

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Renovación Integral de la Cubierta y Modernización de las Instalaciones Sanitarias
del Edificio 3k CIBE para la Mejora de la Operatividad y Seguridad

INGE-2691

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera Civil

Presentado por:

Jenny Estefania Rivera Mejía

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

Dedicatoria

A Dios, porque su Plan me ha concedido una meta más.

A mis padres, Manuel Rivera y Jenny Mejía, porque con su guía, amor y paciencia han formado a una mujer determinada y persistente.

A mi compañero de vida, Marcelo Ponce, por las noches en vela y el apoyo que me ha brindado a lo largo de este proceso.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mis hermanas, Dennisse Rivera, Melany Rivera y Paula García y a mi tía, Nubia Mejía, quienes han sido un apoyo incondicional durante esta etapa.

A mis amigos, Shirley, Mike, Cecilia y Michael, por complementar mis conocimientos y seguir de cerca mi progreso.

Agradezco también al Ing. Jefferson Pachar y al Ing. Henry Ponce por su flexibilidad y apoyo.

Finalmente, y sin restar importancia, expreso mi agradecimiento al Mgtr. Guillermo Muñoz, por sus enseñanzas y paciencia en cada reunión que permitió la culminación de este proyecto.

Declaración Expresa

Yo Jenny Estefania Rivera Mejía acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 11 de octubre de 2024

Estefania Rivera M
Jenny Estefania Rivera Mejía

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mis hermanas, Dennisse Rivera, Melany Rivera y Paula García y a mi tía, Nubia Mejía, quienes han sido un apoyo incondicional durante esta etapa.

A mis amigos, Shirley, Mike, Cecilia y Michael, por complementar mis conocimientos y seguir de cerca mi progreso.

Agradezco también al Ing. Jefferson Pachar y al Ing. Henry Ponce por su flexibilidad y apoyo.

Finalmente, y sin restar importancia, expreso mi agradecimiento al Mgtr. Guillermo Muñoz, por sus enseñanzas y paciencia en cada reunión que permitió la culminación de este proyecto.

Evaluadores

Mgtr. Lenin Dender

Profesor de Materia

Mgtr. Guillermo Muñoz

Tutor de proyecto

Resumen

El presente proyecto plantea el rediseño de la cubierta y la mejora del uso de recursos en el edificio 3K de ESPOL, incluyendo la recolección de aguas lluvias, una cubierta termorresistente y el reemplazo de muebles sanitarios, además de la restauración del exterior afectado por humedad. La cubierta actual presenta material perjudicial para la salud, mientras que los puntos de humedad afectan la infraestructura; estas intervenciones buscan optimizar la seguridad operativa, el consumo energético y de agua potable. Se realizaron inspecciones para evaluar el estado de la cubierta y las áreas afectadas por humedad. Tras analizar diversas alternativas, se seleccionó una cubierta termorresistente para disminuir la transferencia de calor al interior. El diseño estructural de la cubierta se realizó conforme a la NEC 2015, y las instalaciones de drenaje pluvial y recolección de aguas lluvias bajo la NHE. Adicionalmente, se elaboró un preestudio que identificó una eficiencia energética del 19 % y una mejora del 49 % en la gestión de agua. El diseño integra el uso eficiente de recursos dentro de los límites presupuestarios de una institución pública, garantizando soluciones viables para el edificio.

Palabras clave: cubierta termorresistente, recolección de aguas lluvias, eficiencia energética, restauración de infraestructura.

Abstract

This project involves the redesign of the roof and improved use of resources in ESPOL's 3K building, including rainwater harvesting, a heat-resistant roof, and replacement of sanitary furniture, as well as the restoration of the outside affected by moisture. The current roof has material harmful to health, while the moisture points affect the infrastructure; these interventions seek to optimize operational safety, energy and drinking water consumption. Inspections were carried out to assess the condition of the deck and areas affected by moisture. After considering various alternatives, a heat-resistant cover was selected to reduce the transfer of heat into the building. NEC 2015 was used to design the roof, and NHE was used to design the rainwater drainage and collection facilities. In addition, a pre-study was carried out which identified an energy efficiency of 19% and a 49% improvement in water management. The design integrates resource efficiency within the budgetary limits of a public institution, ensuring viable solutions for the building.

Keywords: Heat-resistant roof, rainwater harvesting, energy efficiency, infrastructure restoration

Índice general

Resumen	I
Abstract	II
Índice general	III
Abreviaturas	VI
Simbología	VII
Índice de figuras	VIII
Índice de tablas.....	X
ÍNDICE DE PLANOS	XI
Capítulo 1	1
1. Introducción	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Descripción del Problema.....	3
1.3 Justificación del Problema.....	4
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
Capítulo 2	7
2. MATERIALES Y MÉTODOS	8
2.1 Revisión de literatura.....	8
2.1.1 Diseño de cubierta estructural	8

2.1.2	Sistema de recolección y aprovechamiento de agua pluvial	9
2.2	Área de estudio	10
2.3	Trabajo de campo y laboratorio	11
2.3.1	Inspección y levantamiento arquitectónico	11
2.3.2	Potencial de recolección de agua	12
2.3.3	Calidad del agua	14
2.4	Análisis de datos	15
2.5	Análisis de alternativas	16
2.5.1	Alternativa A: Cubierta metálica verde extensiva.....	17
2.5.2	Alternativa B: Cubierta metálica reflectiva o techo frío	19
Capítulo 3		21
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	22
3.1	Diseño de cubierta metálica.....	22
3.1.1	Designación de cargas no sísmicas	22
3.1.2	Combinaciones de carga.....	23
3.1.3	Espectro de respuesta inelástico	23
3.1.4	Modelación estructural	26
3.1.5	Diseño.....	27
3.2	Diseño de instalaciones de drenaje	32
3.3	Diseño de sistema de recolección y distribución de aguas lluvias	35
Capítulo 4		43

4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	44
4.1	Descripción del proyecto	44
4.2	Línea base ambiental	45
4.3	Actividades del proyecto	46
4.4	Identificación de impactos ambientales.....	47
4.5	Valoración de impactos ambientales	48
4.6	Medidas de prevención/mitigación.....	49
	Capítulo 5	51
5.	PRESUPUESTO	52
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo	52
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios (fusión).....	54
5.3	Descripción de cantidades de obra	55
5.4	Valoración integral del costo del proyecto	56
	Capítulo 6.....	58
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
6.1	Conclusiones.....	59
6.2	Recomendaciones	60

Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
CIBE	Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ASTM	American Society for Testing and Materials
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
MIDUVI	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
LRFD	Diseño de Factor de Carga y Resistencia
APU	Análisis de Precios Unitarios
RCD	Residuos de Construcción y Demolición
IVA	Impuesto al Valor Agregado

Simbología

m	Metro
F _y	Resistencia a la fluencia del acero
F' _c	Resistencia a la compresión del hormigón a los 28 días
PVC	Policloruro de vinilo
CO ₂	Dióxido de carbono

Índice de figuras

Figura 1 <i>Vista de la edificación de estudio.</i>	11
Figura 2 <i>Vista en planta de la cubierta del edificio.</i>	12
Figura 3 <i>Costos referenciales de la instalación y mantenimiento de los techos verdes.</i>	18
Figura 4 <i>Geometría de la cubierta</i>	22
Figura 5 <i>Espectro de aceleración de la edificación</i>	26
Figura 6 <i>Cargas definidas en el software</i>	26
Figura 7 <i>Combinaciones de carga definidas en el software</i>	27
Figura 8 <i>Relación entre el momento resistente nominal y la longitud sin soporte lateral</i>	29
Figura 9 <i>Perfiles definitivos de la cubierta</i>	32
Figura 10 <i>Dimensiones de la canaleta</i>	33
Figura 11 <i>Ubicación de caja de inspección pluvial</i>	35
Figura 12 <i>Dimensiones de la caja de inspección pluvial</i>	35
Figura 13 <i>Dimensiones y especificaciones del tanque de almacenamiento</i>	36
Figura 14 <i>Descripción del funcionamiento tlaloque 200</i>	37
Figura 15 <i>Características hidráulicas por aparato sanitario</i>	38
Figura 16 <i>Tabla de Parámetros Hidráulicos y Pérdidas por Fricción para Tuberías de 1/2"</i> <i>(Método Flamant)</i>	39
Figura 17 <i>Tabla de Parámetros Hidráulicos y Pérdidas por Fricción para Tuberías de 3/4"</i> <i>(Método Flamant)</i>	40
Figura 18 <i>Distribución y Diámetros de Tuberías para Servicios Sanitarios</i>	41
Figura 19 <i>Diagrama de red de Impactos Ambientales</i>	48
Figura 20 <i>Desglose de las etapas del proyecto</i>	52

Figura 21 <i>Desglose de la etapa de planificación</i>	53
Figura 22 <i>Desglose de la etapa de diseño</i>	53
Figura 23 <i>Desglose de la etapa de entregables</i>	54
Figura 24 <i>Desglose de la etapa de construcción</i>	54
Figura 25 <i>Presupuesto general de la obra</i>	55
Figura 26 <i>Presupuesto de la cubierta metálica</i>	56
Figura 27 <i>Presupuesto de las instalaciones</i>	56
Figura 28 <i>Presupuesto de las restauraciones por humedad</i>	56

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Resumen de alturas tomadas en el edificio.</i>	11
Tabla 2 <i>Precipitaciones mensuales de la estación meteorológica M1096</i>	13
Tabla 3 <i>Eficiencia de recolección de acuerdo con el material</i>	13
Tabla 4 <i>Volumen de recolección calculado</i>	14
Tabla 5 <i>Análisis de muestra de agua lluvia sin tratar</i>	14
Tabla 6 <i>Matriz de análisis de alternativas</i>	20
Tabla 7 <i>Definición de cargas</i>	23
Tabla 8 <i>Coeficientes del perfil de suelo</i>	24
Tabla 9 <i>Intervalos de T periodos para la elaboración del espectro</i>	24
Tabla 10 <i>Características del perfil G125x50x15x3mm</i>	28
Tabla 11 <i>Determinación del caudal de conducción</i>	33
Tabla 12 <i>Caudal y velocidad máxima de la canaleta</i>	33
Tabla 13 <i>Dimensiones de la canaleta</i>	34
Tabla 14 <i>Variables hidráulicas en la tubería bajante</i>	34
Tabla 15 <i>Caudales de consumo estimados de los baños de la planta baja</i>	36
Tabla 16 <i>Cantidad de dispositivos por área</i>	37
Tabla 17 <i>Matriz de evaluación de impactos ambientales</i>	49
Tabla 18 <i>Costos por metro cuadrado</i>	57

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Cubierta Estructural

PLANO 2 Sistema de drenaje de aguas lluvias

PLANO 3 Sistema de recolección y distribución de aguas lluvia

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El sector de la construcción se orienta hacia una mayor sensibilidad ambiental, promoviendo proyectos que optimicen el aprovechamiento de recursos y minimicen su impacto ecológico. En este contexto, las instituciones educativas fomentan la investigación sobre infraestructuras sostenibles, con especial énfasis en aquellas que requieren renovación para continuar operando eficientemente.

Un componente clave a considerar, para promover renovaciones sostenibles, es la cubierta. En los últimos años, el uso de cubiertas verdes ha demostrado ser una alternativa eficiente, no solo porque protege la estructura de los edificios, sino también porque contribuye a reducir el consumo energético y mitiga el efecto de isla de calor en áreas urbanas. Estudios recientes, como los de (Borges Serradell, 2018) y (Ferrández et al., 2019), destacan que este tipo de cubierta ofrece beneficios económicos a largo plazo, superando en rentabilidad a las cubiertas tradicionales.

Además, la captación y aprovechamiento de aguas pluviales representa un componente esencial en proyectos de construcción sostenibles. Investigaciones realizadas en Bogotá, como la de (Ramírez-Escobar & Buriticá-Arboleda, 2021), han demostrado la factibilidad de estos sistemas, los cuales pueden implementarse en diversos tipos de edificaciones, incluyendo aquellas de uso residencial. La recolección de agua de lluvia permite reducir el consumo de agua potable al utilizarse en actividades de bajo riesgo para la salud, sin requerir tratamientos complejos.

En la ciudad de Guayaquil, se recibe una precipitación promedio anual de aproximadamente 1000 mm, la implementación de un sistema de captación de aguas lluvias no solo alivia la carga sobre los sistemas de alcantarillado pluvial, especialmente en temporada de lluvias cuando son

propensos a colapsar, sino que también permite disminuir el impacto ambiental y generar ahorros económicos sostenibles en el tiempo.

La renovación de infraestructuras en instituciones educativas y de investigación plantea desafíos para integrar prácticas sostenibles con requisitos de funcionalidad y seguridad estructural. En este sentido, el Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE), fundado en 2003 a través del programa VLIR-ESPOL, ha sido un referente en investigación y desarrollo tecnológico. Su edificio, donde se desarrollan actividades críticas para las investigaciones biotecnológicas, presenta necesidades de mejora en su cubierta de fibrocemento, que puede contener fibras de asbesto, y de las instalaciones del edificio, que han alcanzado el fin de su vida útil.

