	ZONA DE ESTUDIO Ubicación: Baño 2
Identificación e ilustración.		Fecha de levantamiento: 12-07-2018 Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad) L= 0.80 m B= 0.80 m Tramo = C1 - C 2 : 9.87 m H: 0.56 m	Cota de terreno (Tapa de Caja)
			
Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)		<u>Tubería que ingresa</u> <i>Tubería de aguas lluvia</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.42 m	<u>Tubería que sale</u> <i>Tubería de drenaje</i> Tramo C1 - C 2 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.56 m
Material de construcción CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.		Observaciones: La caja se encuentra en buen estado físico y un funcionamiento adecuado para el drenaje de agua lluvia hacia el sistema de alcantarillado. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C1-C2.	


LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN		Catastro técnico:	Hoja
Número de caja : 2	Fecha de levantamiento: 12-07-2018	Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez	ZONA DE ESTUDIO Ubicación: Baño 2
Identificación e ilustración.	Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad) L= 0.80 m B= 0.80 m Tramo = C2 - C3 : 12.98 m H: 1.045 m	Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)	Cota de terreno (Tapa de Caja)
			Tubería que <u>ingresa</u> Tubería de drenaje C- 1 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht :1.045 m
 	Material de construcción CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.	<u>Tubería que sale</u> Tubería de drenaje Tramo C2 - C3 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø :160 mm TIPO : Pluvial Ht :1.045 m	2810.95
		Observaciones: La caja se encuentra en estado físico regular y un funcionamiento poco adecuado para el drenaje de agua pluvial debido a obstrucciones presentes como ripio y tierra observadas en la caja. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C2-C3.	



LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN		Catastro técnico: ZONA DE ESTUDIO	Hoja 3
Número de caja : 3	Fecha de levantamiento: 12-07-2018	Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez	Ubicación: Baño 2
Identificación e ilustración.	Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad) L= 0.95 m B= 0.95 m Tramo = C3 - C4 : 12.84 m H: 1.09 m	Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)	Cota de terreno (Tapa de Caja)
	Material de construcción CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.		
		<u>Tubería que ingresa</u>	<u>Tubería que sale</u>
		<u>Tubería de drenaje C- 2</u> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 1.09 m	<u>Tubería aguas lluvia</u> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.42 m
Observaciones: La caja se encuentra en buen estado físico sin embargo se observó una rotura en la tubería la cual obstruye el funcionamiento de drenaje del aguas lluvia hacia el sistema de alcantarillado. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C3-C4.			



LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN		Catastro técnico:	Hoja
Número de caja : 4	Fecha de levantamiento: 12-07-2018	Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez	Ubicación: Baño 2
Identificación e ilustración.		Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)	
		<p><u>Tubería que ingresa</u></p> <p>TUBERIA DE DRENAJE C- 3 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 200 mm TIPO : Pluvial Ht : 1.10 m</p> <p>TUBERIA SANITARIA CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.66 m</p>	<p><u>Tubería que sale</u></p> <p>TUBERIA AGUAS LLUVIA CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.20 m</p> <p>TUBERIA AGUAS LLUVIA CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.25 m</p>
	Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad) L= 0.90 m B= 0.90 m Tramo= C4 - C5 : 19.50 m H: 1.10 m	Cota de terreno (Tapa de Caja)	
	Material de construcción CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.	2810.76	
			
<p>Observaciones: La caja se encuentra en estado físico bueno y un funcionamiento adecuado para el drenaje de agua pluvial hacia el sistema de alcantarillado. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C4-C5.</p>			


LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN		Catastro técnico:	Hoja
Número de caja : 5	Fecha de levantamiento: 12-07-2018	Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez	Ubicación: Baño 2 ^a
Identificación e ilustración.	Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad) L= 0.70 m B= 0.70 m Tramo = C5 - C 6 : 12.61 m H: 1.66 m	Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)	
	Material de construcción CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.	Cota de terreno (Tapa de Caja)	
		2810.74	
			
Observaciones: La caja se encuentra con un estado físico bueno, a la vez se percibe una cantidad de ripio y tierra que a la larga dará un mal funcionamiento con el drenaje de agua lluvia hacia el sistema de alcantarillado. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C5-C6			

LEVANTAMIENTO POZO DE REVISIÓN		Catastro técnico:	Hoja
Número de pozo :		Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez	Ubicación: Baño 2ª
Fecha de levantamiento: 12-07-2018		ZONA DE ESTUDIO	
Identificación e ilustración.		Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)	
		<p><u>Tubería que ingresa</u></p> <p><u>Tubería que sale</u></p>	
Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad) L= 0.80 m B= 0.80 m H: 2.20 m		Cota de terreno (Tapa de Caja)	
Material de construcción CAJA: Hormigón simple TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.		<p><u>Tubería de drenaje C- 5</u></p> <p>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 300 mm TIPO : Pluvial Ht :2.20 m</p>	2810.88
		<p><u>Tubería combinada (4 bajantes de aguas lluvia y sanitario)</u></p> <p>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Sanitario Ht : 1.88 m</p>	
		<p><u>Tubería de drenaje Pz- hacia el Sistema de Alcantarillado Combinado</u></p> <p>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø :300 mm TIPO : Combinado Ht :2.20 m</p>	
<p>Observaciones: El pozo se encuentra en estado físico regular, debido a que se encontró obstrucciones dentro y fuera de él como la existencia de maleza (hierbas), ripio y tierra acumulada, no obstante el funcionamiento del mismo es bueno ya que conduce y drena el agua combinada y recolectada de toda la zona 3 de los baños 2 y 2a hacia el sistema de alcantarillado. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el pozo.</p>			



LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN		Catastro técnico:	Hoja
Número de caja : 9	Fecha de levantamiento: 12-07-2018	Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez	ZONA DE ESTUDIO
Identificación e ilustración.	<p>Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad)</p> <p>L= 0.80 m B= 0.80 m Tramo = C9 - C8 : 9.00 m H: 0.55 m</p>	Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)	Cota de terreno (Tapa de Caja)
			<p><u>Tubería que ingresa</u></p> <p><i>Tubería aguas lluvia</i></p> <p>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.45 m</p>
	<p>Material de construcción</p> <p>CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.</p>	<p><u>Tubería que sale</u></p> <p><i>Tubería de drenaje</i> Tramo C9 - C8</p> <p>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.55 m</p>	2811.56
		<p><u>Tubería que ingresa</u></p> <p><i>Tubería aguas lluvia</i></p> <p>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.35 m</p>	
<p>Observaciones: La caja se encuentra en estado físico bueno y un funcionamiento adecuado para el drenaje de aguas lluvia. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C9-C8</p>			


LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN		Catastro técnico:	Hoja
Número de caja : 8	Fecha de levantamiento: 12-07-2018	Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez	ZONA DE ESTUDIO
Identificación e ilustración.	<p>Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad)</p> <p>L= 0.80 m B= 0.80 m Tramo= C8- C7 : 29.3 m H: 0.60 m</p> <p>Material de construcción</p> <p>CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.</p>	Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)	Cota de terreno (Tapa de Caja)
			<p><u>Tubería que ingresa</u></p> <p><i>Tubería drenaje C-8</i></p> <p>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.60 m</p>
		<p>Observaciones: La caja se encuentra en estado físico regular debido a que se encuentra con obstáculos dentro de la caja como son telarañas, hierbas entre otros sin embargo el funcionamiento es muy bueno para el drenaje de aguas lluvia. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C8-C7</p>	

LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN		Catastro técnico:	Hoja
Número de caja : 7	Fecha de levantamiento: 12-07-2018	Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez	Ubicación: Parte Frontal zona 3
Identificación e ilustración.	Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad) L= 1.00 m B= 1.00 m Tramo = C7 - Pz : 23.8 m H: 1.23 m	Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)	
	Material de construcción CAJA: Hormigón simple TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.	<u>Tubería que ingresa</u>	<u>Tubería que sale</u>
		<p><i>Tubería drenaje C-7</i></p> <p>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.40 m</p> <p><i>Tubería aguas lluvia</i></p> <p>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.22 m</p>	<p><i>Tubería drenaje Tramo C7 - Pz</i></p> <p>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 1.23 m</p> <p><i>Tubería aguas lluvia</i></p> <p>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 1.18 m</p>
			
<p>Observaciones: La caja actualmente se encuentra en estado físico deteriorable debido a que se percibió abundante crecimiento de hierba dentro y fuera de la caja así mismo se encontró tierra acumulada y ripio lo cual con el pasar del tiempo el funcionamiento no será el mismo, para la recolección de aguas lluvia que luego se conducirá hacia el sistema de alcantarillado. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C7-Pz</p>			



LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN		Catastro técnico:		Hoja
		ZONA DE ESTUDIO		10
Número de caja : 12	Fecha de levantamiento: 12-07-2018	Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez		Ubicación: Baño 2
Identificación e ilustración.	Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad)	Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)		Cota de terreno (Tapa de Caja)
	L= 0.80 m B= 0.80 m Tramo = C12 – C13 : 12.7 m H: 0.58 m			
	Material de construcción	<u>Tubería que ingresa</u>	<u>Tubería que sale</u>	2811.44
	CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.	<i>Tubería de aguas lluvia</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.33 m <i>Tubería de aguas lluvia</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.23 m	<i>Tubería de drenaje</i> Tramo C12 – C13 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.58 m	
Observaciones: La caja se encuentra en buen estado físico y un funcionamiento adecuado para el drenaje de aguas lluvia hacia el sistema de alcantarillado. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C12-C13.				



LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN

Catastro técnico: ZONA DE ESTUDIO		Hoja 11	
Número de caja : 13		Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez	
Fecha de levantamiento: 12-07-2018		Ubicación: Baño 2	
Identificación e ilustración.		Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)	
Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad) L= 0.80 m B= 0.80 m Tramo = C13 – C14 : 12.2 m H: 0.85 m		Cota de terreno (Tapa de Caja)	
Material de construcción		<u>Tubería que ingresa</u> <i>Tubería drenaje C13</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.85 m <i>Tubería de aguas lluvia</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.20 m	
CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.		<u>Tubería que sale</u> <i>Tubería de drenaje</i> Tramo C13 - C 14 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.85 m	
			
Observaciones: La caja se encuentra en buen estado físico y un funcionamiento adecuado para el drenaje de aguas lluvia hacia el sistema de alcantarillado. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C1-C2.			



LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN		Catastro técnico:	Hoja
		ZONA DE ESTUDIO	12
Número de caja : 14	Fecha de levantamiento: 12-07-2018	Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez	Ubicación: Baño 2
Identificación e ilustración.	Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad) L= 0.90 m B= 0.90 m Tramo = C14 – C15 : 9.87 m Hi: 1.00 m	Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)	Cota de terreno (Tapa de Caja)
	Material de construcción CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.		
		<u>Tubería que sale</u> <i>Tubería de drenaje</i> Tramo C14 – C15 CANT.: 1 Unidad MAT.: PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 1.00 m	2811.43
Observaciones: La caja se encuentra en buen estado físico y un funcionamiento adecuado para el drenaje de aguas lluvia hacia el sistema de alcantarillado. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C14-C15.			

LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN



Catastro técnico: ZONA DE ESTUDIO		Hoja 13							
Número de caja : 15		Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez							
Fecha de levantamiento: 12-07-2018		Ubicación: Baño 2							
Identificación e ilustración.		Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)							
		Cota de terreno (Tapa de Caja)							
	Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad) L= 0.90 m B= 0.90 m H: 1.25	<p><u>Tubería que ingresa</u></p> <table border="1"> <tr> <td> <p><i>Tubería drenaje C15</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht :1.25 m</p> </td> <td> <p><i>Tubería de agua potable (agua de grifo)</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 90 mm TIPO : Pluvial Ht :0.20 m</p> </td> <td> <p><i>Tubería de drenaje</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht :1.25 m</p> </td> </tr> <tr> <td> <p><i>Tubería de aguas lluvia</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht :0.23 m</p> </td> <td> <p><i>Tubería de aguas lluvia</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht :0.23 m</p> </td> <td> <p><i>Tubería de drenaje</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht :1.25 m</p> </td> </tr> </table>		<p><i>Tubería drenaje C15</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht :1.25 m</p>	<p><i>Tubería de agua potable (agua de grifo)</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 90 mm TIPO : Pluvial Ht :0.20 m</p>	<p><i>Tubería de drenaje</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht :1.25 m</p>	<p><i>Tubería de aguas lluvia</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht :0.23 m</p>	<p><i>Tubería de aguas lluvia</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht :0.23 m</p>	<p><i>Tubería de drenaje</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht :1.25 m</p>
	<p><i>Tubería drenaje C15</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht :1.25 m</p>	<p><i>Tubería de agua potable (agua de grifo)</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 90 mm TIPO : Pluvial Ht :0.20 m</p>	<p><i>Tubería de drenaje</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht :1.25 m</p>						
<p><i>Tubería de aguas lluvia</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht :0.23 m</p>	<p><i>Tubería de aguas lluvia</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht :0.23 m</p>	<p><i>Tubería de drenaje</i> CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht :1.25 m</p>							
Material de construcción	<p>CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación</p> <p>TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.</p>								
<p>Observaciones: La caja se encuentra en buen estado físico y un funcionamiento adecuado para el drenaje de aguas lluvia hacia el sistema de alcantarillado. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C15.</p>									



LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN		Catastro técnico:	Hoja
Número de caja : 11	Fecha de levantamiento: 12-07-2018	Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez	ZONA DE ESTUDIO 14
Identificación e ilustración. 	Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad) L= 0.80 m B= 0.80 m Tramo = C11 – C10 : 8.60 m H: 1.19	Ubicación: Baño 2	
		Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)	
	Material de construcción CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.	<u>Tubería que ingresa</u>	<u>Tubería que sale</u>
		Tubería drenaje C11 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 200 mm TIPO : Pluvial Ht :1.19 m Tubería de aguas lluvia CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht :0.58 m	Tubería de aguas lluvia CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht :0.58 m Tubería de Drenaje CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø :200 mm TIPO : Pluvial Ht :1.19 m
Observaciones: La caja actualmente se encuentra en estado físico deteriorable debido a que se percibió abundante crecimiento de maleza dentro y fuera de la caja lo cual con el pasar del tiempo el funcionamiento no será el mismo, para la recolección de aguas lluvia que luego se conducirá hacia el sistema de alcantarillado. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C10-C11.			


LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN

Número de caja : 10 		Fecha de levantamiento: 12-07-2018		Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez		Catastro técnico: ZONA DE ESTUDIO		Hoja 14	
		Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad) L= 0.80 m B= 0.80 m Tramo = C10 – Pz : 8.40 m Hi: 1.40 m		Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)		Ubicación: Baño 2		Cota de terreno (Tapa de Caja)	
Identificación e ilustración. 		Material de construcción CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.		<u>Tubería que ingresa</u> Tubería drenaje C10 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 200 mm TIPO : Pluvial Ht :1.40 m		<u>Tubería que sale</u> Tubería de drenaje Tramo C10-C6 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø :200 mm TIPO : Pluvial Ht :1.40 m		2810.39	
Observaciones: La caja actualmente se encuentra en estado deteriorable debido a que se percibió crecimiento de maleza dentro de la caja además existe presencia de material de concreto y tierra abundante dentro de la caja lo cual con el pasar del tiempo el funcionamiento no será el mismo, para la recolección de aguas lluvia que luego se conducirá hacia el sistema de alcantarillado. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C11-C6.									

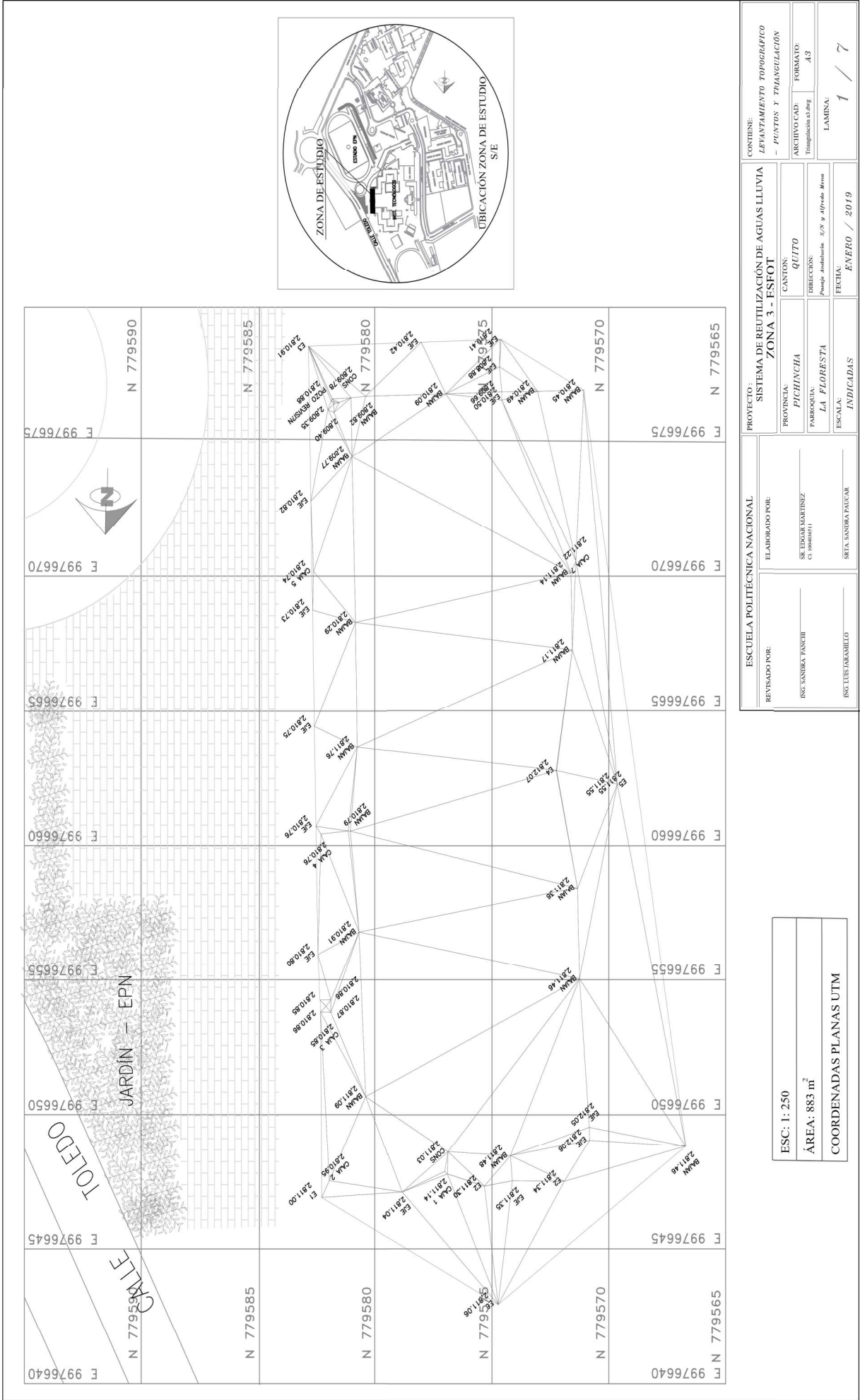
LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN

Catastro técnico: ZONA DE ESTUDIO		Hoja 15							
Número de caja : 18		Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez							
Fecha de levantamiento: 25-10-2018		Ubicación: Baño 2ª							
Identificación e ilustración.		Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)							
		<p align="center"><u>Tubería que ingresa</u></p> <table border="1"> <tr> <td><u>Tubería de aguas lluvia</u></td> <td><u>Tubería de aguas lluvia</u></td> </tr> <tr> <td>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.70 m</td> <td>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.55 m</td> </tr> <tr> <td><u>Tubería de aguas lluvia</u></td> <td><u>Tubería de aguas lluvia</u></td> </tr> <tr> <td>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.65 m</td> <td>CANT. : 4 Unidades MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.50 m</td> </tr> </table>		<u>Tubería de aguas lluvia</u>	<u>Tubería de aguas lluvia</u>	CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.70 m	CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.55 m	<u>Tubería de aguas lluvia</u>	<u>Tubería de aguas lluvia</u>
<u>Tubería de aguas lluvia</u>	<u>Tubería de aguas lluvia</u>								
CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.70 m	CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.55 m								
<u>Tubería de aguas lluvia</u>	<u>Tubería de aguas lluvia</u>								
CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.65 m	CANT. : 4 Unidades MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.50 m								
<p align="center"><u>Tubería que sale</u></p> <p align="center"><u>Tubería que drenaje</u></p> <p align="center">Tramo C18-C17</p> <p>CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.70 m</p>		Cota de terreno (Tapa de Caja)							
<p align="center">Material de construcción</p> <p>CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación</p> <p>TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.</p>									
<p>Observaciones: La caja actualmente se encuentra en estado físico deteriorable debido a que hay tierra abundante, basura entre otros dentro de la caja, lo cual con el pasar del tiempo puede afectar en el funcionamiento del mismo, para la debida recolección de aguas lluvia que luego se conducirá hacia el sistema de alcantarillado. Además cabe destacar que en la tubería de aguas lluvia con diámetro de 1.60 mm viene recogiendo aguas lluvia de 5 bajantes del lado lateral de aulas de Facultad de Ingeniería Petróleos. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C18-C17.</p>									

LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN		Catastro técnico:	Hoja			
Número de caja : 17	Fecha de levantamiento: 12-07-2018	Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez	ZONA DE ESTUDIO Ubicación: Baño 2ª			
Identificación e ilustración.	 Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad) L= 0.80 m B= 0.80 m Tramo = C17 – C16 : 4,40 m H: 0,85m	Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)	Cota de terreno (Tapa de Caja)			
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tubería que <u>ingresa</u></th> <th>Tubería de <u>aguas lluvia</u></th> <th>Tubería que <u>sale</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> Tubería drenaje C17 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0,85 m </td> <td> Tubería de aguas lluvia CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht : 0,85m </td> <td> Tubería de Drenaje Tramo C10-C6 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0,85 m </td> </tr> </tbody> </table>	Tubería que <u>ingresa</u>	Tubería de <u>aguas lluvia</u>	Tubería que <u>sale</u>
Tubería que <u>ingresa</u>	Tubería de <u>aguas lluvia</u>	Tubería que <u>sale</u>				
Tubería drenaje C17 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0,85 m	Tubería de aguas lluvia CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht : 0,85m	Tubería de Drenaje Tramo C10-C6 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0,85 m				
	Material de construcción CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.	Observaciones: La caja actualmente se encuentra en estado físico deteriorable debido a que se percibió gran cantidad de hierba seca, hojas de árboles dentro de la caja además existe presencia de material de concreto y tierra abundante, lo cual con el pasar del tiempo el funcionamiento no será el mismo, para la respectiva recolección de aguas lluvia que luego se conducirá hacia el sistema de alcantarillado. Cabe mencionar que dentro del catastro de esta caja se observó instalado una tubería de 200 mm dentro de esta tubería existe otra tubería de 160 mm que en un futuro será un problema para la correcta evacuación de aguas lluvia. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C17-C16.				

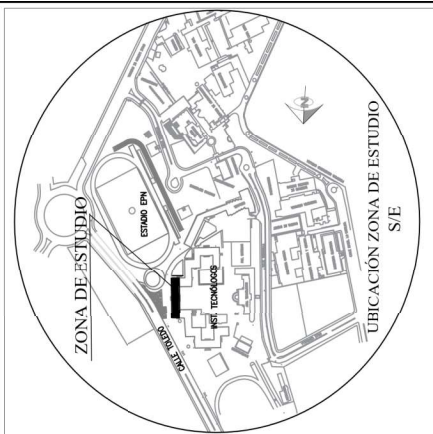
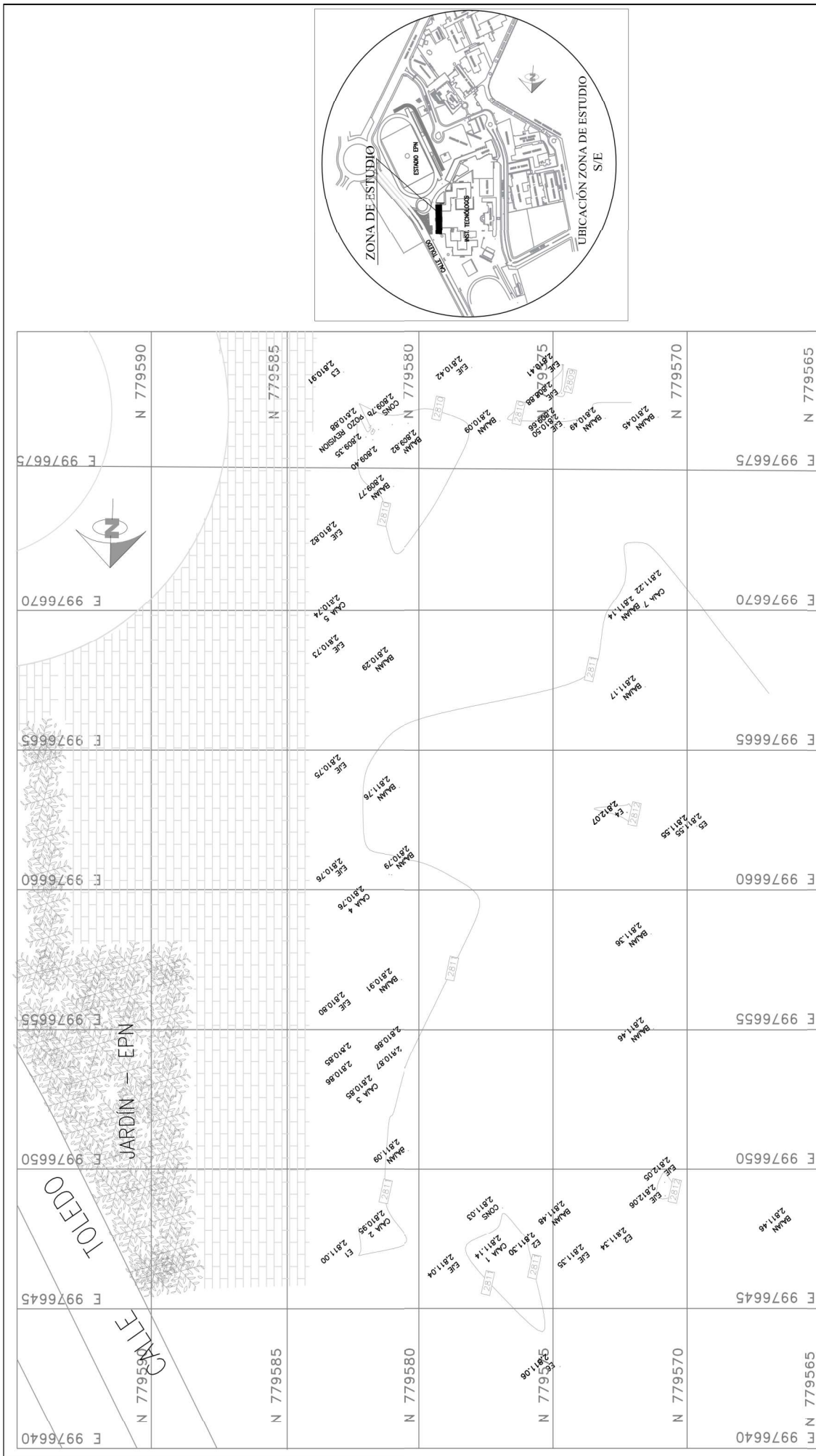
LEVANTAMIENTO DE CAJAS DE REVISIÓN		Catastro técnico:	Hoja
Número de caja : 16	Fecha de levantamiento: 12-07-2018	Elaborado por: Sandra Paucar J. Edgar Martínez	ZONA DE ESTUDIO Baño 2ª
Identificación e ilustración.	Dimensiones (largo, ancho, distancia entre cajas y profundidad)	Características de tuberías (material, diámetros y tipo de caudal)	Cota de terreno (Tapa de Caja)
	L= 0.80 m B= 0.80 m Tramo = C16 – C11 : 21.60 m H: 0.90 m		
	Material de construcción	<u>Tubería que ingresa</u> <u>Tubería que sale</u>	
	CAJA: Hormigón simple y la respectiva cimentación TAPA: Hormigón armado, cerco metálico.		<u>Tubería drenaje</u> C16 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.90 m <u>Tubería de aguas lluvia</u> CANT. : 2 Unidad MAT. : PVC Ø : 110 mm TIPO : Pluvial Ht : 0.50 m <u>Tubería de drenaje</u> Tramo C16-C11 CANT. : 1 Unidad MAT. : PVC Ø : 160 mm TIPO : Pluvial Ht : 1.40 m
Observaciones: La caja actualmente se encuentra en estado físico deteriorable debido a que existe presencia de material de concreto y tierra abundante dentro de la caja lo cual con el pasar del tiempo el funcionamiento no será el mismo, para la recolección de aguas lluvia que luego se conducirá hacia el sistema de alcantarillado. En la lámina 4 de 7, implantación general conducción de aguas lluvia, se puede evidenciar el tramo C16-C11.			

B. PLANOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



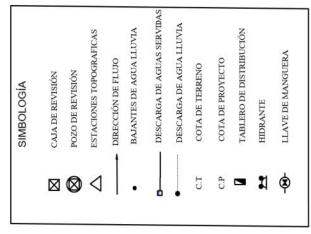
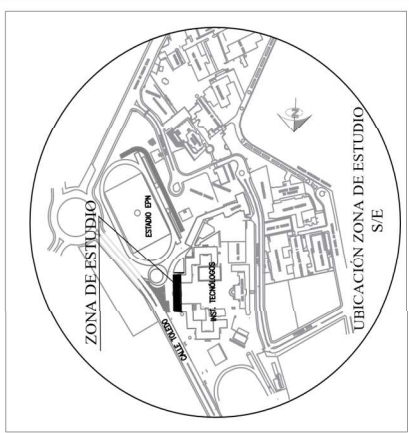
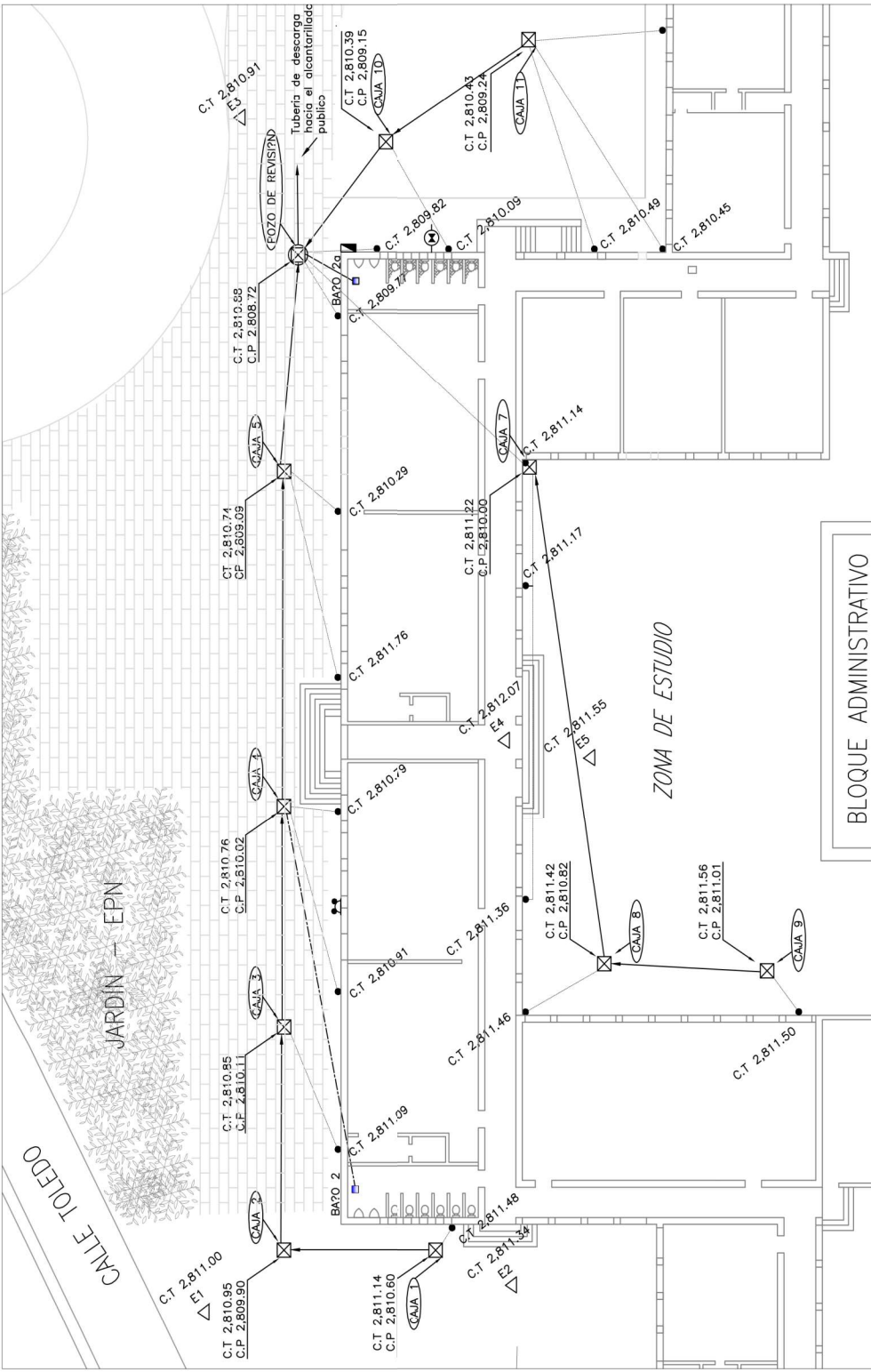
ESC: 1: 250
 ÁREA: 883 m²
 COORDENADAS PLANAS UTM

REVISADO POR: ING. SANDRA PANCHI		ELABORADO POR: SE. EDGAR GUARIN	
REVISADO POR: ING. LUIS TORRES		ELABORADO POR: SE. SANDRA PANCHI	
ESCALA: INDICADAS		ESCALA: INDICADAS	
FECHA: ENERO / 2019		FECHA: ENERO / 2019	
LAMINA: 1 / 7		LAMINA: 1 / 7	
PROYECTO: SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIA ZONA 3 - ESEOT			
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL			
PROVINCIAS: PICHINCHA		CANTÓN: QUITO	
PARROQUIAS: LA FLORESTA		UBICACION: Pucallpa, Arequipa, 5/8 y Alfredo Arana	
CONTIENE: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO - PUNTOS Y TRIANGULACIÓN			
ARCHIVO CAD: FORMATO: A3			



REVISADO POR: ING. SANDRA FANCHI		ELABORADO POR: SR. EDGAR MARTINEZ C.I. 09083511	
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		PROYECTO: SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIA ZONA 3 - ESFOT	
ING. LUIS FAREMILLO	ING. SANDRA FANCHI	PICHINCHA	QUITO
LA FLORESTA	PARRAQUITA:	CANTÓN:	QUITO
INDICADAS	S/N a Alfredo Arévalo	DIRECCIÓN:	Pampa Amanteña S/N a Alfredo Arévalo
ENERO / 2019	FECHA:	LÁMINA:	2 / 7

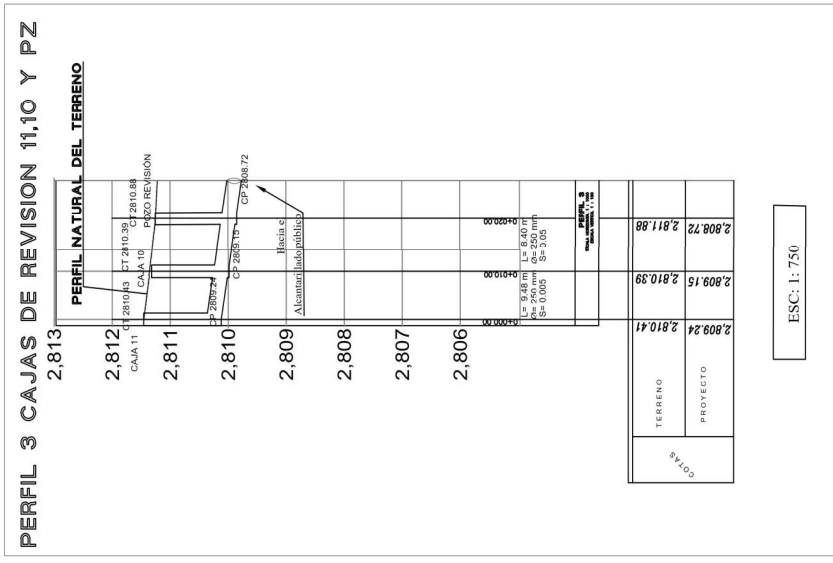
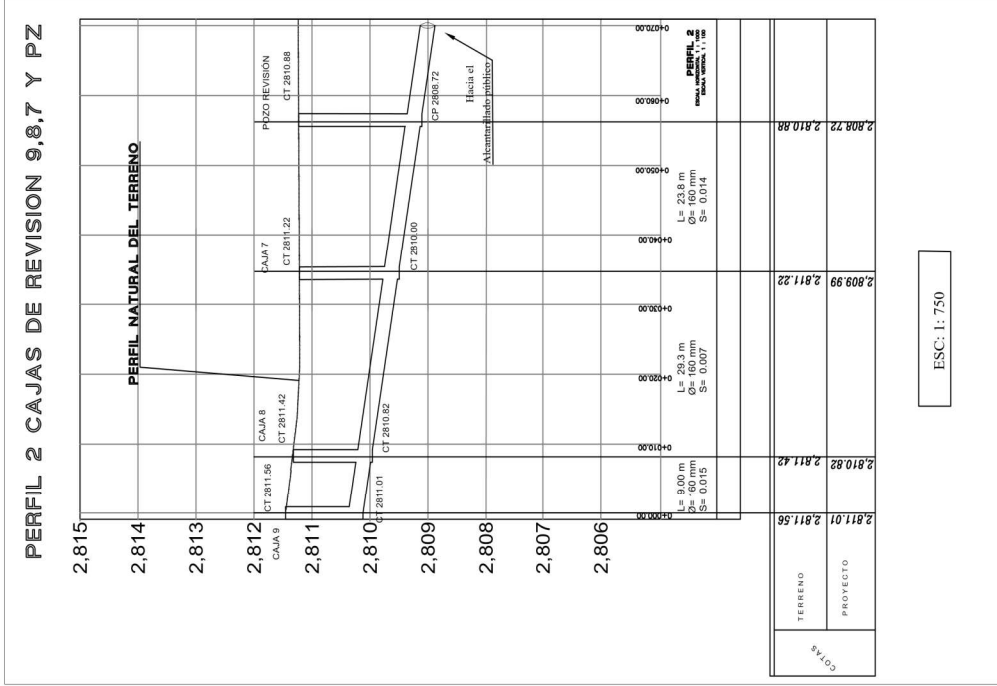
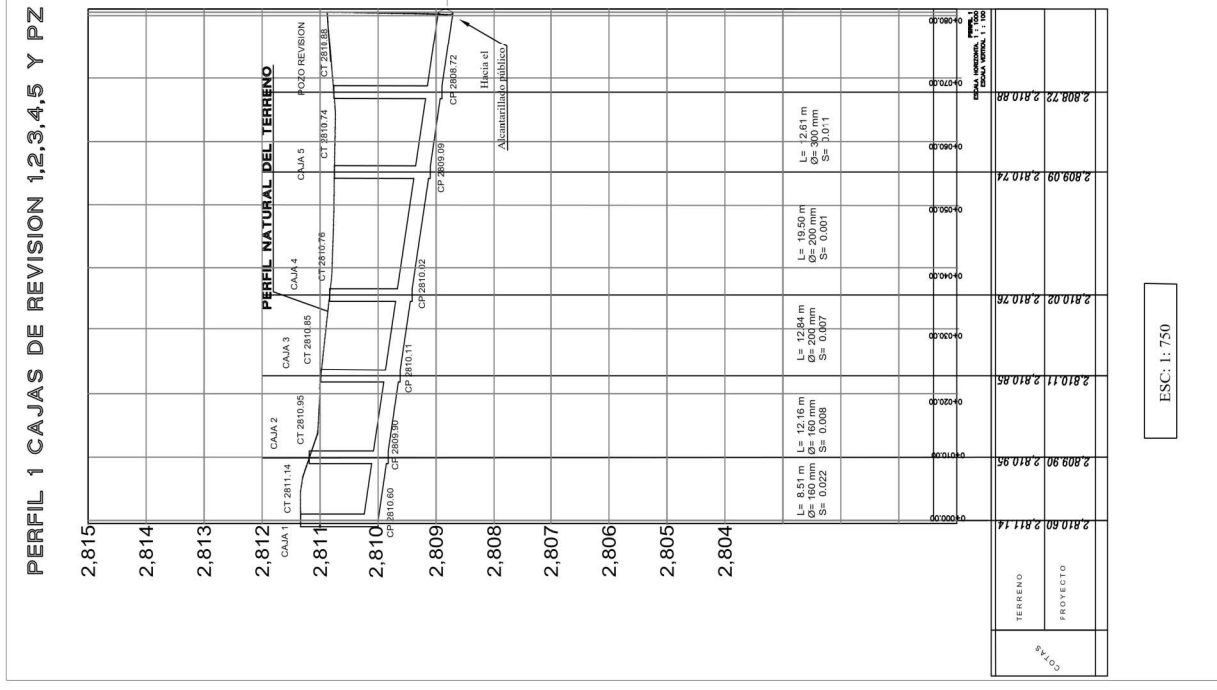
ESC: 1:250
ÁREA: 883 m ²
COORDENADAS PLANAS UTM