En este sentido, la renovación de la cubierta y el acondicionamiento de las instalaciones del edificio 3K del CIBE constituye una oportunidad para incorporar soluciones de infraestructura sostenibles, alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que incluyen la implementación de cubiertas verdes y sistemas de captación de aguas pluviales.

1.2 Descripción del Problema

La infraestructura del CIBE presenta problemas que requieren intervención para garantizar la seguridad y el bienestar de los ocupantes. El deterioro de la cubierta de fibrocemento, las instalaciones de agua potable y saneamiento, y los daños causados por una incorrecta instalación de los equipos de climatización son los principales problemas encontrados. Estos no afectan únicamente a la infraestructura, sino que también comprometen la salud y comodidad de quienes lo usan.

La cubierta del edificio está hecha de fibrocemento que incluye asbesto, un material que se usaba antes de conocer los riesgos que para la salud. Mientras el material no se ha deteriorado, no representa peligro, pero si se rompe o se desgasta, puede liberar fibras que, al ser inhaladas, causan enfermedades pulmonares como asbestosis, bronquitis crónica y placas pleurales. En

Ecuador, aunque la Constitución de 2008 prohíbe usar sustancias tóxicas con características como el asbesto, no existe aún una ley que regule específicamente su prohibición. (Portilla et al., s/f) (Lyli Moreira Macias, 2019)

De acuerdo con los informes elaborados por el departamento de infraestructura física de ESPOL, y corroborando la información con visitas al sitio, se determinó que las redes del edificio de agua potable, saneamiento y electricidad, no han recibido mantenimiento significativo desde su instalación y han llegado al final de su vida útil, por lo que requieren renovación. Además, debido a que dentro del edificio se encuentra un laboratorio, cuenta con un sistema de drenaje para gases que también necesita mantenimiento. Como es necesario un cambio la cubierta, será debe renovar las instalaciones ubicadas en ella.

Los equipos de climatización aseguran la comodidad de los ocupantes; sin embargo, en este centro se han instalado sin seguir un proceso adecuado, dejando aberturas y filtraciones. Estos equipos no cuentan con un sistema de drenaje, y las mangueras de desfogue provocan que el agua caiga directamente sobre las paredes, generando humedad que puede perjudicar la integridad de la estructura. Además, estos puntos de humedad en el exterior del edificio atraen insectos y afectan la estética.

Los problemas mencionados deben resolverse porque no solo afectan la apariencia del edificio, sino también su estructura y la salud de los ocupantes, que incluyen docentes, estudiantes, investigadores. Abordar estas deficiencias permite la continuidad de las actividades del centro y se prolonga la vida útil del edificio.

1.3 Justificación del Problema

Los sistemas e instalaciones del edificio han superado su vida útil y requieren una renovación integral. Sus ocupantes, que incluyen estudiantes, docentes, investigadores y empleados, se beneficiarán directamente de un entorno seguro, libre de exposición a materiales como el asbesto, cuyo uso ya no es recomendado por sus riesgos para la salud, y con mayor comodidad

para realizar sus actividades. La implementación de un sistema de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias permitirá a la universidad optimizar recursos, reduciendo el consumo de agua potable en actividades específicas, como el riego de áreas verdes, y disminuir así los costos asociados.

La renovación de estos elementos es crucial debido a los riesgos que su estado actual representa. La cubierta del edificio, las instalaciones de agua potable, saneamiento y electricidad no han recibido mayor mantenimiento en más de dos décadas, lo que las hace vulnerables a fallos. Estos problemas podrían derivar en incidentes como fugas de agua, cortocircuitos, y la creación de un ambiente de trabajo insalubre. Por ejemplo, un sistema eléctrico obsoleto podría provocar apagones o incluso incendios, mientras que las filtraciones de agua podrían generar daños irreparables en equipos especializados.

La propuesta de implementar una cubierta verde añade una capa de aislamiento térmico que mejora la eficiencia energética, mitiga el efecto de islas de calor y regula la temperatura interna del edificio. Dado al contexto actual del Ecuador, con desafíos en el abastecimiento de agua y energía, este sistema se alinea con una gestión más eficiente de los recursos y disminuye los costos a largo plazo. Complementado con un sistema de recolección y uso de aguas lluvias, la cubierta verde permitirá aprovechar este recurso renovable y reducir el consumo de agua potable en actividades donde no es esencial, como la limpieza y el riego, además de otros procesos que puedan aplicarse en el laboratorio. Esto contribuye directamente a la sostenibilidad del edificio y ayuda a reducir la carga sobre los sistemas de drenaje de agua.

Implementando la cubierta verde y el sistema de aguas lluvias, el edificio no solo reducirá su impacto ambiental de manera significativa, sino que también alargará su vida útil al proteger la infraestructura contra cambios climáticos y desgaste por filtraciones. En conjunto, estas soluciones permiten un uso más responsable de los recursos, alineándose con los objetivos de

desarrollo sostenible (ODS) 3, 6 y 9, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los usuarios del edificio y a la sostenibilidad del entorno

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar una cubierta e instalaciones sanitarias del Edificio CIBE, empleando softwares aplicados a la ingeniería, para la mejora de la operatividad, seguridad del edificio e impulso del uso eficiente de recursos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar las condiciones actuales de la cubierta e instalaciones edificio 3k mediante el análisis del estado estructural para la identificación de necesidades principales.
- Diseñar una cubierta verde sostenible que incorpore materiales y tecnologías que reduzcan el impacto ambiental, mejore la eficiencia energética y la resistencia estructural del edificio.
- Diseñar un sistema de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias que permita el uso eficiente de recursos.
- Analizar el impacto económico, ambiental y social de las soluciones propuestas.

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 Diseño de cubierta estructural

La cubierta de una edificación es un elemento fundamental que protege la estructura y sus ocupantes de las condiciones climáticas externas. La elección de materiales influye significativamente en las características del techo como el aislamiento térmico, impermeabilización y sostenibilidad. Investigaciones revelan que las cubiertas con aislamiento térmico mantienen temperaturas más frescas en el interior del edificio respecto al exterior, por lo que resultan más cómodas y se reduce el consumo energético. (Niachou et al., 2001; Simmons et al., 2008)

Dos tipos de cubiertas que ofrecen estos beneficios son las cubiertas verdes y las cubiertas reflectantes. Los techos verdes son una respuesta de mitigación al incremento poblacional y la urbanización de entornos naturales, de esta manera se contrarresta el efecto invernadero y mejoran la calidad del aire. Con la ayuda de (López-González et al., 2020), se puede simplificar la definición de un techo verde como una serie de capas que permiten colocar vegetación en los techos de las edificaciones.

En el estudio de (Osorio Pineda, 2015) en Guatemala se observa que el uso del aire acondicionado se redujo hasta en un 40%, lo que largo plazo resulta en un menor consumo energético. De la misma manera, en México, (Trujillo Samayoa et al., 2015) demostraron que el techo verde amortigua las temperaturas exteriores y reduce el consumo energético de los aires acondicionados, con una disminución promedio anual de 28%. En Texas, (Simmons et al., 2008) determinaron que, mientras que bajo una cubierta tradicional las temperaturas alcanzaban los 54°C, bajo una cubierta reflectante eran de 50°C, y en una cubierta verde variaban entre los 36°C y los 38°C.

Por otro lado, las cubiertas reflectantes o frías contienen un aislamiento térmico efectivo que reduce la absorción de calor solar y evita que se filtre al interior de las edificaciones. Como consecuencia aumentan la durabilidad de los materiales, reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y permiten cumplir estándares de sostenibilidad y eficiencia energética. Las cubiertas reflectantes mitigan el efecto de isla de calor, que se produce cuando las superficies de las estructuras absorben y retienen el calor, lo que eleva la temperatura del ambiente. En ciudades como Madrid se ha determinado que la diferencia de temperaturas entre el centro de la ciudad y su periferia supera los 8°C. (Boixo et al., 2012; Moreno-García, 1994). Una consecuencia indirecta del uso de techos fríos o cubiertas reflectantes es la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Al disminuir la necesidad de aire acondicionado, también se reduce la demanda de electricidad, que en gran parte es generada por combustibles fósiles, importantes emisores de CO₂. (Levinson et al., 2010)

2.1.2 Sistema de recolección y aprovechamiento de agua pluvial

El agua de lluvia, que hasta hace poco era considerada un problema del cual había que deshacerse lo antes posible, puede ser captada y almacenada para su posterior uso, de esta manera se aprovecha un recurso natural y se puede minimizar el uso de agua potable para actividades que no la requieren. Al recolectarla se disminuye la presión sobre el sistema de drenaje municipal. El invierno en Guayaquil provoca inundaciones en varios puntos de la ciudad debido a factores como la irregularidad de distribución de precipitaciones ya que, el 85% de las lluvias se concentran los cuatro primeros meses del año; fenómenos naturales como El Niño, aumento del nivel del mar, un limitado sistema de drenaje pluvial, aumento poblacional que disminuye áreas de infiltración, entre otras causas. (Andrade Rhor, 2015, p. 24; Bravo Matamoros, 2020, p. 12; Grafman, 2017, p. 24; Rossel et al., 1996; Rotoplas, s/f)

Un estudio exitoso en Bogotá, Colombia de (Palacio Castañeda, 2010) revela que se cumplió el objetivo de viabilidad para usar el agua dentro de una institución educativa; de la misma manera,

(Estupiñán Perdomo & Zapata García, 2011) establecen que se puede aprovechar del agua pluvial como una alternativa no convencional y así mitigar los problemas de sobrepresión en el drenaje. En Ecuador (Andrade Rhor, 2015) determinó que una planta de fertilizantes ahorrará costos operacionales con un sistema de este tipo.

Sin embargo, también se debe reconocer que la viabilidad del proyecto depende de su ubicación, y la calidad del agua que se obtendrá está determinada por el nivel de contaminación atmosférica. Por ello, es preferible que esta sea utilizada para actividades de bajo o nulo contacto con el ser humano como riego de áreas verdes, llenado de cisternas de inodoros, lavado de fachadas, entre otras opciones. (Grafman, 2017; Herrera Monroy, 2010, p. 80)

2.2 Área de estudio

En la Figura 1 se muestra el Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE) está localizado en el campus Gustavo Galindo Velasco de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), en la parroquia Tarqui, cantón Guayaquil, provincia de Guayas. Ubicado en el Km 30.5 de la vía Perimetral, entre el distribuidor de tráfico y la calle 18I N.O. La planta baja tiene un área de construcción de 1161.51 m², mientras que la planta alta cubre 617.63 m², con un área total de construcción de 1779.14 m² y un área de cubierta no transitable de 1461.42 m². El edificio se encuentra en un terreno de 6587827.37 m².

Figura 1

Vista de la edificación de estudio.



Nota. La edificación está delimitada por la zona verde sombreada.

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

2.3.1 Inspección y levantamiento arquitectónico

Se llevaron a cabo visitas al edificio con el objetivo de realizar un levantamiento arquitectónico para el registro de dimensiones de diferentes elementos estructurales y niveles del edificio.

Para el levantamiento se utilizó un distanciómetro de 11.5cm, medida que ha sido sumada a la leída, y un flexómetro. Se inspeccionó los dos pisos de los sectores de oficina y el área de la Planta Piloto de Procesamiento de Alimentos. A continuación, en la Tabla 1 se muestra un resumen de dichas medidas.

Tabla 1

Resumen de alturas tomadas en el edificio.

Elemento	Altura (m)
Vigas Principales	0.45

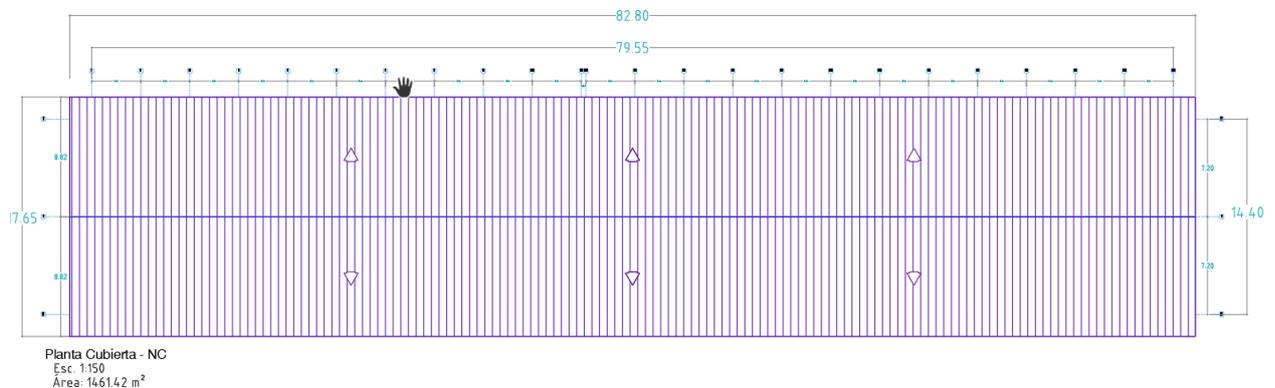
Vigas Secundarias	0.35
Losa	0.25
Planta baja	3.00
Planta alta	3.00
Cubierta (extremos)	7.00
Cubierta (centro)	8.50

2.3.2 Potencial de recolección de agua

La cubierta a estudiar tiene un drenaje a dos aguas y su área es de 1461.42 m². Debido a la geometría de la edificación se considerará como área de captación la superior de 730.30 m², es decir, una sola agua de la cubierta.

Figura 2

Vista en planta de la cubierta del edificio.



Para calcular el potencial de recolección de aguas lluvias se utiliza la ecuación obtenida de (Grafman, 2017)

$$V = R \cdot A \cdot k \cdot e \quad (2.1)$$

Siendo,

V: volumen de captación en L/mes.

R: precipitación en mm/mes. Ver Tabla 2

A: área de recolección horizontal en m² = 730.30 m².

k: factor de conversión, en este caso se debe llevar a L/ m³, $k=1 \frac{L}{m^2}$

e: eficiencia de recolección, sin unidades. Ver Tabla 3.

Tabla 2

Precipitaciones mensuales de la estación meteorológica M1096

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Promedio mensual
Enero	16.30	170.30	171.90	453.70	342.80	171.80	151.00	279.80	157.40	351.20	94.70	214.63
Febrero	54.40	453.90	61.50	381.80	365.10	364.40	110.80	606.60	282.30	250.00	118.20	277.18
Marzo	280.30	200.50	485.10	521.70	429.20	160.20	37.00	420.70	511.90	98.60	311.30	314.23
Abril	187.30	6.80	102.10	143.20	125.30	192.10	360.10	256.80	109.80	81.20	283.60	168.03
Mayo	0.40	21.50	11.10	7.00	36.70	17.30	2.50	65.10	1.40	190.70	87.40	40.10
Junio	0.00	1.50	2.40	1.10	2.10	11.90	3.50	6.00	0.40	1.20	35.80	5.99
Julio	0.00	0.00	0.00	0.70	0.60	3.10	15.50	0.00	0.00	1.00	1.50	2.04
Agosto	0.00	0.20	0.10	0.80	0.00	0.20	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.17
Septiembre	0.00	0.30	0.00	3.70	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.70	0.00	0.45
Octubre	0.00	1.00	1.70	1.70	0.00	0.00	0.10	2.50	0.20	2.70	9.40	1.75
Noviembre	0.40	2.30	0.60	0.00	0.00	1.20	0.90	5.50	0.00	0.00	S/R	1.09
Diciembre	22.10	42.70	3.50	1.10	0.00	106.10	24.10	6.80	0.50	0.10	S/R	20.70
Total	561.20	901.00	840.00	1516.50	1301.80	1028.30	705.50	1650.00	1064.50	977.40	941.90	1044.37

Nota. Datos obtenidos de los anuarios meteorológicos del INHAMI

Tabla 3

Eficiencia de recolección de acuerdo con el material

Material	Eficiencia de recolección
Convencional (teja)	0.95-0.90
Concreto o asfalto	1.00-0.90
Grava	0.70-0.25
Vegetación o arena	0.10-0.05

Nota. Datos obtenidos de (Sánchez Loor & Vera Cortez, 2022)

Tabla 4*Volumen de recolección calculado*

Mes	Promedio Mensual	Volumen de recolección
Enero	214.63	144986.62
Febrero	277.18	187243.94
Marzo	314.23	212269.16
Abril	168.03	113507.04
Mayo	40.10	27088.65
Junio	5.99	4047.02
Julio	2.04	1375.62
Agosto	0.17	116.68
Septiembre	0.45	300.92
Octubre	1.75	1185.24
Noviembre	1.09	736.32
Diciembre	20.70	13983.42
Total	1046.35	706840.66

2.3.3 Calidad del agua

El agua de lluvia puede contener contaminantes atmosféricos y, al entrar en contacto con la cubierta, arrastrar la suciedad acumulada durante los períodos secos. Por ello, se recomienda realizar un mantenimiento anual, especialmente antes del inicio de la temporada de lluvias. Además, es fundamental medir la turbidez del agua, ya que esta evaluación permite calcular el volumen necesario para el proceso de autolimpieza de la cubierta, evitando que las primeras precipitaciones contaminen el agua almacenada.

Tabla 5*Análisis de muestra de agua lluvia sin tratar*

Parámetro	Unidades	Resultado	Método
Coliformes Fecales NMP9	NMP/100ml	100	PEE-GQM-MB-69

Coliformes Totales NMP23	NMP/100ml	410	PEE-GQM-MB-38
Potencial de Hidrógeno pH	Ud. de pH	6.07	DP.PEE.AG.06 / S.M. 2540 B
Solidos Suspendidos Totales SST	mg/L	<32.66	DP.PEE.AG.10 / S.M. 4500-H+ B.
Solidos Totales	mg/L	<55.00	DP.PEE.AG.08 / S.M. 2540 B.
Turbidez	NTU	<1.00	DP.PEE.AG.28 / S.M. 2130 B.

Nota. Datos obtenidos del informe de laboratorio de (Roldán Panta, 2024)

2.4 Análisis de datos

Para calcular el volumen de potencial de recolección de agua pluvial se utilizó el área de la mitad de la cubierta. La ecuación se basa en la precipitación promedio de una estación meteorológica cercana, en este caso la M1096 Sonda Radio ubicada en la Universidad de Guayaquil; y considera la eficiencia del material de la cubierta.

Con esta información recopilada, se obtiene un volumen potencial anual de 706840.66 litros, destaca febrero como el mes de mayor captación y agosto con el menor rendimiento. Este volumen es mayor al que se podría requerir para cubrir actividades como el riego de áreas verdes y limpieza.

Se puede destacar, del análisis de laboratorio, que el agua de lluvia no contiene gran carga contaminante y se infiere que la cubierta es la que mayor contaminación aportaría, esto depende directamente de su mantenimiento. La turbidez permite calcular el volumen de primera descarga, de esta manera se evita propagar la contaminación de arrastre a toda el agua almacenada.

Finalmente, se reconoce que la calidad y cantidad del agua recolectada verifican la viabilidad del sistema, además se considera la opción de utilizar como área de captación la cubierta completa y proponer un sistema de depuración de agua que permita su aprovechamiento en actividades con mayor contacto humano.

2.5 Análisis de alternativas

Este proyecto busca mejorar la gestión de los recursos disponibles, promoviendo su uso sostenible, enfocándose en las futuras generaciones. Las soluciones propuestas prometen larga vida útil, bajo mantenimiento y un ahorro energético.

Este proyecto tiene como objetivo optimizar la gestión de los recursos disponibles, promoviendo su uso sostenible y garantizando beneficios para las generaciones futuras. Las soluciones propuestas destacan por su larga vida útil, bajo requerimiento de mantenimiento y potencial para generar ahorro energético.

En este contexto, se plantean dos alternativas que serán evaluadas con base en los siguientes criterios: costo inicial, requerimientos de mantenimiento, nivel de aceptación, sostenibilidad, eficiencia energética y vida útil. Costo inicial: Se refiere a la inversión requerida para la instalación, incluyendo materiales y mano de obra. Este criterio tiene una alta importancia, ya que el presupuesto del proyecto debe ajustarse a los recursos disponibles de una institución pública. Se evaluará en una escala del 1 al 5, donde 1 indica un mayor costo inicial y 5 un menor costo inicial.

- **Mantenimiento:** Este criterio analiza la frecuencia, costo y esfuerzo necesarios para mantener el sistema en óptimas condiciones. Tiene una importancia media, ya que la cubierta no es transitable, y se busca minimizar la necesidad de un mantenimiento frecuente para no interferir con las actividades operativas cotidianas. Se evaluará en una escala del 1 al 5, siendo 1 el mayor costo de mantenimiento y 5 el menor.
- **Aceptación:** Evalúa el nivel de afinidad de la Gerencia de Infraestructura Física de ESPOL con cada solución propuesta, considerando aspectos como estética, funcionalidad y beneficios asociados. Este factor tiene una alta importancia, dado que es crucial que la solución cumpla con las expectativas del cliente. Se mide en una escala del 1 al 5, donde 1 representa la menor aceptación y 5 la mayor.

- **Sostenibilidad:** Mide la eficiencia en la gestión de recursos y el uso responsable de materiales. Este criterio es de baja importancia debido a la falta de una cultura ambiental sólida en el país, lo que reduce su peso en la decisión final. Se evalúa en una escala del 1 al 5, siendo 1 lo menos sostenible y 5 lo más sostenible.
- **Ahorro energético:** Analiza el potencial de reducción en el consumo de energía, un factor crítico para una universidad pública que busca optimizar sus gastos operativos. Este criterio tiene una alta importancia, ya que permite redirigir fondos hacia otros proyectos de mejora. Se evalúa en una escala del 1 al 5, donde 1 representa el menor ahorro y 5 el mayor ahorro.
- **Vida útil:** Este criterio define la durabilidad esperada de cada solución antes de requerir un reemplazo. Dado que ambas opciones ofrecen una vida útil considerablemente alta, este factor tiene baja importancia en la decisión final. Se mide en una escala del 1 al 5, donde 1 indica una vida útil baja y 5 una vida útil alta.

2.5.1 Alternativa A: Cubierta metálica verde extensiva

El costo inicial de una cubierta verde es elevado debido a la necesidad de materiales específicos, como membranas impermeabilizantes, sustratos, plantas adaptadas y sistemas de drenaje, así como la mano de obra especializada requerida para su instalación y aseguramiento. Basándose en los costos referenciales proporcionados (Fundación Proyecta Verde & M.I. Municipalidad de Guayaquil, 2019) en la Figura 3, se estima un costo aproximado de \$100 a \$105/m² para la instalación de un techo verde extensivo.

Figura 3

Costos referenciales de la instalación y mantenimiento de los techos verdes.

COSTOS REFERENCIALES							
	Sistema	Riego	Vegetación	Sustrato	Mano de obra	Visita de mantenimiento	Observaciones
Techo verde extensivo	\$ 60 /m ²	\$ 20 /m ²	\$ 15 – \$ 20 /m ²	\$ 4,50 /m ²	\$ 20 /m ²	\$ 40 c/u	El diseño y primera visita se incluye en el costo del sistema por m ² .
Techo verde intensivo	\$ 100 – \$ 250 /m ²	\$ 20 /m ²	\$ 15 – \$ 20 /m ²	\$ 4,50 /m ²	\$ 20 /m ²	\$ 40 c/u	El valor de este sistema dependerá del tipo de contenedores de vegetación a instalar. El diseño y primera visita se incluye en el costo del sistema por m ² .
Paredes verdes con sustrato	\$ 125 /m ²	\$ 50 /m ²	\$ 25 /m ²	\$ 4,50 /m ²	\$ 25 /m ²	\$ 40 c/u	El diseño y primera visita se incluye en el costo del sistema por m ² .
Fachadas verdes	\$ 90 /m ²	\$ 20 /m ²	\$ 15 /m ²	\$ 4,50 /m ²	\$ 20 /m ²	\$ 40 c/u	El valor de este sistema está calculado con una estructura de malla electro soldada. El diseño y primera visita se incluye en el costo del sistema por m ² .

Nota. Datos obtenidos de (Fundación Proyecta Verde & M.I. Municipalidad de Guayaquil, 2019)

Se observa, además, que el costo aproximado de las visitas de mantenimiento es de \$40. Entre las opciones de cubiertas verdes, se elige la extensiva debido a que es la de menor mantenimiento, priorizando el ahorro energético sobre el aspecto decorativo.

Un beneficio destacado de los techos verdes es su capacidad para incrementar la sostenibilidad de las edificaciones. Estos sistemas contribuyen a mitigar el efecto isla de calor, capturan CO₂, promueven la biodiversidad al ser hábitats para insectos beneficiosos, y reducen la contaminación del aire. (López Vélez, 2010)

Según los estudios analizados en la revisión de literatura, las cubiertas verdes son efectivas para reducir el consumo energético al disminuir la dependencia del aire acondicionado. En Guatemala, se ha registrado una reducción del consumo energético de hasta un 40%, mientras que en México se logró una reducción anual del 28%.

Por otro lado, las cubiertas reflectivas y verdes presentan beneficios significativos en términos de eficiencia energética. Diversos estudios han demostrado que estos sistemas ayudan a moderar las temperaturas exteriores, lo que mejora el confort térmico dentro de los edificios y disminuye la

necesidad de refrigeración. Estos efectos no solo contribuyen a un ahorro energético a largo plazo, sino que también refuerzan la sostenibilidad general de las edificaciones.

2.5.2 Alternativa B: Cubierta metálica reflectiva o techo frío

Una cubierta reflectiva puede estar compuesta por tejas reflectivas o tejas tradicionales recubiertas con materiales reflectantes. Tras realizar consultas con proveedores, se ha desarrollado un presupuesto preliminar que incluye los costos de materiales y mano de obra para la instalación de ambos tipos de cubiertas reflectivas.