ESC: 1: 250
 ÁREA: 883 m²

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ELABORADO POR: ING. SANDRA FAUCAR		PROYECTO: SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIA ZONA 3 - ESFOI		CONTENIDO: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO - SISTEMA DE DRENAJE	
REVISADO POR: ING. SANDRA PANCHI		PROVINCIAS: PICHINCHA		ARCHIVO CAD: Sistema de drenaje extensión: 2.dwg	
ING. LUIS JARAMILLO		PARROQUIA: LA FLORESTA		CANTÓN: QUITO	
SETA SANDRA FAUCAR		ESCALA: INDICADAS		DIRECCIÓN: Parque Andarhuza 8/9 y Alfredo Merino	
		FECHA: ENERO / 2019		LAMINA: 3 / 7	

B. PERFILES LONGITUDINALES DEL SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE



COPIA

ESC: 1: 750

SIMBOLOGIA

- CJ COTA TERRENO
- CP COTA PROYECTO
- L LONGITUD
- Ø DIAMETRO
- S PENDIENTE

PROYECTO: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ELABORADO POR: _____

REVISADO POR: _____

ING. SANDRA PANCHI

SE. EDGAR MARTINEZ

CI. 1040401

ING. LUIS JARAMILLO

SE. SANDRA PAUCAR

PROYECTO: SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIA

ZONA 3 - ESPT

PROVINCIA: PICHINCHA

CANTON: QUITO

PARROQUIA: LA FLORESTA

ESCALA: INDICADAS

CONTIENE: PERFILES LONGITUDINALES DEL SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE

ARCHIVO CAD: perfil3 longitudinalizado s1.dwg

FORMATO: A3

LAMINA: 1 / 1

FECHA: ENERO / 2019


**ANEXO 2 SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DEL
AGUAS LLUVIA PROPUESTO**

A. ÁBACO DE RELACIONES HIDRÁULICAS

Q/Q_0	Rel.	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	V/V_0	0,000	0,292	0,362	0,400	0,427	0,453	0,473	0,492	0,505	0,520
	d/D	0,000	0,092	0,124	0,148	0,166	0,182	0,196	0,210	0,220	0,232
	R/R_0	0,000	0,239	0,315	0,370	0,410	0,449	0,481	0,510	0,530	0,554
	H/D	0,000	0,041	0,067	0,086	0,102	0,116	0,128	0,140	0,151	0,161
0,1	V/V_0	0,540	0,553	0,570	0,580	0,590	0,600	0,613	0,624	0,634	0,645
	d/D	0,248	0,258	0,270	0,280	0,289	0,298	0,308	0,315	0,323	0,334
	R/R_0	0,586	0,606	0,630	0,650	0,668	0,686	0,704	0,716	0,729	0,748
	H/D	0,170	0,179	0,188	0,197	0,205	0,213	0,221	0,229	0,236	0,244
0,2	V/V_0	0,658	0,664	0,672	0,680	0,687	0,695	0,700	0,706	0,713	0,720
	d/D	0,346	0,353	0,362	0,370	0,379	0,386	0,393	0,400	0,409	0,417
	R/R_0	0,768	0,780	0,795	0,809	0,824	0,838	0,848	0,860	0,874	0,886
	H/D	0,251	0,258	0,266	0,273	0,280	0,287	0,294	0,300	0,307	0,314
0,3	V/V_0	0,729	0,732	0,740	0,750	0,755	0,760	0,768	0,776	0,781	0,787
	d/D	0,424	0,431	0,439	0,447	0,452	0,460	0,468	0,476	0,482	0,488
	R/R_0	0,896	0,907	0,919	0,931	0,938	0,950	0,962	0,974	0,983	0,992
	H/D	0,321	0,328	0,334	0,341	0,348	0,354	0,361	0,368	0,374	0,381
0,4	V/V_0	0,796	0,802	0,806	0,810	0,816	0,822	0,830	0,834	0,840	0,845
	d/D	0,498	0,504	0,510	0,516	0,523	0,530	0,536	0,542	0,550	0,557
	R/R_0	1,007	1,014	1,021	1,028	1,035	1,043	1,050	1,056	1,065	1,073
	H/D	0,388	0,395	0,402	0,408	0,415	0,422	0,429	0,436	0,443	0,450
0,5	V/V_0	0,850	0,855	0,860	0,865	0,870	0,875	0,880	0,885	0,890	0,895
	d/D	0,563	0,570	0,576	0,582	0,588	0,594	0,601	0,608	0,615	0,620
	R/R_0	1,079	1,087	1,094	1,100	1,107	1,113	1,121	1,125	1,129	1,132
	H/D	0,458	0,465	0,472	0,479	0,487	0,494	0,502	0,510	0,518	0,526
0,6	V/V_0	0,900	0,903	0,908	0,913	0,918	0,922	0,927	0,931	0,936	0,941
	d/D	0,626	0,632	0,639	0,645	0,651	0,658	0,666	0,672	0,678	0,686
	R/R_0	0,136	1,139	1,143	1,147	1,151	1,155	1,160	1,163	1,167	1,172
	H/D	0,534	0,542	0,550	0,559	0,568	0,576	0,585	0,595	0,604	0,614
0,7	V/V_0	0,945	0,951	0,955	0,958	0,961	0,965	0,969	0,972	0,975	0,980
	d/D	0,692	0,699	0,705	0,710	0,719	0,724	0,732	0,738	0,743	0,750
	R/R_0	1,175	1,179	1,182	1,184	1,188	1,190	1,193	1,195	1,197	1,200
	H/D	0,623	0,633	0,644	0,654	0,665	0,677	0,688	0,700	0,713	0,725
0,8	V/V_0	0,984	0,987	0,990	0,993	0,997	1,001	1,005	1,007	1,011	1,015
	d/D	0,756	0,763	0,770	0,778	0,785	0,791	0,798	0,804	0,813	0,820
	R/R_0	1,202	1,205	1,208	1,211	1,214	1,216	1,219	1,219	1,215	1,214
	H/D	0,739	0,753	0,767	0,783	0,798	0,815	0,833	0,852	0,871	0,892
0,9	V/V_0	1,018	1,021	1,024	1,027	1,030	1,033	1,036	1,038	1,039	1,040
	d/D	0,826	0,835	0,843	0,852	0,860	0,868	0,876	0,884	0,892	0,900
	R/R_0	1,212	1,210	1,207	1,204	1,202	1,200	1,197	1,195	1,192	1,190
	H/D	0,915	0,940	0,966	0,995	1,027	1,063	1,103	1,149	1,202	1,265
1,0	V/V_0	1,041	1,042	1,042							
	d/D	0,914	0,920	0,931							
	R/R_0	1,172	1,164	1,150							
	H/D	1,344	1,445	1,584							

siendo: Q = caudal de diseño Q_0 = caudal a tubo lleno
 V = velocidad de diseño V_0 = velocidad a tubo lleno
 d = lámina de agua D = diámetro de la tubería
 R = radio hidráulico al caudal de diseño
 R_0 = radio hidráulico a tubo lleno
 H = profundidad hidráulica
 n = número de Manning a caudal de diseño
 n_0 = número de Manning a tubo lleno

B. CÁLCULOS HIDRÁULICOS – TABLA DE CÁLCULOS

		ESUELA POLITÉCNICA NACIONAL	
PROYECTO: Sistema de reutilización de agua lluvia			
INTEGRANTES:		Sandra Paucar	Edgar Martínez

DATOS: ESTACION IÑAQUITO

$$I = \{76.8002 \cdot T^{0.0816} \cdot [\ln(t+3)]^{3.7343} \cdot (\ln T)^{0.2764}\} / t^{1.5847}$$

TR=
5 min t=
5 años

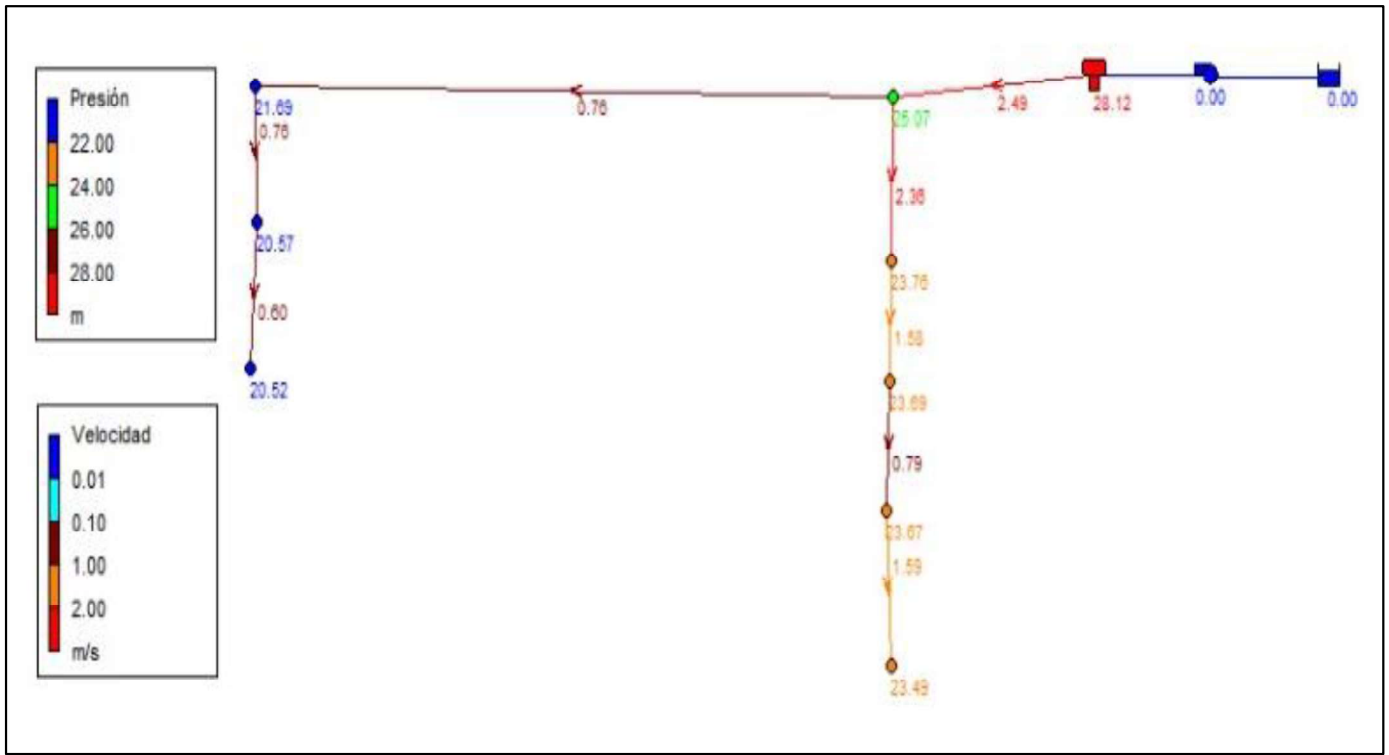
n= 0,011

Vmax= 4 m/s

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	14
											Tubería Llena			
De Caja	De caja	Longitud (m)	Área Parcial	Área Acum	Tf	TC	C	Intensidad	q (l/s)	q(m3/s)	D. comercial (mm)	D. comercial (m)	D. calculado (m)	
Arriba	Abajo			(Ha)	(Ha)	(min)	(min)		mm/h					
14	2	32,96	0,019956	0,019956	0,00	5,00	0,9	106,65	5,32	0,00532	200	0,2	0,105	
1	2	8,51	0,004064	0,004064	0,00	5,00	0,9	106,65	1,08	0,00108	200	0,2	0,058	
2	3	12,16	0,02402	0,02402	0,82	5,82	0,9	99,51	5,98	0,00598	200	0,2	0,110	
3	19	2,17	0,001703	0,025723	0,23	6,04	0,9	97,81	6,29	0,00629	200	0,2	0,112	
19	20	21,49	0,025723	0,025723	0,04	6,09	0,9	97,51	6,27	0,00627	200	0,2	0,112	
20	21	22,24	0,025723	0,025723	0,42	6,51	0,9	94,60	6,08	0,00608	200	0,2	0,111	
21	10	11,07	0,025723	0,025723	0,95	7,45	0,9	89,00	5,72	0,00572	200	0,2	0,108	
18	17	15,44	0,016194	0,016194	0,00	5,00	0,9	106,65	4,32	0,00432	200	0,2	0,097	
17	16	6,85	0,009733	0,025927	0,28	5,28	0,9	103,97	6,74	0,00674	200	0,2	0,115	
16	11	19	0,00752	0,033447	0,09	5,37	0,9	103,18	8,63	0,00863	200	0,2	0,126	
11	10	9,48	0,019351	0,052798	0,33	5,70	0,9	100,44	13,26	0,01326	200	0,2	0,148	
10	Tanque	6,55	0,078521	0,078521	0,19	5,89	0,9	98,92	19,42	0,01942	200	0,2	0,171	