Entre los productos existentes se encuentran el Duratecho Plus y Confortérmico, ambos requieren pedidos personalizados en longitud de 9 metros, ya que las dimensiones de la cubierta exceden las comerciales. Para el área de cubierta se necesitan aproximadamente 177 planchas, considerando mano de obra y accesorios adicionales para la instalación se estiman \$45 /m².

(Novacero S.A, 2022)

El mantenimiento de las cubiertas reflectivas es sencillo y debe realizarse anualmente como una medida preventiva. Este mantenimiento se enfoca principalmente en la limpieza e inspección, con el objetivo de evitar la acumulación de polvo y preservar la capacidad reflectiva de la cubierta. Según estudios, durante los dos primeros años, la reflectancia podría disminuir en un 20%, por lo que una limpieza adecuada es fundamental para garantizar su óptimo rendimiento (Berdahl et al., 2005; Boixo et al., 2012)

La ESPOL, ubicada en la periferia de la ciudad de Guayaquil y rodeada de vegetación diversa, genera menor emisión de calor en comparación con el centro urbano. Sin embargo, un beneficio clave de las cubiertas reflectivas es su contribución a la mitigación del efecto de islas de calor urbano, ya que no absorben ni retienen calor. Además, indirectamente reducen la emisión de CO₂ al ambiente al disminuir la necesidad de aire acondicionado constante para mantener una temperatura fresca en el edificio. (Moreno-garcia, 1994)

Investigaciones como las de (D. Parker et al., 1995; D. S. Parker & Barkaszi, 1997; D. Parker & Sherwin, 1998) han demostrado que las cubiertas reflectivas reducen significativamente la carga térmica en el interior de los edificios, lo que disminuye el uso de aire acondicionado. Los estudios realizados en Estados Unidos reportaron un ahorro energético promedio del 60%, aunque este valor puede variar según las condiciones específicas, lo que posiciona a estas cubiertas como una opción altamente eficiente.

Las cubiertas reflectivas tienen una vida funcional esperada de 30 a 40 años, siempre que se lleven inspecciones y mantenimiento adecuado. Es importante destacar que su vida útil es mayor que la de una cubierta tradicional, debido a que ofrece una mayor resistencia a las condiciones externas; su barrera térmica reduce el desgaste y protege la estructura interna de la humedad y las olas de calor.

Tabla 6

Matriz de análisis de alternativas

	FI	Alt. A		Alt. B	
Costo Inicial	0.60	2	1.2	4	2.4
Mantenimiento	0.25	3	0.75	4	1
Aceptación	0.50	3	1.5	4	2
Sostenibilidad	0.20	5	1	2	0.4
Ahorro	0.60	4	2.4	4	2.4
Vida útil	0.10	5	0.5	5	0.5
Total			7.35		8.70

Con base en las características del proyecto y el análisis comparativo de alternativas, se concluye que la alternativa B es la más adecuada. Una cubierta reflectiva resulta más económica, presenta menor complejidad en su instalación y cumple con los objetivos planteados: reducir la temperatura interna del edificio y promover el ahorro energético de manera eficiente.

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

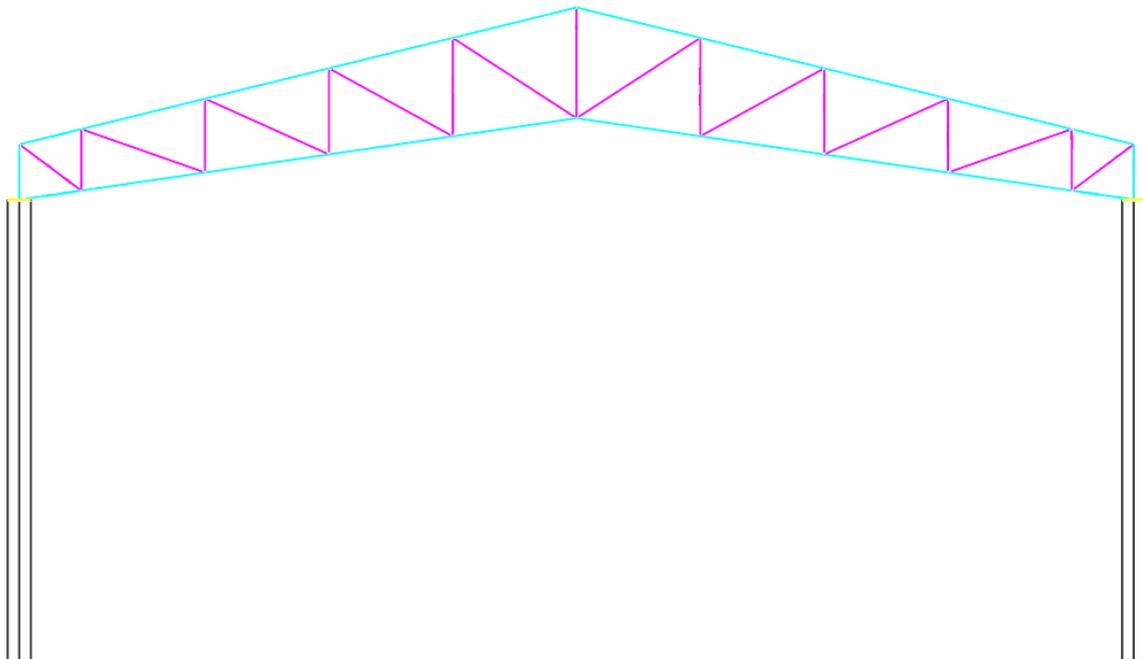
3.1 Diseño de cubierta metálica

El diseño se realiza bajo las especificaciones y recomendaciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (MIDUVI, 2015)

La cubierta tiene una luz de 14.44 m y una longitud de 79.55 m que se reparte en una sección de oficinas y una nave industrial. Es a dos aguas, con un ángulo de 20° y una altura medida desde base de 2.5 m. La geometría de la estructura se escogió de acuerdo con las recomendaciones de (Hibbeler, 2012, pp. 80–81) como una Pratt Modificada.

Figura 4

Geometría de la cubierta



3.1.1 Designación de cargas no sísmicas

En la siguiente tabla se encuentran especificadas las cargas a considerar para el sistema.

Tabla 7*Definición de cargas*

Muerta		
Luminarias	15	Kg/m ²
Cubierta (AR - 2000)	3.59	Kg/m ²
FS (5%)	0.92	Kg/m ²
Carga Muerta Total	19.52	Kg/m²
Viva		
Mantenimiento (Lr)*	60	Kg/m ²
Carga Viva Total	60	Kg/m²
Viento		
Barlovento	12.98	Kg/m ²
Sotavento	-19.25	Kg/m ²

3.1.2 Combinaciones de carga

Las combinaciones de carga pertenecen al modelo LRFD definido en la NEC (MIDUVI, 2015)

1. $1.4D$ (3.1)
2. $1.2D+0.5Lr$
3. $1.2D+1.6Lr+0.5W$
4. $1.2D+1W+L+0.5\max(Lr; S; R)$
5. $1.2D+1E+L+0.2S$
6. $0.9D+1W$
7. $0.9D+1E$.

3.1.3 Espectro de respuesta inelástico

Se obtiene el espectro de respuesta inelástico de acuerdo con la NEC 2015.

El proyecto se encuentra en la ciudad de Guayaquil la cual tiene una zona sísmica V y un factor Z de 0.4 que indica un peligro sísmico alto. De acuerdo con la clasificación de la NEC el suelo pertenece a un perfil B, cuyos coeficientes correspondientes según las tablas 3, 4 y 5 en la NEC se detallan en la tabla a continuación.

Tabla 8

Coefficientes del perfil de suelo

Fa (amplificación de suelo en la zona de periodo corto)	1
Fd (Desplazamiento de diseño en roca)	1
Fs (Desplazamiento de diseño en roca)	0.75

Para calcular el periodo fundamental se utilizará el Método 1 (NEC) con la ecuación

$$T_a = C_t \cdot h_n^\alpha$$

Siendo una estructura de acero sin arriostramientos le corresponde un valor de C_t de 0.072 y un valor α de 0.8. H_n corresponde a la altura del edificio (6m)

$$T_a = 0.072 \cdot 8.5^{0.8} = 0.39 \text{ s}$$

$$1.3T_a \leq 0.30$$

$$T_a \leq 0.51$$

El periodo obtenido en el programa fue de 0.47, por lo tanto, el modelo cumple. Se destaca el uso de tensores que permitan a la estructura funcionar como un solo elemento.

Tabla 9

Intervalos de T periodos para la elaboración del espectro

Intervalo 1	$0 \leq T \leq T_0$	$T_0 = 0.1 \cdot F_s \cdot \frac{F_d}{F_a}$	$S_a = zFa(1 + (\eta - 1) \frac{T}{T_0})$
-------------	---------------------	---	---

Intervalo 2	$T_0 \leq T \leq T_c$	$T_c = 0.55 \cdot F_S \cdot \frac{Fd}{Fa}$	$Sa = \eta \cdot z \cdot Fa$
Intervalo 3	$T > T_c$		$Sa = \eta \cdot z \cdot Fa \cdot \frac{T_c}{T}$

La variable η según la NEC dependerá de la zona en la que se encuentre el proyecto, adoptando los siguientes valores:

$\eta=1,80$: Provincia de la Costa (excepto Esmeraldas)

$\eta=2,48$: Provincia de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos

$\eta=2,60$: Provincias del Oriente

Finalmente, para la elaboración del espectro inelástico se utiliza la ecuación

$$C_s(T) = \frac{S_a \cdot I}{R \cdot \phi_p \cdot \phi_e} (T)$$

$S_a(T)$: Aceleración del suelo, depende del espectro de respuesta elástico

$I=1,3$ Coeficiente de Importancia obtenido de la tabla 6 de la NEC-SE-DS

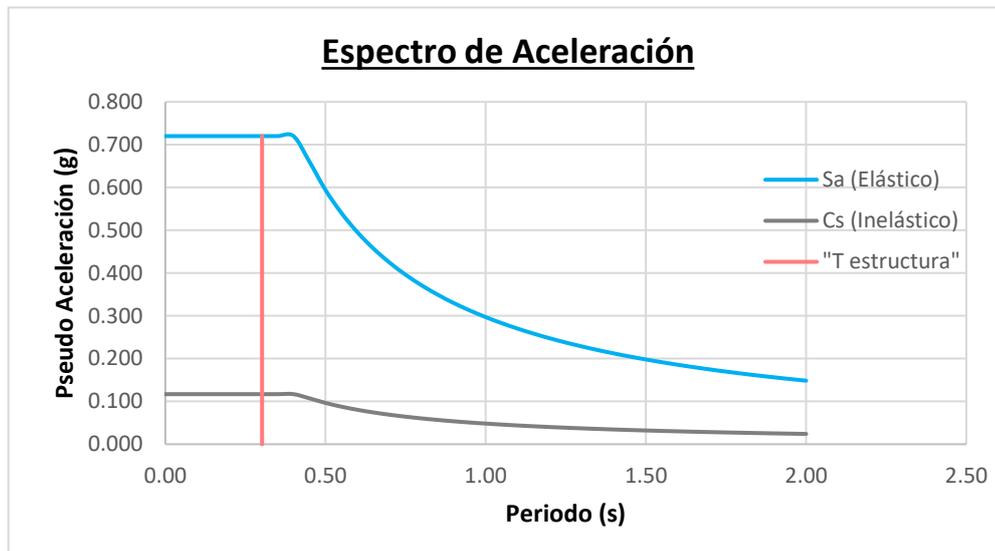
$R=1,3$ Coeficiente de reducción R obtenido de la tabla 12 de la NEC-SE-DS

$\phi_p=1$: Coeficiente que dependerá de las irregularidades en planta

$\phi_e=1$: Coeficiente que dependerá de las irregularidades en elevación

Figura 5

Espectro de aceleración de la edificación



3.1.4 Modelación estructural

Se modela la estructura en un software aplicado al análisis estructural en donde se considera un espectro sísmico y los pesos propios de los elementos. En la Figura 6 y la Figura 7 se observan tanto las cargas como las combinaciones de cargas establecidas en el software.

Figura 6

Cargas definidas en el software

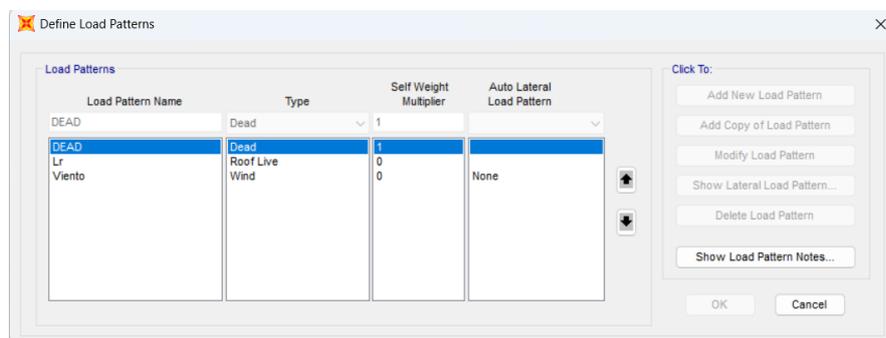
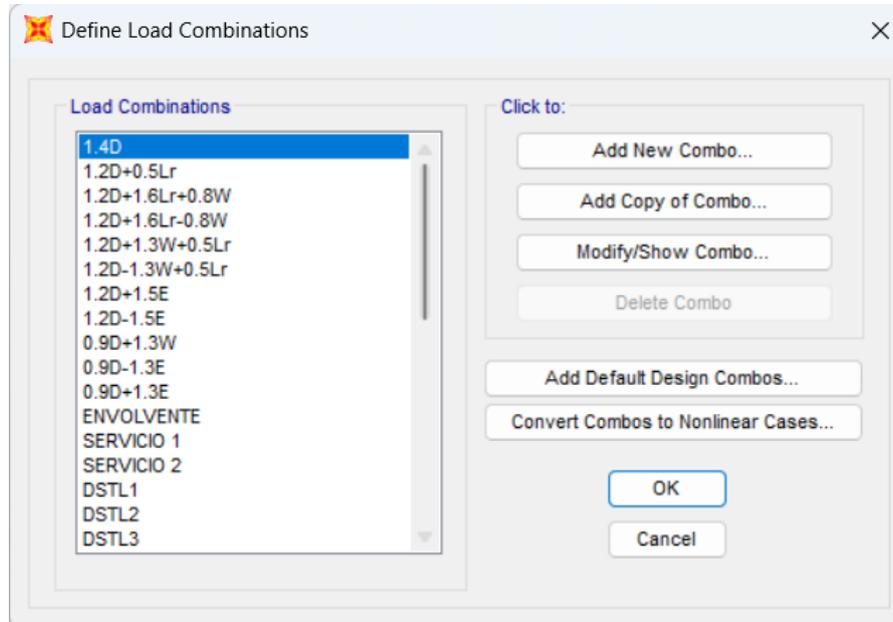


Figura 7

Combinaciones de carga definidas en el software



Al correr el programa se determinan los momentos y cargas requeridas con los que se procede a hacer comprobaciones manuales en la sección *Diseño*

3.1.5 Diseño

3.1.5.1 Correas o Largueros

El prediseño permite determinar secciones antes de realizar el modelamiento en un software de análisis estructural, se consideran las cargas permanentes, vivas y por viento. No se considera el peso propio de los elementos ni la carga sísmica, esto se comprobará con el software.

La combinación de carga crítica resulta en

$$q = 1.2D + 1.6Lr - 0.5Ws = 1.2(19.51) + 1.6(60) - 0.5(-19.25) = 129.04 \frac{kg}{m^2}$$

Se debe repartir la carga en el ancho tributario de las correas

$$q = 129.04 \frac{kg}{m^2} \cdot 1.60 m = 206.46 \frac{kg}{m}$$

El momento máximo para la correa se determina con la ecuación

$$M_{max} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{206.46 \cdot 3.60^2}{8} = 334.46 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Las correas presentan están inclinadas con un ángulo de 20°, por lo tanto, se descomponen los momentos en los ejes

$$M_x = M_{max} \cdot \cos(20^\circ) = 314.29 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Para determinar el módulo resistente requerido se utiliza la ecuación

$$S = \frac{M_{max}}{f_{y'}}$$

$$F_y = 36 \text{ ksi} = 2531.05 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{y'} = 0.6 F_y \cong 1519 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$S = 20.70 \text{ cm}^3$$

Se escoge una sección de los catálogos disponibles que cumpla con el módulo resistente requerido, en la Tabla 10 se especifican las características del perfil escogido

Tabla 10

Características del perfil G125x50x15x3mm

Designación	Dimensiones				Área	Momento de Inercia		Modulo Resistente		Radio de giro	
	h	b	c	e		I _x	I _y	W _x	W _y	I _x	i _y
G125x50x15x3mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm
	125	50	15	3	7.06	165.5	22.16	26.48	6.43	4.84	1.71

Se verifica que la sección cumple el criterio

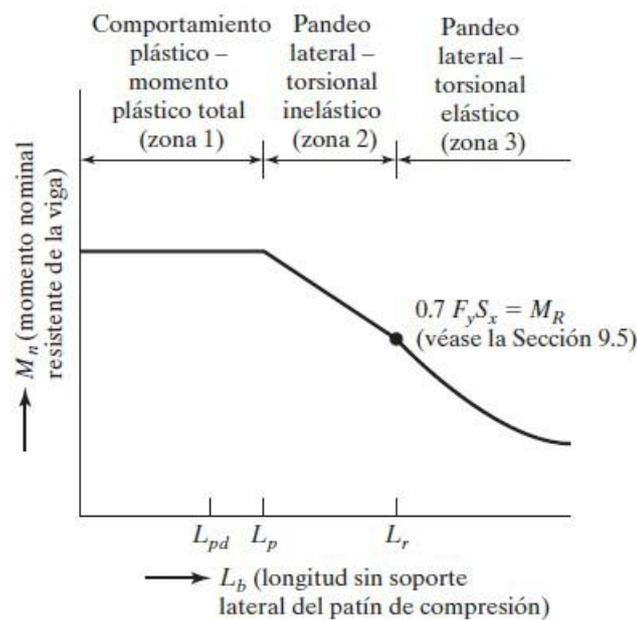
$$f_{y'} \geq \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y}$$

Las correas tienen una longitud sin arriostramiento de 3.60 m, se coloca un templador en la mitad de esta longitud con el fin de disminuir el pandeo lateral torsional

Se procede a comprobar el pandeo lateral torsional, la sección se coloca en la zona 2 al comprobar las longitudes límites.

Figura 8

Relación entre el momento resistente nominal y la longitud sin soporte lateral



$$L_p = 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0.85 \text{ m}$$

$$L_r = \pi \cdot r_{ts} \cdot \sqrt{\frac{E}{0.7 \cdot F_y}} = 2.38 \text{ m}$$

$$L_b = \frac{L}{2} = 1.80 \text{ m}$$

El momento nominal en la Zona 2 está determinada por la ecuación

$$M_n = C_b \cdot \left[M_p - (M_p - 0.7 \cdot F_y \cdot S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$

$$M_n = 766.69 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_p = 780.83 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

De esta manera se comprueba que la sección cumple por pandeo lateral torsional.

Deflexión admisible

Se evalúa que la sección cumpla el estado límite de servicio. Para ello se utiliza la combinación de carga de la ecuación

$$q_{serv} = D + Lr = 127.22 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$f_{adm} = \frac{L}{240} = \frac{360 \text{ cm}}{240} = 1.50 \text{ cm}$$

$$I_{req} = \frac{2 \cdot q \cdot 1.6 \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot Ix} = 1.32 \text{ cm}$$

De esta manera se determina que la sección G125x50x15x3mm es adecuada para todas las comprobaciones.

3.1.5.2 Templadores y tensores

Los tensores se diseñan bajo los criterios:

1. El diámetro mínimo es de 0.62 mm
2. La esbeltez mínima es de L/500

Comprobando esto

$$\phi_{tensor} = \frac{L_{tensor}}{500} = 16.80 \text{ mm}$$

Por lo tanto, se escogen tensores de 20 mm

3.1.5.3 Cuerdas y entramados de celosía

Estos elementos trabajan bajo fuerzas axiales tanto a compresión como a tensión. Una buena práctica constructiva es utilizar la menor cantidad de perfiles posibles, por ello se diseña para una carga crítica.

Las cargas de demanda se obtienen del software de análisis estructural una vez asignadas las cargas generales y accidentales.

A tensión se determina un área mínima

$$P_{maxT} = 8715.57 \text{ kg}$$

$$A_{minT} = \frac{P_{maxT}}{0.6 \cdot F_y} = 5.74 \text{ cm}^2$$

A compresión se determina una esbeltez de diseño y el área

$$P_{maxC} = 9320.59 \text{ kg}$$

Límite de esbeltez $4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 133.68$

Esbeltez de diseño 50

Esfuerzo crítico de Euler $F_e = \frac{\pi \cdot E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$

Esfuerzo crítico $F_{cr} = 0.658 \frac{F_y}{F_e} \cdot F_y$

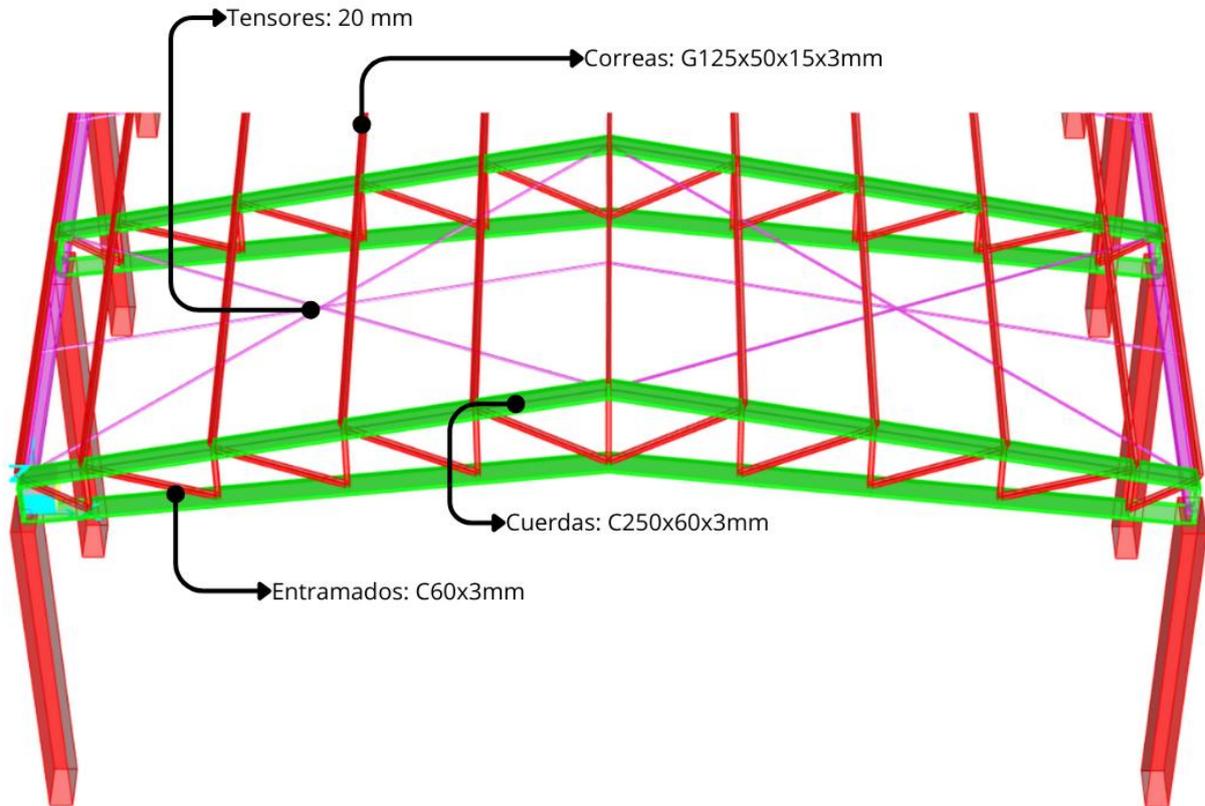
Área mínima $A_{minC} = \frac{P_{maxC}}{0.6 F_{cr}}$

Con el área mínima se escoge una sección y se calcula la carga nominal que debe ser mayor a la carga requerida. De esta manera se escogieron las secciones

- C250x60x3mm para las cuerdas
- 2L 60x3mm para los entramados

Figura 9

Perfiles definitivos de la cubierta



3.2 Diseño de instalaciones de drenaje

La edificación tiene una superficie de cubierta de 1339.12 m², la cual se dividió en cuatro áreas iguales, cada una de **334.78 m²**, para facilitar el diseño del sistema de drenaje. El material del techo es una aleación entre zinc, aluminio y silicio que se caracteriza por su durabilidad, reflexión térmica e impermeabilidad, es decir, un coeficiente de escorrentía 1. La cubierta tiene una caída a dos aguas con pendientes de 20%.

Para calcular el caudal de conducción se usa la siguiente ecuación.

$$Q_{req} = A \cdot C \cdot I$$

A: Área en m²

C: Coeficiente de escorrentía, 1 para material Aluzinc.

I: Intensidad pluviométrica, 0.028 en la ciudad de Guayaquil.