1	2	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
De Caja	De caja																
Arriba	Abajo	s	V(m/s)	Q(l/s)	q/Q	d/D	v/V	d(cm)	v(m/s)	Cotas del terreno		Desnivel	SALTO	Cotas del proyecto			
										Arriba	Abajo	tramo(m)		Proyecto	Llegada	Salida	Excavación
14	2	0,015	1,49	46,75	0,1138	0,28	0,58	5,6	0,86	2811,43	2810,95	0,48	0,000	2810,43	2809,95	2809,83	1,00
1	2	0,022	1,84	57,89	0,01872	0,258	0,553	5,16	1,02	2811,14	2810,95	0,19	0,000	2810,6	2810,41	2810,29	0,54
2	3	0,008	1,12	35,13	0,17008	0,346	0,658	6,92	0,74	2810,95	2810,85	0,10	0,121	2809,90	2809,80	2809,65	1,05
3	19	0,009	1,18	37,19	0,16910	0,346	0,658	6,92	0,78	2810,85	2810,83	0,02	0,146	2809,76	2809,74	2809,65	1,09
19	20	0,004	0,75	23,64	0,26528	0,431	0,732	8,62	0,55	2810,83	2810,75	0,08	0,091	2809,70	2809,62	2809,68	1,13
20	21	0,043	2,55	80,07	0,07597	0,292	0,52	5,84	1,33	2810,75	2809,8	0,95	-0,064	2809,59	2808,64	2808,75	1,16
21	10	0,037	2,37	74,56	0,07676	0,292	0,52	5,84	1,23	2810,8	2810,39	0,41	-0,105	2809,59	2809,18	2809,18	1,21
18	17	0,008	1,10	34,65	0,12460	0,346	0,658	6,92	0,73	2810,49	2810,47	0,12	0,000	2809,79	2809,67	2809,67	0,7
17	16	0,004	0,78	24,50	0,27503	0,4	0,706	8	0,55	2810,47	2810,45	0,03	0,172	2809,62	2809,59	2809,49	0,85
16	11	0,007	1,03	32,41	0,26616	0,393	0,7	7,86	0,72	2810,45	2810,43	0,13	0,100	2809,55	2809,42	2809,23	0,90
11	10	0,010	1,23	38,74	0,34220	0,523	0,818	10,46	1,01	2810,43	2810,39	0,09	0,183	2809,24	2809,15	2808,97	1,19
10	Tanque	0,014	1,46	45,84	0,42361	0,51	0,806	10,2	1,18	2810,39	2810,35	0,09	0,177	2809,15	2809,06	2809,06	1,24

C. CÁLCULOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN



SALIDA DE RESULTADOS

Página 1

1/7/2019 16:59:52

```

*****
*                               E P A N E T                               *
*                               Análisis Hidráulico y de Calidad          *
*                               de Redes Hidráulicas a Presión            *
*                               Versión 2.0 Ve                            *
*                               Traducido por:                            *
*                               Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos *
*                               Universidad Politécnica de Valencia        *
*****
  
```

Archivo de Entrada: DISTRIBUCION_RECOLECCION DE AGUA LLUVIA.net

Tabla Línea - Nudo:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm	
2	2	6	57.69	25	
3	6	7	2	25	
4	7	8	1	15	
5	2	3	2	50	
6	3	4	1	50	
7	4	5	1	50	
9	5	9	1	25	
8	10	2	19.35	50	
1	1	10	No Disponible		Bomba

Consumo Energético:

Bomba	Factor Utiliz.	Avg. Rend.	Kw-hr /m3	Avg. Kw	Máx. Kw	Coste /día
1	100.00	50.00	0.16	4.28	4.28	0.00
					Demanda:	0.00
					Coste Total:	0.00

Resultados de Nudo:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	49.07	25.07	0.00
3	1.54	48.76	23.76	0.00
4	1.54	48.69	23.69	0.00
5	0.78	48.67	23.67	0.00
6	0.00	45.69	21.69	0.00
7	0.12	45.57	20.57	0.00

8	0.12	45.52	20.52	0.00
9	0.78	48.49	23.49	0.00

Página 2

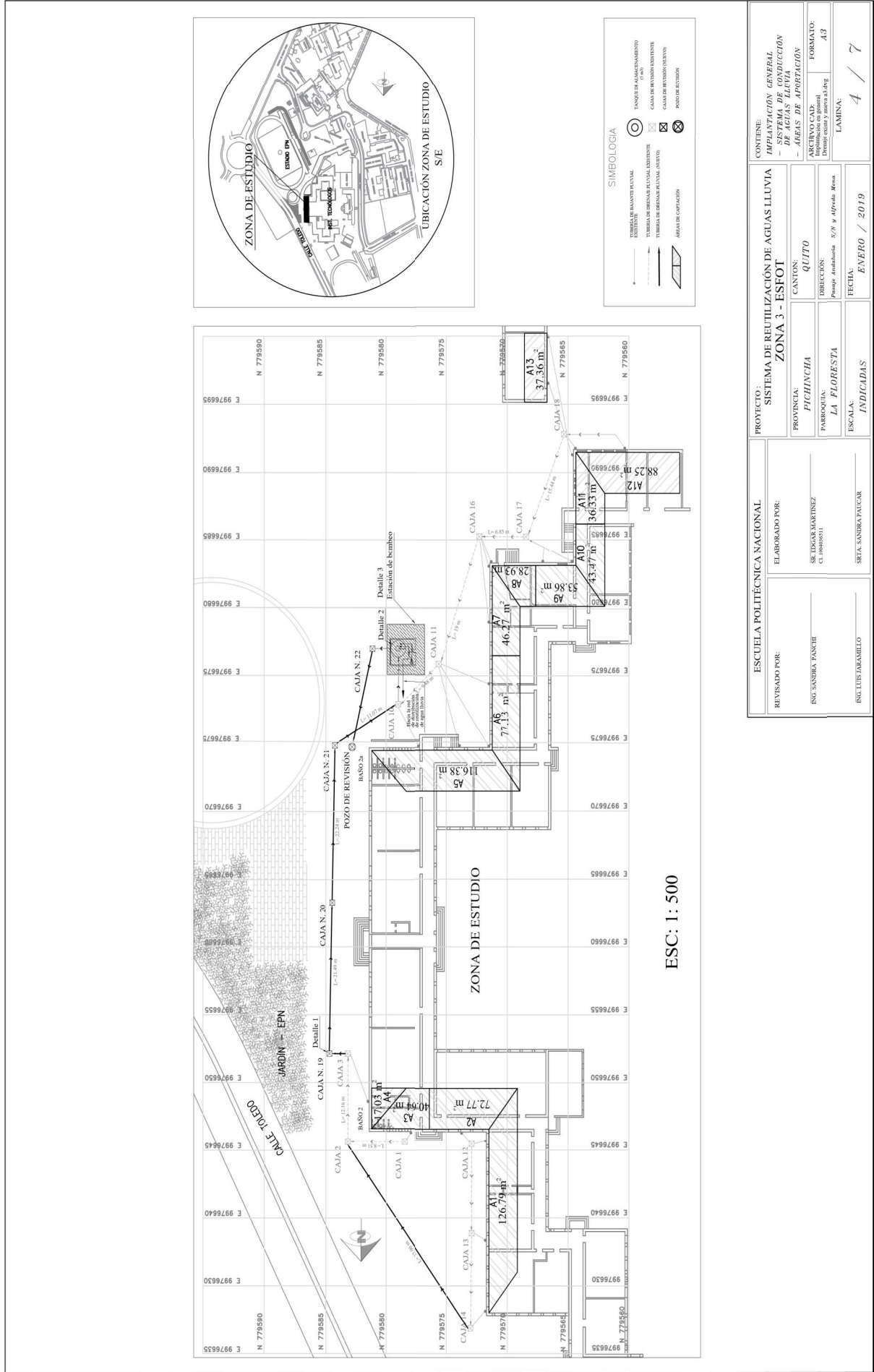
Resultados de Nudo: (continuación)

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
1	-7.50	23.00	0.00	0.00 Embalse
10	2.62	52.12	28.12	0.00 Depósito

Resultados de Línea:

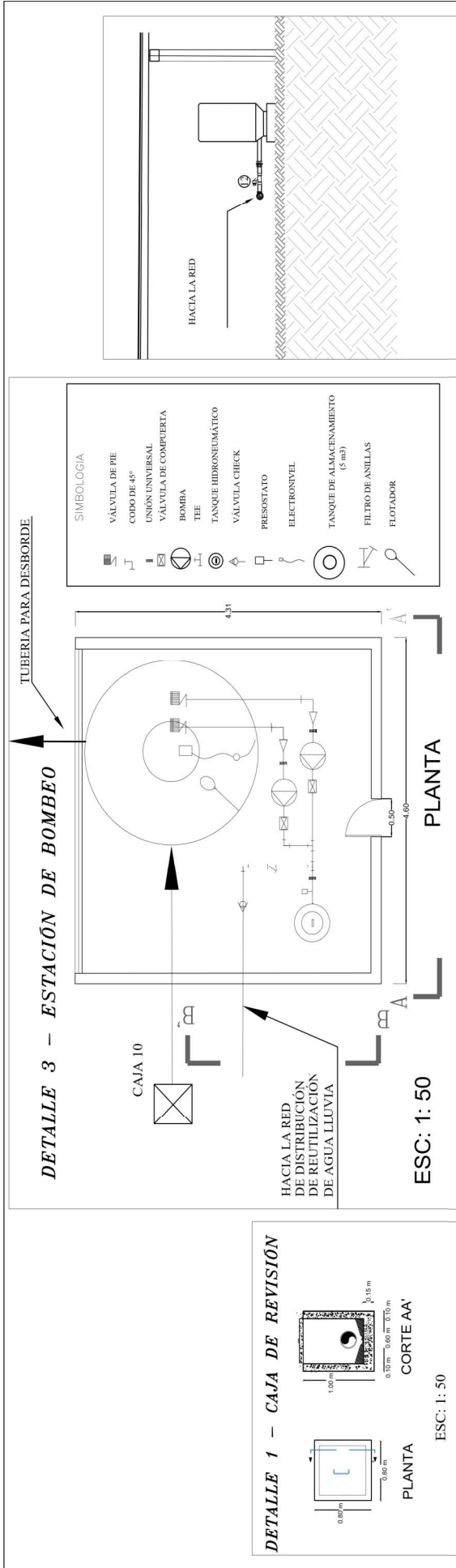
ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km	Unit.	Estado
2	0.24	0.76	58.60		Abierto
3	0.24	0.76	58.60		Abierto
4	0.12	0.60	49.61		Abierto
5	4.64	2.36	156.67		Abierto
6	3.10	1.58	65.49		Abierto
7	1.56	0.79	19.01		Abierto
9	0.78	1.59	177.89		Abierto
8	4.88	2.49	157.63		Abierto
1	7.50	0.00	-29.12		Abierto Bomba

D. PLANOS DEL SISTEMA PROPUESTO DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIA

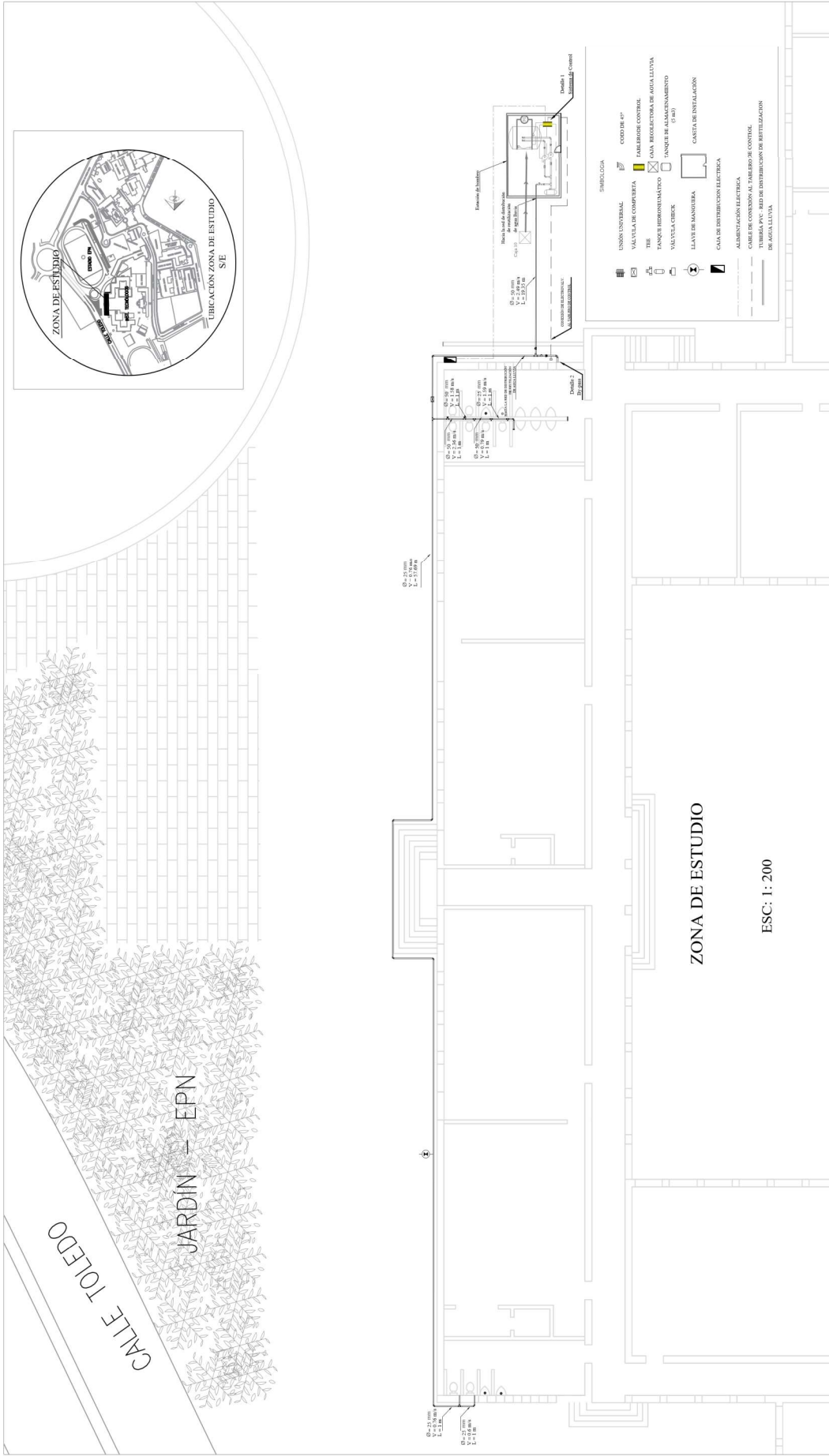


ESC: 1: 500

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL REVISADO POR: ING. SANDRA PANCHI INCLUIDA JARRAMELO		ELABORADO POR: ING. EDGAR MARTÍNEZ C.I. 10005011 SREA. SANDRA PAUCAR		PROYECTO: SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIA ZONA 3 - ESFOT		CONTIENE: IMPLANTACIÓN GENERAL - SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUAS LLUVIA - ÁREAS DE APURTACIÓN	
PROVINCIAS: PICHINCHA		CANTÓN: QUITO		DIRECCIÓN: Parque Interurbano 5/78 y Alfredo Benavente		ARCHIVO CAD: Dwgimp este y marea a 8mg FORMATO: A3	
ESCALA: INDICADAS		FECHA: ENERO / 2019		LAMINA: 4 / 7			