Tabla 11

Determinación del caudal de conducción

Área	C	I	Q
334.78	1	0.028	9.37

Se debe escoger una canaleta con una capacidad igual o mayor que la requerida. La capacidad máxima de una canaleta se determina con la ecuación de Manning, tanto para caudal y velocidad.

$$Q_{max} = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Tabla 12

Caudal y velocidad máxima de la canaleta

b	y	n	S	Qmax c	Vmax c
0.14	0.096	0.014	0.01	11.318	0.84

La canaleta escogida es de galvalume, cuyas dimensiones se encuentran especificadas en la

Figura

Figura 10

Dimensiones de la canaleta



Tabla 13*Dimensiones de la canaleta*

Tamaño	A	B	C	D	E	F
Mediano	120 mm	140 mm	96 mm	20 mm	15 mm	15 mm

Con el mismo caudal de requerimiento se determina el diámetro de la tubería para bajante. Se comprueba que la relación de capacidad Q/Q_0 sea menor a 1.

Tabla 14*Variables hidráulicas en la tubería bajante*

n	S	D	Q₀	V₀	Q/Q₀
0.009	0.01	127	14.13	1.11	0.66

Por lo tanto, las bajantes serán de PVC 5" o 127 mm.

Se coloca 1 caja de inspección en cada bajante que no pertenece al sistema de recolección y distribución de aguas lluvias. En la Figura 11 y Figura 12 se observan las especificaciones de estas.

Figura 11

Ubicación de caja de inspección pluvial

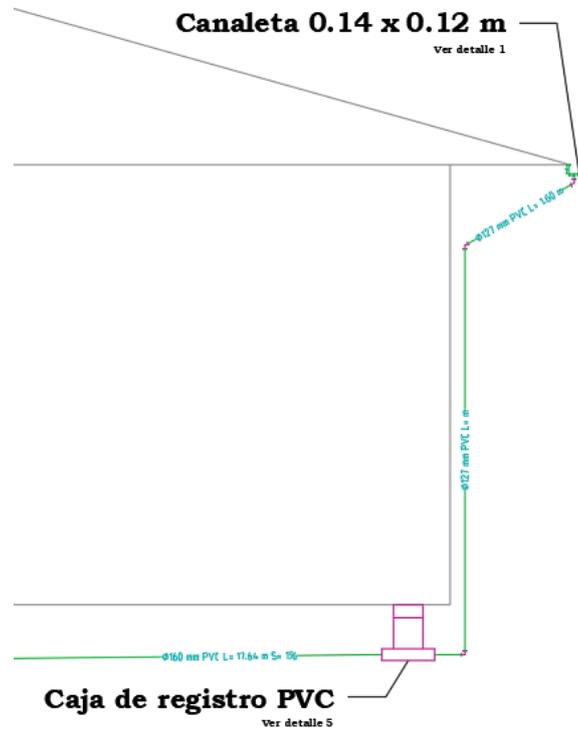
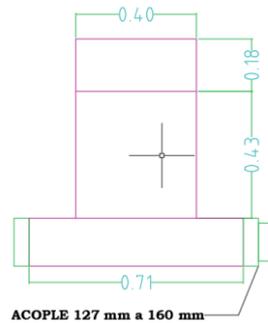


Figura 12

Dimensiones de la caja de inspección pluvial



3.3 Diseño de sistema de recolección y distribución de aguas lluvias

En la sección 2.1.2 en la página 9, se ha determinado un volumen potencial anual de recolección de 706840.66 L. El agua recolectada servirá para la limpieza de pisos y llenas las cisternas de los inodoros de la planta baja. Se estima el consumo para establecer un caudal requerido.

Tabla 15

Caudales de consumo estimados de los baños de la planta baja

Área	Caudal (L/s)
Baño 1	0.13
Baño 2	0.32
Baño 3	0.13
Baño 4	1.50
Total	0.95

Para determinar el volumen del tanque se referencia al mes anterior a la temporada invernal, es decir, un potencial de recolección de 5000 L. Por lo tanto, se colocarán 2 tanques verticales tipo botella de 2500 L cuyas especificaciones se definen en la Figura 13.

Figura 13

Dimensiones y especificaciones del tanque de almacenamiento



Se debe separar un volumen de autolimpieza de cubierta o primeras descargas, se determina el volumen con la ecuación

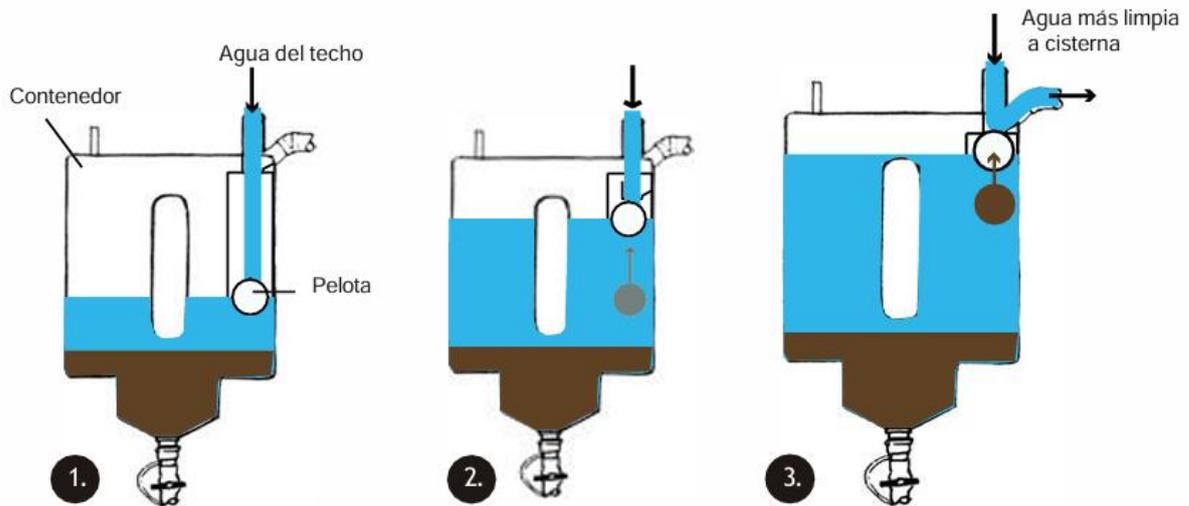
$$V_{pl} \cong \frac{0.41 L}{1 m^2} \cdot 2 \cdot 334.78 = 274.52 L$$

Se colocarán dos Tlaloques 200. Funcionarán a una capacidad de 150 L cada uno y de manera independiente para no incrementar el diámetro de las bajantes. Dicho tlaloque permite filtrar el

agua con mayor contaminación y turbiedad de las primeras lluvias, su funcionamiento se describe en la Figura 14

Figura 14

Descripción del funcionamiento tloaque 200



Con la Figura 15

Características hidráulicas por aparato sanitario se determina el caudal requerido para el sistema de distribución, considerando que se va a utilizar el agua para limpieza de pisos y llenar las cisternas de los inodoros y urinales de la planta baja.

Para determinar el diámetro de la línea de distribución de agua para el sistema se deben determinar los puntos de agua que existen en el sistema. Como se observa en la Tabla 16 se cuenta con 9 dispositivos.

Tabla 16

Cantidad de dispositivos por área

Área	Dispositivo	Cantidad
Baño 1	Inodoro	1
Baño 2	Inodoro	3

Baño 3	Inodoro	1
Baño 4	Urinales (f)	3
Baño 4	Inodoro	2
Total		9

Cada dispositivo tiene un caudal instantáneo que permite cuantificar el caudal máximo posible, este se refiere al caudal necesario para utilizar todos los dispositivos del sistema al mismo tiempo. En la Figura 15 se encuentran los caudales instantáneos que al multiplicarlos por la cantidad de dispositivos se encuentra el caudal máximo posible.

Figura 15

Características hidráulicas por aparato sanitario

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Sin embargo, como este escenario no es viable se determina el caudal máximo probable con la ecuación

$$Q_{MP} = k_s \cdot \sum q_i$$

qi: caudal instantáneo de cada dispositivo

Ks: coeficiente de simultaneidad

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \cdot (0.04 + 0.04 \cdot \log(\log(n)))$$

F: Factor que depende del tipo de edificio, F = 1 para edificios de oficinas y semejantes

n: cantidad de dispositivos

Se debe considerar que para el primer dispositivo siempre se establece $k_s = 1$.

Con los caudales probables determinados, se ingresa a las tablas de Flamant, en la Figura 16 y Figura 17 en busca del diámetro y velocidad.

1. El diámetro mínimo de 1/2", un diámetro óptimo es de 3/4"
2. La velocidad mínima es de 0.6 m/s, una velocidad óptima es 1.2 m/s

Figura 16

Tabla de Parámetros Hidráulicos y Pérdidas por Fricción para Tuberías de 1/2" (Método Flamant)

1/2" $j = 4C (V^{1.75} / D^{1.2})$ $Q = AV$ $j = 6,1C (Q^{1.75} / D^{4.75})$

Unidades	Caudal Q			V	hv	Pérdidas por fricción en m/m				
	gal/min	l/min	l/s	m/s	m	Coeficiente de fricción C				
						Fundido 0,00031	Galva- nizado 0,00031	Acero 0,00018	Cobre 0,00012	P.V.C. 0,00010
1	3,79	0,06	0,47	0,01	0,079	0,058	0,046	0,030	0,025	
2	2	7,57	0,13	1,03	0,05	0,304	0,226	0,177	0,118	0,098
3	3	11,35	0,19	1,50	0,11	0,591	0,439	0,343	0,229	0,191
5	4	15,14	0,25	1,97	0,20	0,956	0,709	0,555	0,370	0,308
6	5	18,92	0,32	2,53	0,33	1,472	1,092	0,855	0,570	0,475
7	6	22,71	0,38	3,00	0,46	1,989	1,475	1,155	0,770	0,642
8	7	26,50	0,44	3,49	0,62	2,587	1,919	1,502	1,001	0,834
10	8	30,28	0,50	3,98	0,81	3,267	2,424	1,897	1,265	1,054
12	9	34,07	0,57	4,48	1,02	4,015	2,979	2,331	1,554	1,295
14	10	37,85	0,63	4,98	1,26	4,828	3,582	2,804	1,869	1,558
16	12	45,42	0,76	5,98	1,82	6,643	4,929	3,857	2,571	2,143
20	14	52,99	0,88	6,97	2,48	8,700	6,455	5,052	3,368	2,806

Figura 17

Tabla de Parámetros Hidráulicos y Pérdidas por Fricción para Tuberías de 3/4" (Método Flamant)

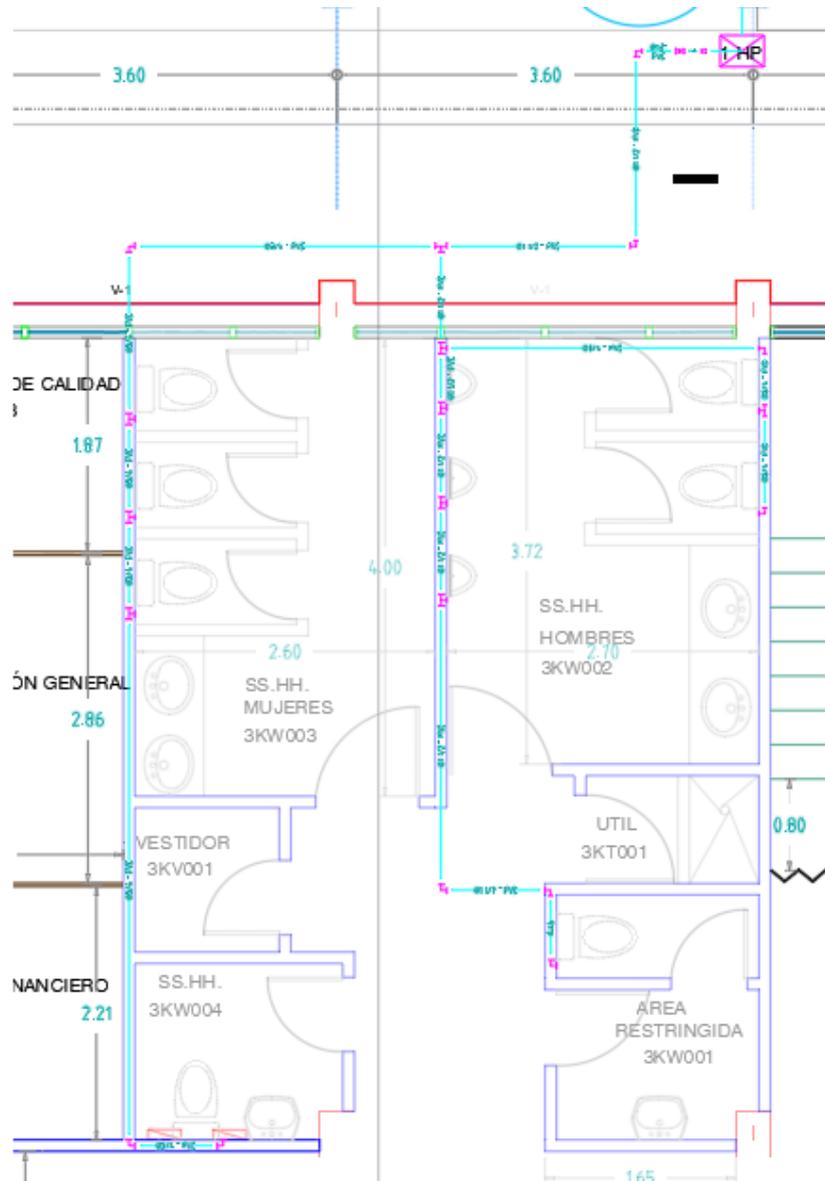
3/4" $j = 4C (V^{1,75} / D^{1,25})$ $Q = AV$ $j = 6,1C (Q^{1,75} / D^{4,75})$

Unidades	Caudal Q			V	h _v	Pérdidas por fricción en m/m				
	gal/min	l/min	l/s	m/s	m	Coeficiente de fricción C				
						Fundido 0,00031	Galva- nizado 0,00023	Acero 0,00018	Cobre 0,00012	P.V.C. 0,00010
2	2	7,57	0,13	0,46	0,01	0,044	0,033	0,026	0,017	0,014
3	3	11,35	0,19	0,67	0,02	0,086	0,064	0,050	0,033	0,028
5	4	15,14	0,25	0,88	0,04	0,139	0,103	0,081	0,054	0,045
6	5	18,92	0,32	1,12	0,06	0,215	0,159	0,125	0,083	0,069
7	6	22,71	0,38	1,33	0,09	0,290	0,215	0,168	0,112	0,093
8	7	26,46	0,44	1,54	0,12	0,375	0,278	0,218	0,145	0,121
10	8	30,24	0,50	1,75	0,16	0,469	0,348	0,272	0,181	0,151
12	9	34,07	0,57	1,99	0,20	0,585	0,434	0,340	0,227	0,189
14	10	37,80	0,63	2,21	0,25	0,702	0,521	0,408	0,272	0,226
16	12	45,36	0,76	2,67	0,36	0,975	0,723	0,566	0,377	0,314
20	14	52,92	0,88	3,09	0,49	1,260	0,935	0,732	0,488	0,406
23	16	60,48	1,01	3,54	0,64	1,604	1,190	0,931	0,621	0,517
27	18	68,04	1,13	3,96	0,80	1,952	1,448	1,133	0,755	0,630

El material para la línea de impulsión será de policloruro de vinilo (PVC) y se han determinado los diámetros de la Figura 18 para cada ramal

Figura 18

Distribución y Diámetros de Tuberías para Servicios Sanitarios



Sistema de presión e impulsión

La potencia de la bomba se determina con la ecuación

$$P_{HP} = \frac{\gamma \cdot HDT \cdot Q}{76 \cdot \eta}$$

γ : Peso específico del agua = 1 kg/L

Q : Caudal del fluido

η : Eficiencia de la bomba

HDT: Altura dinámica total (m)

$$HDT = ADS + ADI + PD + PDC$$

ADS: Altura dinámica de succión

ADI: Altura dinámica de impulsión

PD: Presión Diferencial (entre arranque y parada de la bomba)

PDC: Cabeza de presión en el dispositivo crítico

Por lo tanto, se determina la potencia de la bomba del proyecto como

$$P_{HP} = \frac{\gamma \cdot HDT \cdot Q}{76 \cdot \eta} = \frac{1 \cdot 34.5 \cdot 0.86}{76 \cdot 50\%} = 0.78 \text{ HP}$$

La potencia requerida por el sistema es de 0.78 HP, sin embargo, la siguiente potencia comercial de una bomba es de 1HP. Con estas características se coloca Bomba periférica 1 HP, altura máxima 70 m, Truper Expert.

Capítulo 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El presente proyecto consiste en la renovación integral de la cubierta, mejora de los equipos sanitarios y la implementación de un sistema de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias en el edificio 3K CIBE en ESPOL. Al requerir esta renovación se la ha tomado como una oportunidad para mejorar la gestión de recursos y eficiencia energética, de igual manera se desea optimizar el consumo de agua potable en el edificio. Para ello se propone el uso de una cubierta aislante que reduzca la transferencia de calor al interior y disminuya el consumo de agua potable para actividades en las que no sea necesaria, como la limpieza de pisos y el abastecimiento de cisternas de los inodoros de la planta baja. Estas soluciones promueven un uso eficiente de los recursos, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 3, 6 y 9, mejorando la calidad de vida de los usuarios y favoreciendo la sostenibilidad del entorno.

El edificio está ubicado en el Campus Gustavo Galindo, rodeado por el bloque de la facultad de Ciencias de la Vida y el bosque protector La Prosperina, que alberga una variedad de especies de vida silvestre. Se desea evaluar cómo se verá afectado este entorno natural por la ejecución de estas obras para poder tomar medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental.

Al tratarse de un centro de investigación y desarrollo en biotecnología, requiere espacios funcionales y seguros para que sus ocupantes puedan continuar con sus actividades. Para ello se evaluaron alternativas de cubiertas verdes y aislantes. Las cubiertas verdes ofrecen beneficios directos en el aislamiento térmico, sin embargo, su mayor utilidad es brindar áreas verdes en lugares donde no hay espacio para colocarlos y existe gran densidad poblacional, por esto se seleccionó una cubierta metálica con propiedades aislantes que representa un menor costo. El sistema de recolección de aguas lluvias se destinará al llenado de cisternas de inodoros en la planta baja y a tareas como la limpieza de pisos y fachadas, reduciendo el consumo de agua

potable. Adicionalmente, los muebles sanitarios serán reemplazados por modelos de bajo consumo, como inodoros eficientes y griferías con sensores de activación que evitan desperdicios por llaves abiertas.

Los recursos necesarios incluyen agua y energía para pruebas y actividades de instalación. Los materiales principales son láminas reflectivas, canaletas de acero galvanizado y tuberías de PVC.

Para la ejecución del proyecto, se requerirán autorizaciones como licencias municipales de construcción y permisos para el uso y aprovechamiento del agua en el sistema de recolección.

Estas medidas garantizan el cumplimiento normativo y el desarrollo responsable de las obras.

La metodología para medir el impacto ambiental incluye la identificación, caracterización y valoración de los impactos, utilizando criterios como magnitud, duración, reversibilidad,

extensión y probabilidad. Para minimizar los impactos, se proponen medidas preventivas, correctivas y compensatorias, como la gestión adecuada de residuos, control de emisiones,

optimización del consumo de agua y energía, y monitoreo constante de los indicadores

ambientales. Finalmente, se selecciona la alternativa con menor impacto mediante la

comparación de resultados, priorizando aquellas acciones que reduzcan significativamente los efectos negativos y aseguren la sostenibilidad del proyecto.

4.2 Línea base ambiental

El proyecto se desarrollará en la Facultad de Ciencias de la Vida, ubicada en el campus Gustavo Galindo Velasco de la ESPOL, al norte de la ciudad de Guayaquil. En el campus se encuentra el

bosque protector La Prosperina, un ecosistema de bosque seco tropical cuyo objetivo principal es la preservación de la biodiversidad y el impulso de la investigación. Este entorno natural

desempeña un papel importante en la preservación de flora y fauna características de la región costera del Ecuador, lo que destaca la necesidad de minimizar los impactos del proyecto en su

ejecución.

Las condiciones físicas del área están influenciadas por las corrientes marinas, lo que genera temperaturas promedio entre 24 y 26 °C y precipitaciones anuales de 500 a 700 mm. El suelo rocoso y montañoso presenta riesgo de erosión y deslizamientos, factores que deben considerarse durante la construcción.

En cuanto a la vegetación y fauna, el bosque protector La Prosperina está compuesto por arbustos y árboles como el bálsamo. También alberga aves, reptiles e insectos, lo que refleja las características de un bosque seco tropical. Es importante evitar cualquier daño al ecosistema durante las actividades del proyecto. La calidad del aire en la zona se ve afectada por la circulación de vehículos, lo que aumenta las emisiones de dióxido de carbono.

4.3 Actividades del proyecto

Las actividades previstas en el proyecto de renovación integral de la cubierta y las instalaciones sanitarias del edificio 3K de la Facultad de Ciencias de la Vida incluyen acciones específicas que podrían generar impactos ambientales en diferentes etapas de su ejecución.

- **Desmontaje y disposición de la cubierta existente:** Se debe tener cuidado debido al contenido de partículas de asbesto que pueden ser liberadas al ser sometidas a movimientos bruscos y contacto con el agua.
- **Instalación de la nueva cubierta reflectiva:** Se consideran los residuos sólidos y emisiones de CO₂ asociadas al transporte y montaje.
- **Implementación del sistema de recolección de aguas lluvias:** La instalación de canaletas, tuberías y sistemas de almacenamiento podría requerir excavaciones menores que alteren el suelo y aumenten el riesgo de erosión. También puede haber generación de desechos plásticos y metálicos.

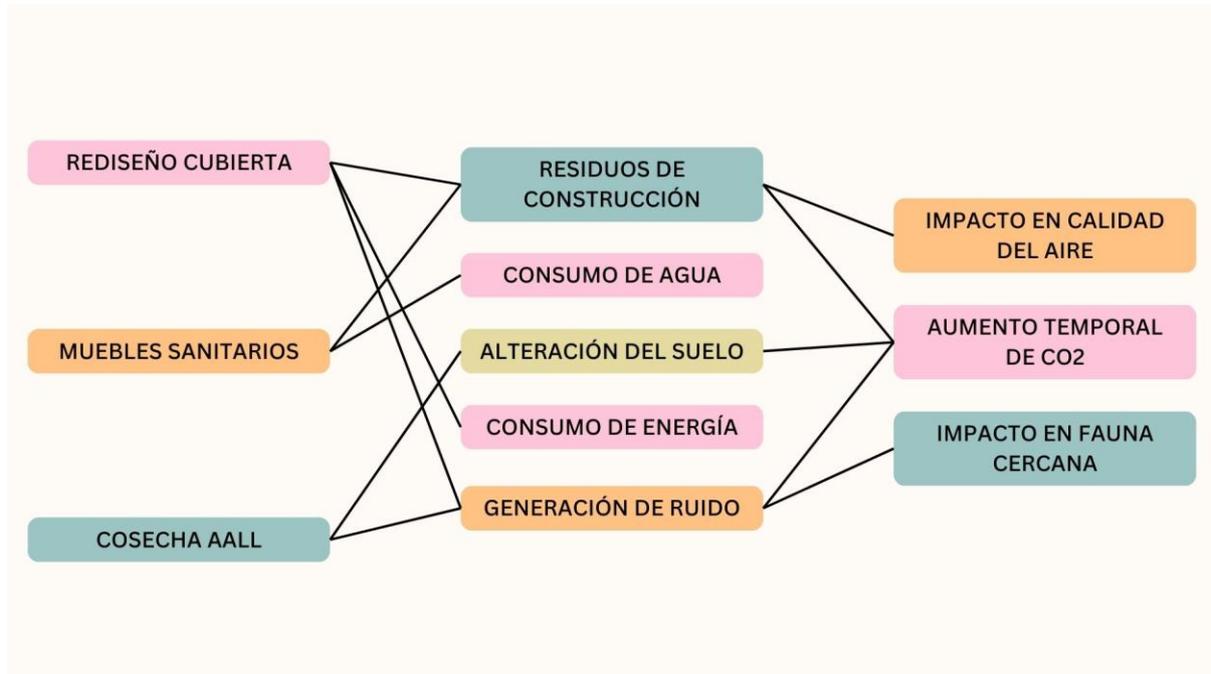
- Reemplazo de instalaciones sanitarias: La sustitución de muebles sanitarios y tuberías existentes por modelos de bajo consumo puede generar residuos sólidos provenientes de las estructuras retiradas.
- Pruebas y ajustes del sistema de recolección de aguas lluvias y nuevas instalaciones sanitarias: Las pruebas del sistema requerirán el uso de agua, lo que puede generar efluentes temporales que deben ser gestionados de manera adecuada para evitar contaminación.
- Transporte y disposición final de residuos: El traslado de materiales retirados y desechos generados durante las actividades podría aumentar las emisiones de gases contaminantes por el uso de vehículos.
- Uso de energía y recursos durante la construcción: El consumo de electricidad y combustibles para herramientas, soldadura y maquinaria puede contribuir a las emisiones de gases de efecto invernadero.

4.4 Identificación de impactos ambientales

Para identificar los impactos ambientales se utiliza la metodología de diagrama de redes, como se observa en la Figura 1, que consiste en establecer relaciones causales entre las acciones del proyecto con los factores ambientales afectados y a su vez con los efectos directos e indirectos.

Figura 19

Diagrama de red de Impactos Ambientales



4.5 Valoración de impactos ambientales

Los impactos ambientales destacados en el diagrama de red se evaluarán cualitativamente, para ello se asigna valores de cada criterio en una matriz de evaluación de impactos ambientales. Se evalúan cinco criterios: magnitud, duración, reversibilidad, extensión y probabilidad. La magnitud mide el tamaño o intensidad del impacto, desde bajo (1) hasta alto (3). La duración indica el tiempo durante el cual persiste el impacto, variando entre corta (1) y permanente (3). La reversibilidad refleja la capacidad de recuperación, con impactos que pueden ser reversibles (1), parcialmente reversibles (2) o irreversibles (3). La extensión describe el área afectada, desde un impacto puntual (1) hasta uno regional (3). Finalmente, la probabilidad indica la posibilidad de que el impacto ocurra, con valores de baja (1), media (2) o alta (3).