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL REVISADO POR: INGENIERO SANDRA PANCHI CI 16004511		ELABORADO POR: INGENIERO SANDRA FALCÓN CI 16004511		PROYECTO: SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIA ZONA 3 - ESFOT		CONTIENE: DETALLES DEL SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIA	
PROVINCIAS: PICHINCHA		CANTÓN: QUITO		ARCHIVO CAD: FORMATO: A3		LAMINA: 5 / 7	
PARROQUIA: LA FLORESTA		DIRECCIÓN: Paseo Andaborda 5/8 v Alfredo Morea		ESCALA: INDICADAS		FECHA: ENERO / 2019	



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ELABORADO POR: SR. EDGAR MARTINEZ G. (10/04/2011)		PROYECTO: SISTEMA DE REUTILIZACION DE AGUAS LLUVIA ZONA 3 - ESFOI		CONTIENE: IMPLANTACION GENERAL - RED DE DISTRIBUCION DE REUTILIZACION DE AGUAS LLUVIA	
REVISADO POR: ING. SANDRA PANCHI	SR. SANDRA PAUCAR	PROVINIA: PICHINCHA	CANTON: QUITO	ARCHIVO CAD: Red de agua lluvia.dwg	FORMATO: A3
ING. LUIS JARAMILLO	SRA. SANDRA PAUCAR	PARROQUIA: LA FLORESTA	DIRECCION: Pampa Anahuasi 5/8 y Alfredo Morúa	LAMINA: 6 / 7	
		ESCALA: INDICADAS	FECHA: ENERO / 2019		

E. CATÁLOGOS DE REFERENCIA
VÁLVULA DE PIE

Válvula de Pie

LÍNEA CONSTRUCCIÓN



**Presión de
trabajo**
1 MPa
(145 psi)

**Disponible
desde 1" a 2"**

VÁLVULA DE PIE

ROSCABLE PARA AGUA FRÍA



Unión roscable tipo
NPT 100% hermética.



Reemplaza a las tradicionales
válvulas de pie metálicas
a menor costo.



No se corroe y
tiene larga vida útil.



Ideal para zonas costeras
y de uso doméstico.

TUBOSISTEMAS

PLASTIGAMA

de AMANCO

Ventajas

Válvula de Pie: General.

La solución ideal para evitar daños producidos por oxidación e incrustación en las válvulas de pie metálicas de uso tradicional utilizadas en la succión de bombas de agua.

Materia Prima.

El material utilizado para la fabricación de las válvulas de Pie, es de PVC 100% virgen al cual se le añaden algunos aditivos para mejorar la manufactura de este polímero.

Resistencia a la oxidación.

Por ser fabricado en PVC no se corroe bajo el agua, reduciendo costos de mantenimiento y reposición.

Eficiencia.

Alta eficiencia operacional por su avanzada tecnología y durabilidad, mejor acople y perfecto sello con el tubo PVC.

Uso.

Ideal para aplicaciones en reservorios o cisternas domésticas, industriales o agrícolas.

Económica.

Menor costo que las válvulas de pie metálicas de uso tradicional y con mayor tiempo de vida útil.

Especificaciones técnicas

Tamaño nominal	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Dimensiones:				
D (mm)	41,60	49,00	60,80	73,10
D1 (mm)	54,00	68,00	77,60	77,60
L (mm)	176,00	188,00	218,00	218,00
d ANSI (mm)	33,40	42,16	48,26	60,40
Hilos/Pulgada (Hilos/25.4mm)	11,50	11,50	11,50	11,50

Aplicaciones

Construcciones Civiles: Hoteles; hospitales; edificios comerciales, residenciales e industriales; piscinas, pozos y lagunas.

Irrigación: Sistema de riego por aspersión, microaspersión, goteos y sistemas desmontables.

Agroindustrias: Estanques, tanques de piscicultura, dosificadores.

Saneamiento: Plantas de tratamiento de agua potable.

REV. 2008-06-30

AMANCO - PLASTIGAMA S.A.

Durán: Km 4.5 vía Durán - Tambo

Telfs: 2802020 - 2805100 • Fax: 2808048 - 2805963

Quito: Calle de Los Molles N 45-20 y de Las Higueras, Monteserrín

Pbx: 3340730 • Fax: 3340731 • www.plastigama.com

SISTEMAS DE GESTIÓN CERTIFICADOS

ISO 9001 Calidad ISO 14001 Medio Ambiente OHSAS 18001 Seguridad y Salud

Válvulas para agua fría

Válvula doble universal PVC



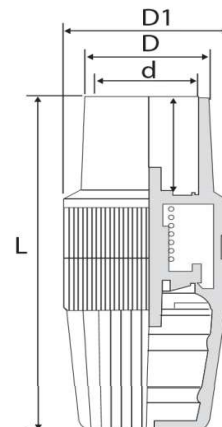
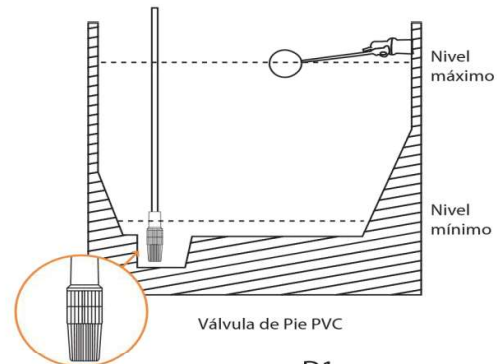
Válvula de una universal



Válvula compacta



Válvula de pico





YFV

Filtro de polipropileno	
Sistema de cierre con tapa de rosca	
Presión máxima	8 bar a 20 °C
Caudal nominal	20 m ³ /h
Elemento filtrante	Red inox Red de poliéster (450 cm ²) Discos (300 cm ²)
Diámetro del cartucho	86 mm
Longitud del cartucho	198 mm
Enganches disponibles	1 1/2" - 2" (BSO - NPT)

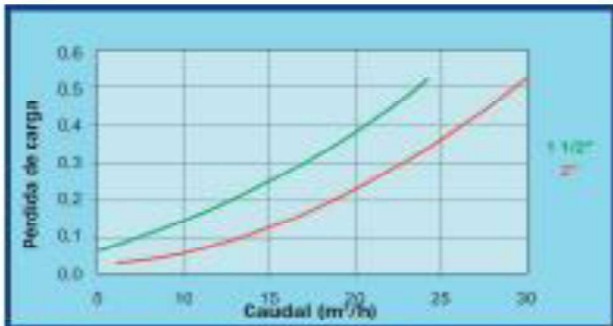
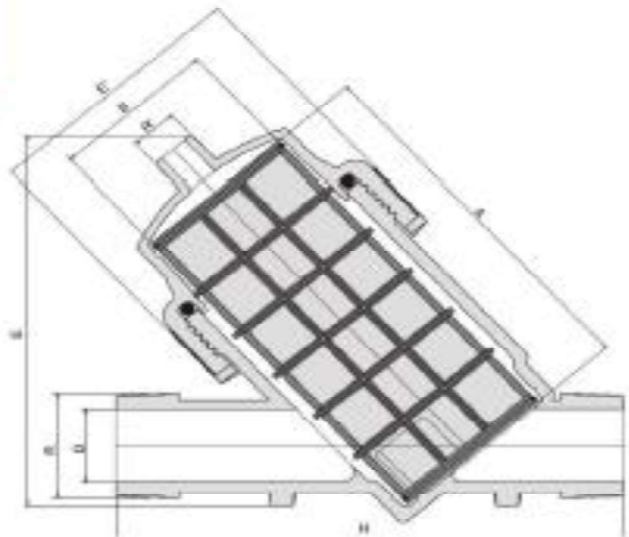


Diagrama obtenido en una prueba de laboratorio ejecutada a temperatura ambiente, con agua limpia y descarga libre, en filtro de 120 mesh



Ø	H	k	D	H'	E	E'	A	B
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
2"	258	2"	43	W"	210	140	390	86

don't wait for rain

TANQUE DE ALMACENAMIENTO (5000 Lt)



TANQUES DE GRAN VOLUMEN PE

Para almacenamiento de agua y otros fluidos. **PLASTIGAMA**



TAPA DE TRABA

Con seguro giratorio, garantiza la calidad del fluido almacenado.

REFUERZO ESTRUCTURAL

Para soportar la presión que ejerce el fluido almacenado sobre las paredes del tanque.

CEJAS DE ANCLAJE

Para asegurar la posición vertical del tanque.



BORDES PLANOS
Facilitan instalación.

VENTAJAS

- Fabricados con polietileno 100% virgen, bajo proceso de rotomoldeo, son altamente durables.
- Bajo costo comparado con los tanques metálicos de acero al carbono y acero inoxidable.
- Fácil de transportar, todos los tanques están diseñados para ser transportados en plataformas estándares.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Mayor vida útil, no se corroe.
- Fabricado con materia 100% virgen.
- Tanque fabricado en un solo cuerpo, sin piezas ensambladas.
- Totalmente hermético.
- Cuenta con bordes planos para conectar todo tipo de accesorio o interconectores.
- Paredes 100% lisas sin porosidades.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tabla 1. Requisitos Dimensionales de Tanques GV

CAPACIDAD LITROS	A mm	B mm	H mm	USO ESTANDAR		USO INDUSTRIAL	
				Peso kg	Peso con agua kg	Peso kg	Peso con agua kg
5.000	550	2500	1580	104,30	5.104,30		
10.000	550	2500	2420	262	10.262	272	10.272
15.000	550	2500	3470	367	15.367	382	15.382
20.000	550	2500	4520	472	20.472	497	20.497



USOS Y APLICACIONES

Los tanques de polietileno Plastigama están diseñados para almacenar una serie de productos tales como: Agua potable, almidón, pulpa de fruta, agua cruda o natural, azufre, mermelada, agua de mar, melancol, agua de cloro para desinfección de tuberías, carbonato sódico, revelador fotográfico, cerveza, aceites animales, detergente sintético, soda caustica, aceites vegetales, solución de jabón, urea, alcohol etílico, glicerina, ácido acético, glucosa, vinagre a concentraciones corrientes, ácido bórico, hipoclorito de calcio, jugos cítricos.

Para almacenamiento de productos de mayor densidad que el agua, se deben tomar consideraciones especiales, consultar con nuestro Departamento Técnico.

Ideal para:

- Reemplazar tanques de acero al carbono para almacenar agua potable en comunidades y recintos.
- Reemplazar tanques de acero inoxidable para almacenar productos que son altamente corrosivos o con grado alimenticio. Para fluidos altamente corrosivos, es importante considerar su concentración.

PROPIEDADES DEL MATERIAL POLIETILENO

Tabla 2. Propiedades del polietileno como materia prima.

Densidad	0.935 g/cm ³	
Módulo de tracción	593 (86.000) MPa (psi)	
Esfuerzo de tracción máximo	17,2 (2.500) MPa (psi)	
Temperatura de deformación	± 0,470% (0,68psi)	54°
	± 1,830% (2,64psi)	40°

Nota: En caso de considerar aplicaciones diferentes, contactar al Departamento Técnico de Plastigama.

RECOMENDACIONES GENERALES

- El tanque debe ser montado sobre una superficie nivelada, limpia, uniforme, dura y que resista las cargas que se van a aplicar (ver tabla 1), de acuerdo al peso de cada tanque.
- No colocar sobre superficie de tierra o con piedras, esto podría ocasionar fisuras.
- Para transportar el tanque, éste debe estar totalmente vacío.
- Si el tanque requiere ser elevado, deberá utilizar grúa o maquinaria adecuada. Recuerde colocar soportes laterales para evitar su volcamiento. (Soporte a media altura)

PASO A PASO ELEVACIÓN DE TANQUES DE 5.000 Y 10.000 litros

Materiales para el transporte:

5 pedazos de cabo de nylon de 1/2" x 12 m c/u.



1
Amarre con un lazo en forma segura la ceja de anclaje del tanque con el cabo de nylon. A continuación pase el cabo por debajo del tanque para amarrar la ceja opuesta.



2
Haga un amarre tipo faja alrededor de la circunferencia del tanque entrelazando el cabo de nylon y ajustando el amarre.



3
Con otro cabo de nylon se amarran las dos cejas opuestas, formando de tal manera cuatro tirantes en forma de cruz para elevar el tanque.



4
Levante el tanque de los tirantes en sentido vertical, con tecla o polea.

ADAPTADORES PARA TANQUES DE GRAN VOLUMEN



Adaptador PP Roscable
Disponible de 1/2" a 2"
para todos los tanques



Adaptador EPDM
Disponible de 3" y 4"
para tanques de 10.000,
15.000 y 20.000 litros.

*Se venden por separado.

BOMBA CENTRÍFUGA

HF

electrobombas centrífugas
(medios caudales)

CAMPO DE LAS PRESTACIONES

Caudal hasta 800 l/min (38 m³/h)
Altura manométrica hasta 39 m

LIMITES DE EMPLEO

Altura de aspiración manométrica hasta 7 m
Temperatura del líquido hasta + 80°C
Máxima temperatura ambiente hasta + 40°C



HFm 5

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La serie HF está constituida por ELECTROBOMBAS CENTRÍFUGAS MONORODETE, estudiadas para alcanzar elevados caudales en relación a altura manométrica medio-bajas. El rodete instalado en voladizo sobre el eje motor, se halla directamente encajada a la boca de aspiración situada en el cuerpo bomba. La forma del rodete impulsa, con las menores pérdidas hidráulicas, el fluido radialmente desde el centro hacia la periferia, así que los álabes, situados en el canal del rodete, ceden energía al fluido tanto en forma de presión, como de aumento de velocidad. A la salida del rodete el fluido es conducido a la voluta que, junto con el difusor cónico, transforma parte de la energía cinética en energía de presión.

EMPLEOS E INSTALACIONES

La serie HF, tanto bajo el punto de vista del rendimiento, como bajo el punto de vista de la dimensión mecánica y de la selección del material, ha sido estudiada para el empleo en ambiente doméstico, agrícola e industrial. Las conformaciones de las volutas y rodetes, caracterizadas por anchos pasos hacen que puedan ser empleadas con seguridad para bombear no solamente aguas limpias, sino también aguas con moderada carga de impurezas. LOS ELEVADOS RENDIMIENTOS ALCANZABLES Y LA POSIBILIDAD DE EMPLEO CONTINUO O PESADO, HACEN VENTAJOSO EL EMPLEO PARA REGOS POR ESCURRIMIENTO Y POR LLUVIA, PARA TOMA DE AGUA DE LAGOS, RÍOS, POZOS O PARA LOS DIFERENTES EMPLEOS INDUSTRIALES, CARACTERIZADOS POR LA NECESIDAD DE ALCANZAR CAUDALES CONSIDERABLES EN RELACION A ALTURAS MANOMÉTRICAS MEDIO-BAJAS. La instalación se debe efectuar en lugares cerrados o protegidos de la intemperie.

PRESTACIONES

La serie HF está constituida por una gama de bombas muy completa: las curvas características de los diversos modelos, repartidas en modo tal que sean complementarios entre sí, aseguran una fácil selección del mejor modelo según las diferentes exigencias.

En el proyecto de cada máquina, hemos pensado en realizar una particular homogenización de la serie que se destaca por:

- curvas características particularmente amplias;
- ausencia de fenómenos de bombeo inestable en funcionamiento cerca de los caudales mínimos previstos;
- altos rendimientos en toda la extensión de la curva característica;
- curvas de absorción planas en los altos caudales, ideales para impedir la sobrecarga de los motores incluso frente a empleos prolongados;
- buenas capacidades de aspiración extendidas tanto a bajos, como a altos caudales.

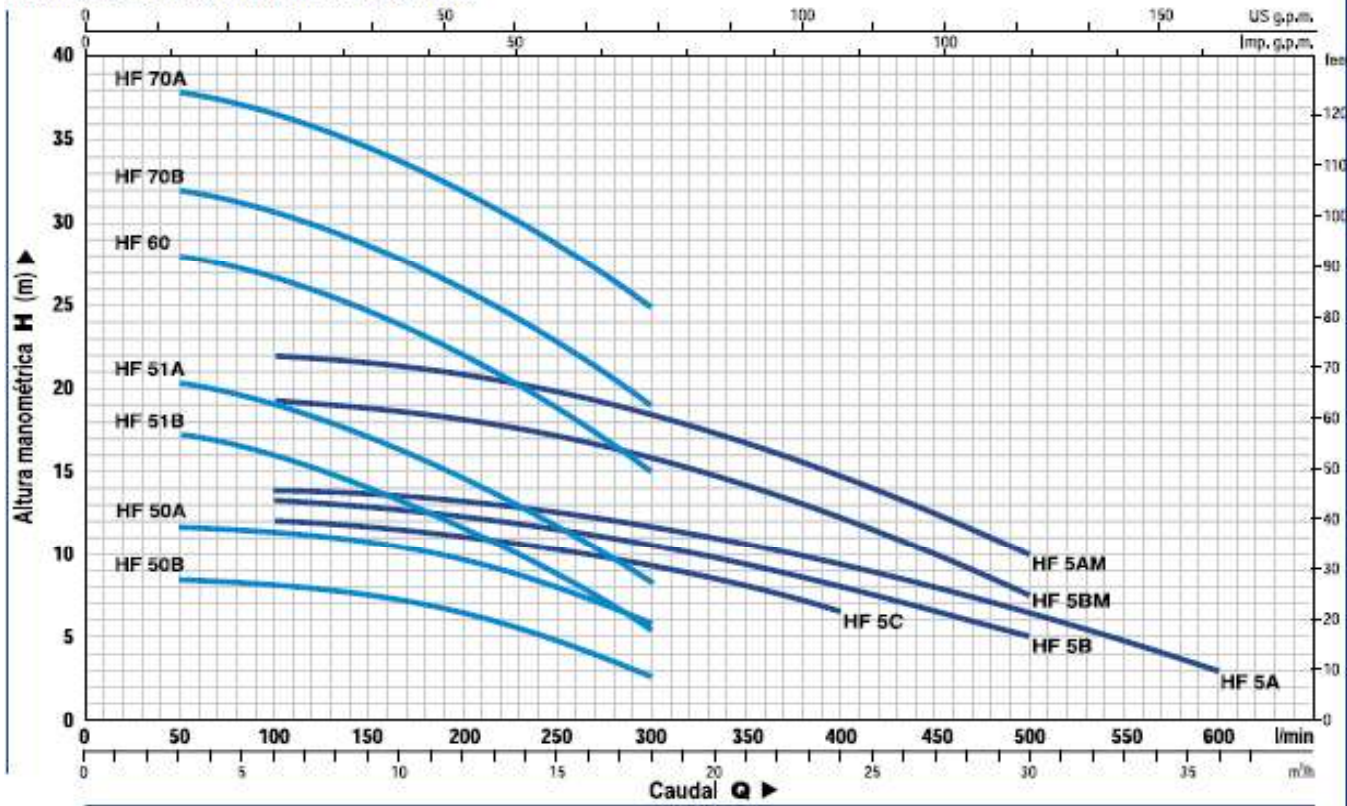
Tolerancia de las curvas según ISO 2548.

CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN

- CUERPO BOMBA en hierro fundido, con BOCAS de aspiración e impulsión roscadas gas UNI ISO 228/1.
- RODETE EN LATÓN, del tipo flujo radial centrífugo.
- EJE MOTOR en acero inoxidable AISI 316 (AISI 416 hasta a 0.75 kW).
- SELLO MECÁNICO en cerámica y grafito.
- MOTOR ELÉCTRICO: las bombas están acopladas directamente a un motor eléctrico PEDROLLO expresamente dimensionado, del tipo sincrónico de elevado rendimiento, silencioso, cerrado, con ventilación externa, apto al funcionamiento continuado. AISLAMIENTO clase F (S hasta a 0.75 kW y 1.1 kW/11kV). El protector térmico (sahmotor) está incorporado en los motores mono-fásicos. Los motores trifásicos deben estar protegidos con un sahemotor exterior adecuado, por lo que se prevé una conexión conforme a las normas vigentes.
- PROTECCIÓN IP 44
- EJECUCIÓN Y NORMAS DE SEGURIDAD según EN60335-1 (IEC 335-1, CEI 61-150) EN 60334-1 (IEC 34-1, CEI 2-3).

GARANTÍA: 1 AÑO (según nuestras condiciones generales de venta).

CURVAS DE FUNCIONAMIENTO A n= 3450 1/min

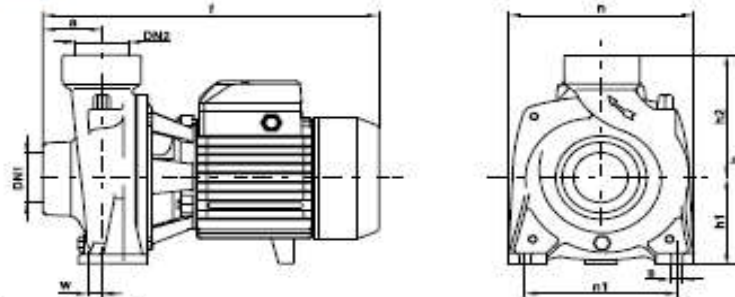


DATOS DE FUNCIONAMIENTO A n= 3450 1/min

MODELO BOMBA		POTENCIA		Q	0	3	6	9	12	15	18	21	24	30	36	
Monofásica	Trifásica	kW	HP	m³/h	0	50	100	150	200	250	300	350	400	500	600	
HFm 50B	HF 50B	0.37	0.50	H m	9	8.5	8.2	7.5	6.3	4.9	2.8					
HFm 50A	HF 50A	0.55	0.75		12	11.5	11.2	10.6	9.6	8	6					
HFm 51B	HF 51B	0.60	0.85		18.2	17.2	16	14	11.5	9	5.4					
HFm 51A	HF 51A	0.75	1		21.2	20.2	19	17	14.5	11.6	8.4					
HFm 60	HF 60	1.1	1.5		29	28	26.5	24.5	22	18.5	15					
HFm 70B	HF 70B	1.5	2		33	32	30.5	28.5	26	22.5	19					
---	HF 70A	2.2	3		39	38	36.5	34.5	32	28.5	25					
HFm 5C	HF 5C	0.60	0.85		12.5	---	12	11.7	11	10.2	9.2	8	6.5			
HFm 5B	HF 5B	0.75	1		13.7	---	13.2	13	12.5	11.6	10.5	9.2	8	5		
HFm 5A	HF 5A	1.1	1.5		14.5	---	13.8	13.5	13.2	12.6	11.8	10.5	9.2	6.5	3	
HFm 5BM	HF 5BM	1.1	1.5		20.2	---	19.2	19	18	17	16	14	12	7.5		
HFm 5AM	HF 5AM	1.5	2		22.5	---	22	21.5	21	20	18.5	16.6	14.5	10		

Q = CAUDAL

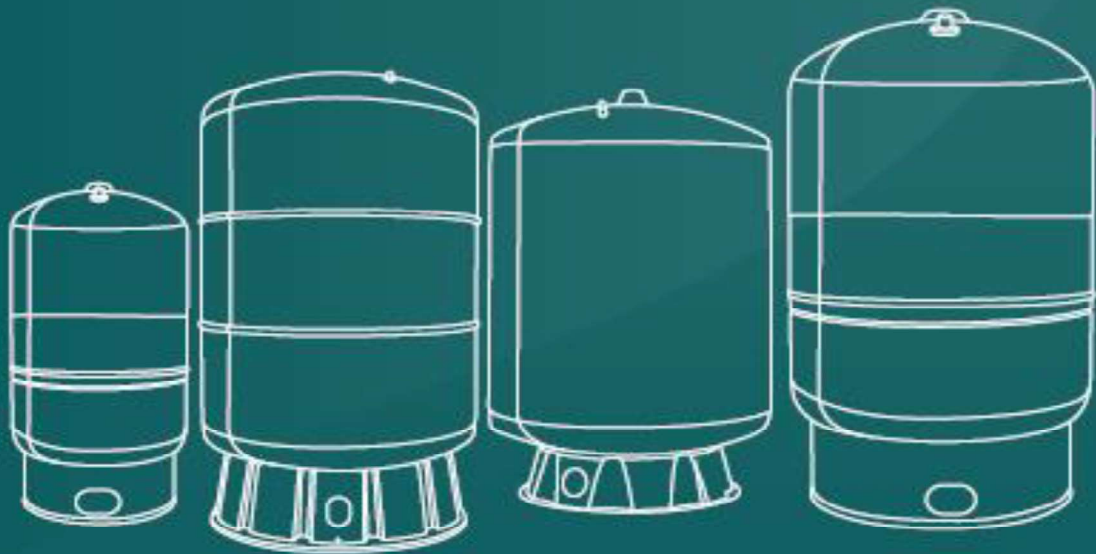
H = ALTURA MANOMETRICA TOTAL



MODELO BOMBA		DN1	DN2	a	f	h	h1	h2	n	n1	w	s
Monofásica	Trifásica	DIMENSIONES mm										
HFm 50B	HF 50B	1 1/2"	1 1/2"	45	276	200	82	118	166	136	1	10
HFm 50A	---	1 1/2"	1 1/2"	45	283	200	82	118	166	136	1	10
---	HF 50A	1 1/2"	1 1/2"	45	276	200	82	118	166	136	1	10
HFm 51B	HF 51B	1 1/2"	1 1/2"	45	300	225	92	133	190	160	4	10
HFm 51A	HF 51A	1 1/2"	1 1/2"	45	300	225	92	133	190	160	4	10
HFm 60	HF 60	1 1/2"	1 1/2"	48.5	347	269	114	155	236	171	12	12
HFm 70B	HF 70B	1 1/2"	1 1/2"	48.5	367	269	114	155	236	171	12	12
---	HF 70A	1 1/2"	1 1/2"	48.5	347	269	114	155	236	171	12	12
---	HF 70A	1 1/2"	1 1/2"	48.5	367	269	114	155	236	171	12	12
HFm 5C	HF 5C	"	"	60	332	238	97	141	196	160	14	11
HFm 5B	HF 5B	"	"	60	332	238	97	141	196	160	14	11
HFm 5A	HF 5A	"	"	60	332	238	97	141	196	160	14	11
HFm 5BM	HF 5BM	"	"	51	360	260	110	150	206	160	1	11
HFm 5AM	---	"	"	51	360	260	110	150	206	160	1	11
---	HF 5AM	"	"	51	360	260	110	150	206	160	1	11

TANQUE HIDRONEUMÁTICO

ALTAMIRA®



TANQUES PRECARGADOS

ACERO, PRO Y SKY

FICHA TÉCNICA

ALTAMIRA SKY

TANQUES PRECARGADOS PARA SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS



APLICACIONES

- Sistemas hidroneumáticos domésticos y comerciales
- Ideales para zonas costeras
- Sistemas de purificación de agua

CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN

Cubierta exterior: acero al carbón de alto calibre.