Tabla 17*Matriz de evaluación de impactos ambientales*

Impacto Ambiental	M	D	R	E	P	I	Significancia
Generación de residuos de construcción	3	2	2	2	3	2.4	Medio
Impacto en calidad del aire	2	2	2	2	3	2.2	Medio
Aumento temporal de CO ₂	2	1	2	1	3	1.8	Medio
Alteración del suelo por obras	2	2	2	2	2	2.0	Medio
Impacto en fauna cercana	2	2	2	2	2	2.0	Medio
Generación de ruido	2	1	1	1	3	1.6	Medio
Consumo de energía	2	2	1	1	3	1.8	Medio

Se observa que la mayoría de los impactos ambientales presentan una significancia media. Esto sugiere que, aunque no son extremadamente críticos, requieren medidas de mitigación y monitoreo durante el desarrollo del proyecto.

4.6 Medidas de prevención/mitigación

A partir del análisis cualitativo realizado, se proponen las siguientes medidas de prevención y mitigación para cada impacto identificado.

La adecuada planificación del uso de materiales ayuda a reducir los residuos, mientras que la reutilización de materiales como madera, acero y concreto minimiza su generación. Es importante implementar un Plan de Manejo de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) que permita clasificar los residuos en el sitio, facilitando su disposición final. Además, los residuos peligrosos deben ser gestionados por empresas autorizadas.

El impacto en la calidad del aire durante las actividades de construcción puede reducirse mediante el mantenimiento regular de la maquinaria y evitando actividades que generen polvo en días con viento fuerte. La mitigación incluye humedecer las superficies de trabajo, usar barreras físicas o cortinas de polvo en áreas críticas y proporcionar mascarillas al personal.

El aumento temporal de emisiones de CO₂ se puede prevenir mediante el uso de equipos eléctricos o tecnologías más limpias y optimizando el tiempo de operación de la maquinaria. La mitigación incluye compensar las emisiones con la plantación de árboles locales y monitorear las emisiones durante las fases críticas de construcción.

El consumo de agua para pruebas debe controlarse utilizando sistemas que minimicen el desperdicio y reutilizando el agua siempre que sea posible. La mitigación consiste en monitorear el consumo de agua y establecer sistemas de recolección y almacenamiento temporal para su reutilización.

Las alteraciones del suelo por obras pueden evitarse limitando las excavaciones a lo estrictamente necesario y realizando estudios geotécnicos previos para identificar zonas críticas. Una vez concluidas las actividades, se deben restaurar las áreas intervenidas e implementar medidas para controlar la erosión, como barreras físicas o revegetación.

Para reducir el impacto en la fauna cercana, es necesario evitar trabajos nocturnos y realizar un análisis previo para identificar especies sensibles. Entre las medidas de mitigación se incluye la creación de corredores seguros para el desplazamiento de fauna y la capacitación del personal sobre la protección de estas especies.

La generación de ruido puede prevenirse usando maquinaria con silenciadores y programando las actividades más ruidosas en horarios permitidos. Mitigar este impacto requiere instalar barreras acústicas en áreas sensibles, realizar mediciones de ruido y proporcionar protección auditiva al personal expuesto.

El consumo de energía en las obras puede disminuirse mediante el uso de equipos eficientes y la optimización de los horarios de uso de maquinaria eléctrica. Para mitigar el impacto energético, se deben implementar sistemas de monitoreo del consumo e incorporar fuentes de energía renovable cuando sea viable.

Capítulo 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

El esquema general del proyecto empieza desde su planificación hasta la recepción efectiva de la obra. Se puede observar los pasos esperados entre estas etapas del proyecto en la Figura 20.

Figura 20

Desglose de las etapas del proyecto



Se detalla a continuación las actividades a desarrollar en cada etapa.

La fase de planificación en la Figura 21 comprende la identificación de los problemas a resolver, recopilando antecedentes relevantes y finalmente estableciendo objetivos para el desarrollo del proyecto. De esta manera se estructura una visión clara de lo que se debe resolver de manera eficiente.

Figura 21

Desglose de la etapa de planificación



En la fase de diseños se elaboraron los cálculos técnicos para la renovación de la cubierta y los sistemas hidrosanitarios, incluyendo el análisis de alternativas, diseño estructural, sistemas de drenaje y recolección de aguas lluvias. Al final se definió el presupuesto necesario para garantizar la viabilidad económica del proyecto.

Figura 22

Desglose de la etapa de diseño



En la Figura 23 se observa la etapa de entregables en la que se produjeron los documentos técnicos fundamentales, como planos, especificaciones técnicas, APU y el análisis de impacto ambiental, que sirvieron como guía para la ejecución del proyecto.

Figura 23

Desglose de la etapa de entregables



Finalmente se encuentra la etapa de construcción en la Figura 24, aquí se explican las actividades planificadas llevadas a cabo, como la renovación de la cubierta, la instalación de sistemas de drenaje y reciclaje de aguas lluvias, y las reparaciones en puntos de humedad.

Figura 24

Desglose de la etapa de construcción



5.2 Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)

En la Figura 25 se observan los rubros considerados en el presupuesto, los análisis de precios unitarios se encuentran en el Anexo 5.

Figura 25

Presupuesto general de la obra

PRESUPUESTO GENERAL					
PROYECTO	DISEÑO DE CUBIERTA E INSTALACIONES SANITARIAS			FECHA	24/1/2025
DIRECCIÓN	EDIFICIO 3K CAMPUS GUSTAVO GALINDO			CIUDAD	GUAYAQUIL
OBRAS PRELIMINARES					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT	SUBTOTAL
A1	CASETA DE OBRA (BODEGA)	1	U	\$ 54.97	\$ 54.97
A2	TRAZADO Y REPLANTEO	1340	m2	\$ 0.92	\$ 1,234.80
CUBIERTA METÁLICA					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT	SUBTOTAL
B1	DESMONTAJE DE CUBIERTA METÁLICA	1340	m2	\$ 6.27	\$ 8,403.09
B2	SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ACERO ESTRUCTURAL TIPO ASTM A36	1340	m2	\$ 4.34	\$ 5,815.72
B3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PERNOS ASTM 325 DE 1"		U	\$ 2.03	\$ -
B4	INSTALACIÓN DE CUBIERTA	1340	m2	\$ 14.80	\$ 19,838.47
B5	MAMPOSTERIA DE BLOQUE LIVIANO e=10cm	18	m2	\$ 9.23	\$ 166.06
B6	ENLUCIDO INTERIOR	18	m2	\$ 8.84	\$ 159.15
B7	ENLUCIDO EXTERIOR	18	m2	\$ 5.78	\$ 103.95
B8	EMPASTE Y PINTURA INTERIOR	18	m2	\$ 3.11	\$ 56.00
B9	EMPASTE Y PINTURA EXTERIOR	18	m2	\$ 5.41	\$ 97.37
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT	SUBTOTAL
C1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CANALETAS Y BAJANTES DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES	39.97	m	\$ 32.68	\$ 1,306.20
C2	CAJA DE REGISTRO AGUAS LLUVIAS 0.50X0.50M	4	U	\$ 72.32	\$ 289.27
C3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TANQUE SEPARADOR DE PRIMERAS LLUVIAS	1	U	\$ 180.68	\$ 180.68
C4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TANQUES DESTINADOS AL ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA RECOLECTADA.	2	U	\$ 455.63	\$ 911.25
C5	RETIRO DE PIEZAS HIDROSANITARIAS EXISTENTES	16	U	\$ 7.69	\$ 123.08
C6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PIEZAS HIDROSANITARIAS	16	U	\$ 95.53	\$ 1,528.47
C7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOMBA DE AGUA DE 1HP	1	U	\$ 273.35	\$ 273.35
C8	PICADO Y CORCHADO DE PARED PARA INSTALACIONES EN GENERAL	14	m	\$ 2.79	\$ 39.05
C9	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE ½" PARA DISTRIBUCIÓN DE AGUA LLUVIA	7	m	\$ 23.95	\$ 167.63
C10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE ¾" PARA DISTRIBUCIÓN DE AGUA LLUVIA	20	m	\$ 32.96	\$ 659.13
C11	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E INSPECCIÓN FINAL DEL SISTEMA INTEGRADO.	16	U	\$ 1.21	\$ 19.29
C12	INSTALACIÓN DE MANGUERA DE DRENAJE PARA AIRE ACONDICIONADO.	80	m	\$ 4.02	\$ 321.24
INSTALACIONES ELECTRICAS					
D1	LUMINARIAS LED HIGH BAY 110/240V 200W	10	U	\$ 110.49	\$ 1,104.90
RESTAURACIÓN INTEGRAL Y PINTADO DE PAREDES					
E1	RESANE DE PAREDES	1127.4	m2	\$ 3.14	\$ 3,539.69
E2	REPARACIONES PARA HUMEDAD	1127.4	m2	\$ 11.20	\$ 12,626.02
E3	ENLUCIDO Y PINTADO	1127.4	m2	\$ 5.19	\$ 5,855.69
SUBTOTAL					\$ 64,874.54

5.3 Descripción de cantidades de obra

El acero estructura se cuantifica considerando todos los perfiles metálicos para la cubierta, se especifican las dimensiones, el área y el peso de cada elemento.

Cálculo de cantidades

Marca	Tipo	Sección	Cantidad
C	Cuerdas	250X60X3	96
G	Correas	125X50X15X3	22.07
2L	Diagonales	60X3	576
X	Tensores	32.6	138

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

Una vez obtenido el presupuesto general del proyecto, se han determinado tres grupos en los que se puede separar. La cubierta estructural, las instalaciones de drenaje, recolección y aprovechamiento de aguas lluvias y la reparación de daños por humedad.

Figura 26

Presupuesto de la cubierta metálica

CUBIERTA METÁLICA						
CÓDIGO	RUBRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT	SUBTOTAL
003	B1	DESMONTAJE DE CUBIERTA METÁLICA	1340	m2	\$ 6.27	\$ 8,403.09
004	B2	SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ACERO ESTRUCTURAL TIPO ASTM A36	1340	m2	\$ 4.34	\$ 5,815.72
005	B3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PERNOS ASTM 325 DE 1"		U	\$ 2.03	\$ -
006	B4	INSTALACIÓN DE CUBIERTA	1340	m2	\$ 14.80	\$ 19,838.47
007	B5	MAMPOSTERIA DE BLOQUE LIVIANO e=10cm	18	m2	\$ 9.23	\$ 166.06
008	B6	ENLUCIDO INTERIOR	18	m2	\$ 8.84	\$ 159.15
009	B7	ENLUCIDO EXTERIOR	18	m2	\$ 5.78	\$ 103.95
010	B8	EMPASTE Y PINTURA INTERIOR	18	m2	\$ 3.11	\$ 56.00
011	B9	EMPASTE Y PINTURA EXTERIOR	18	m2	\$ 5.41	\$ 97.37
SUBTOTAL						\$ 34,639.82

Figura 27

Presupuesto de las instalaciones

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS						
CÓDIGO	RUBRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT	SUBTOTAL
012	C1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CANALETAS Y BAJANTES DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES	39.97	m	\$ 32.68	\$ 1,306.20
013	C2	CAJA DE REGISTRO AGUAS LLUVIAS 0.50X0.50M	4	U	\$ 72.32	\$ 289.27
014	C3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TANQUE SEPARADOR DE PRIMERAS LLUVIAS	1	U	\$ 180.68	\$ 180.68
015	C4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TANQUES DESTINADOS AL ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA RECOLECTADA.	2	U	\$ 455.63	\$ 911.25
016	C5	RETIRO DE PIEZAS HIDROSANITARIAS EXISTENTES	16	U	\$ 7.69	\$ 123.08
017	C6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PIEZAS HIDROSANITARIAS	16	U	\$ 95.53	\$ 1,528.47
018	C7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOMBA DE AGUA DE 1HP	1	U	\$ 273.35	\$ 273.35
019	C8	PICADO Y CORCHADO DE PARED PARA INSTALACIONES EN GENERAL	14	m	\$ 2.79	\$ 39.05
020	C9	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE ½" PARA DISTRIBUCIÓN DE AGUA LLUVIA	7	m	\$ 23.95	\$ 167.63
021	C10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE ¾" PARA DISTRIBUCIÓN DE AGUA LLUVIA	20	m	\$ 32.96	\$ 659.13
022	C11	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E INSPECCIÓN FINAL DEL SISTEMA INTEGRADO.	16	U	\$ 1.21	\$ 19.29
023	C12	INSTALACIÓN DE MANGUERA DE DRENAJE PARA AIRE ACONDICIONADO.	80	m	\$ 4.02	\$ 321.24
SUBTOTAL						\$ 5,818.64

INSTALACIONES