Acabado exterior: aplicación electrostática con pintura en poliéster, horneada.

Membrana: fabricada en vinilo sin costuras.

Brida de descarga: fabricada en polipropileno.

Base: fabricada en ABS de alto impacto.

CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN

- Máxima presión de trabajo: 100 psi (7 kg/cm²)
- Máxima temperatura del líquido: 49°C (120°F)
- Máxima temperatura ambiente: 52°C (125°F)
- Presión de precarga de fábrica: 40 psi (2.81 kg/cm²)



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES (PULGADAS)		DIAM. CONEL. SUP. (PULGADAS)	EQUIV. APROX. TANQUES SIN PRECARGA (GAL. U.S.)	ENTREGA VOLUMÉTRICA			PESO BRUTO	
		DIAM.	ALTEZA			35/40 psi (GAL.)	40/50 psi (GAL.)	45/60 psi (GAL.)	kg	Lb
SKY19	Tanque ALTAMIRA SKY 119 Galones	16	27.5	1	42 (159)	6.9	5.8	5	20	44
SKY35	Tanque ALTAMIRA SKY 39 Galones	20	33	1	82 (310)	12.7	10.7	9.3	31.8	70
SKY50	Tanque ALTAMIRA SKY 35 Galones	24	32.5	1.25	120 (454)	18.3	15.5	13.4	39.9	88
SKY85	Tanque ALTAMIRA SKY 50 Galones	24	51	1.25	220 (833)	30	26	22	58.1	128
SKY119	Tanque ALTAMIRA SKY 85 Galones	24	66	1.25	320 (1,211)	43.3	35.4	31	63.5	140

NOTA: La entrega volumétrica puede variar por situaciones ambientales y condiciones del sistema, incluyendo temperatura y presión.

EAT•N

Cutler-Hammer

Switch de Presión

Enfoque de Producto



Descripción del Producto

Existen actualmente muchas residencias que tiene un sistema de bombas de agua, el Switch de Presión Cutler-Hammer sirve para controlar que la presión en la tubería se mantenga constante

Aplicaciones

Sistema de bombeo residenciales

- Lavicars
- Agricultura
- Aplicaciones a 120/240V.

Oferta del Producto

Eaton ofrece un paquete completo de switches de presión para agua con rangos de 20-40, 30-50 y 40-60 PSI.

Como parte del programa Casa Conectada - Casa Protegida de Eaton, estos switches de presión para agua son parte amplia y sólida línea de soluciones eléctricas para las necesidades de sus clientes en productos residenciales.

Características, Funciones y Beneficios

- Los switches de presión para agua Cutler-Hammer de la Corporación Eaton poseen las siguientes características:
- Cubierta removible con tornillo cautivo para evitar su pérdida durante la instalación.
- Amplio espacio para más fácil conexión.
- Cuatro contactos normalmente cerrados, que actúan debido a un diagrama que sense la presión para una operación óptima del sistema.
- Tapa moldeada de alto impacto que ofrece máxima durabilidad e incremento de la vida útil.
- Listado UL y certificado CSA.

Rangos Eléctricos

Para utilizar bombas monofásicas 115 Vac.

1.5 hp, 20 amperios máximo monofásicos.

230 Vac., 2 hp, 12 amperios.

No pierda la oportunidad de servir a su mercado con la marca de un producto en la que usted confía.



Adicional a un producto de alta calidad, también ofrecemos:

La garantía más amplia en la industria - Tres años.

Producto para entrega inmediata



MAC3

SWITCH FLOTADOR ALTAMIRA DE DOBLE CÁMARA

FICHA TÉCNICA

SERIE MAC3

ESPECIFICACIONES

El switch flotador ALTAMIRA MAC3 brinda a través de su diseño de construcción de doble cámara una doble seguridad en las aplicaciones de agua limpia.

APLICACIONES

- Sistemas hidroneumáticos.
- Sistemas de trasvase (sistema-tinaco).
- Aplicaciones con agua limpia en general.

VENTAJAS

- Construido con: doble cámara.
- Grado de protección: IP68.
- Buen tamaño.
- Fácil manejo.
- Cuerpo libre de rugosidad.
- Material de construcción: polipropileno.
- Contrapeso Incluido.
- Temperatura del líquido: 50°C.
- Doble función: llenado y/o vaciado.
- Automatización del encendido y apagado de la motobomba en función del nivel.

INCLUYE

- Flotador doble cámara MAC3.
- 3 metros de cable.
- Contrapeso.

DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO

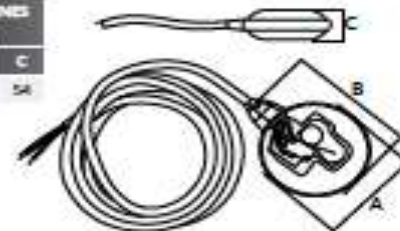


TABLA DE ESPECIFICACIONES

CÓDIGO	AMPERAJE	VOLTAJE MÁXIMO	LONGITUD DEL CABLE (m)
FLOTADOR MAC3	16 A	250 V	3

DIMENSIONES

DIMENSIONES (mm)		
A	B	C
106	144	54



CARACTERÍSTICAS GENERALES Y ELÉCTRICAS

Voltaje Máximo:	250 VCA
Corriente máxima:	16 A
Temperatura máxima del líquido:	50°C
Cable:	PVC 3 X 1mm ²
Nomeclatura del cable:	Negro (Común) Café (Llenado) Azul (Vaciado)
Grado de protección:	IP68
Material de construcción:	Polipropileno atóxico (PP)
Colorante:	Atóxico
Resistencia a presión:	1 bar
Longitud del cable:	5 m
Peso:	0.7 Kg
Contrapeso:	Incluido
Función:	Llenado y/o vaciado
Material de relleno del contrapeso:	Arena + limadura de hierro
Material de construcción del contrapeso:	Poliestireno

ELECTROVÁLVULA

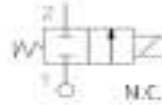
GENEBRE

GENEBRE S.A. - Avda. Joan Carles I, 46-48 - EDIFICIO GENEBRE
Tel. +34 93 298 80 00/01 - Fax +34 93 298 80 08
08908 L'HOSPITALET DE LLOBREGAT Barcelona (Spain)
e-mail: genebre@genebre.es
Internet: <http://www.genebre.es>

Art.: 4222

Electroválvula 2/2 Vías N.C. Acción Directa / Solenoid Valve 2/2 Ways N.C. Direct Acting

Características	Features
<ol style="list-style-type: none"> 1. Electroválvula de acción directa 2/2 vías. 2. Normalmente cerrada N.C. 3. No requiere una presión mínima para su funcionamiento. 4. Máxima presión admisible (PS): 40 bar 5. Cuerpo de latón CW617N, según UNE-EN 12165 6. Temperatura de trabajo: -10°C a +140°C. 7. Cierre mediante juntas y diafragma en FKM (Viton). 8. Conexión de rosca gas (BSP) según ISO 228/1 9. Bobinas disponibles (ver tabla). 10. Para aplicaciones generales en el campo de la automatización, sistemas de calefacción etc. 11. Adaptada para la intercepción de fluidos compatibles con los materiales en que está construida. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Direct acting solenoid valve 2/2 ways. 2. Normally closed N.C. 3. Minimum operational pressure is not required. 4. Maximum allowable pressure (PS): 40 bar 5. Body made in brass CW617N, acc./ UNE-EN 12165 6. Working temperature: -10°C to +140°C. 7. Sealing by FKM (Viton) gaskets and diaphragm. 8. Gas (BSP) threaded connection acc/ ISO 228/1 9. Coils available (see table). 10. For general applications: on automation field and heating systems etc. 11. Adapted for the interception of fluids compatible with the construction materials.



Código / Code	Rosca / Thread ISO 228/1	Viscosidad máx. admisible / Max. allowable viscosity		Ø	Kv	Potencia / Power	Presión / Pressure		
		cSt	°E				mm	L/min	(watt)
								AC bar	DC bar
4222 01	G 1/8"	37	- 5	2,2	2,1	8	0	20	15

GENEBRE S.A.

FECHA DE REVISIÓN: 17/05/2018

NUMERO DE REVISIÓN: RD

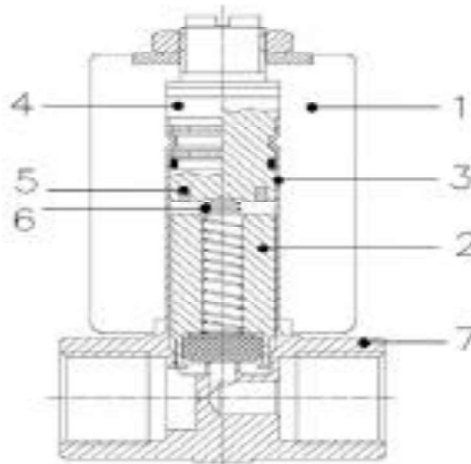
Bobinas / Coils

Características	Features
1. Potencia bobina: 8W / 15-16V AC	1. Coil power: 8W / 15-16V AC
2. Material carcasa: PET - Polietileno negra	2. Coil housing material: PET - Black Polyethylene
3. Clase bobina: H (180°C)	3. Coil class H (180°C)
4. Bobinado: clase H (180°C)	4. Winding: class H (180°C)
5. Conexión eléctrica con conector EN 175301-803	5. Electrical connec. with connector EN 175301-803
6. Grado protección IP65 EN 60529 (DIN 40050)	6. Protection degree IP65 EN 60529 (DIN 40050)

Código / Code	Potencia / Power	Voltaje - Frecuencia / Voltage - Frequency	ED	Temp. ambiental / Ambient temp.	Certificados / Certificates
110V	15 VA	110/120V AC - 50/60Hz	100%	-20°C + 60°C	CE-UL-CSA-VDE
220V	16 VA	230/240V AC - 50/60Hz	100%	-20°C + 60°C	CE-UL-CSA-VDE

Bajo pedido más tensiones disponibles / More tensions available on request.

Materiales / Materials



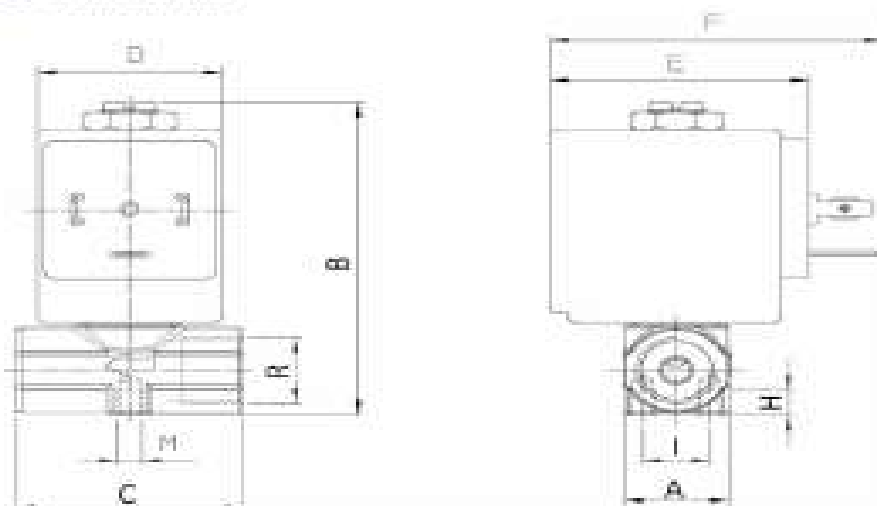
NP	Denominación/Name	Materiales
1	Bobina / Coil	PA - Poliamida negra / PA - Black Polyamide
2	Núcleo móvil / Plunger	Acero Inox / Stainless steel AISI 400
3*	Tubo guía / Armature tube	Latón / Brass CW517N EN 12165
4	Núcleo fijo / Fixed core	Acero Inox / Stainless steel AISI 400
5	Anillo de desfase / Phase displacement ring	Cobre / Cooper Cu 99,9%
6	Muelle / Spring	Acero Inox / Stainless steel AISI 300
7	Cuerpo / Body	Latón / Brass CW517N EN 12165

*1/8" - Tubo guía y cuerpo son una sola pieza / 1/8" - armature tube and body are a only part

Recambios / Spare parts

NP	Denominación/Name	Referencia / Reference
1	Bobina / Coil	Ver tabla bobinas / See coils table
2/4/5/6	Conjunto núcleo móvil 1/8" / Plunger set 1/8"	E026V

Dimensiones / Dimensions



Código / Code	R (Rosca / Thread ISO 228/1)	Dimensiones / Dimensions (mm)								
		A	B	C	D	E	F	H	I	M
4222 01	G 1/8"	17	63	37	30	42	64	5	11	M4

Estructura codificación referencia comercial / Commercial reference coding structure:

Ejemplo / Example:

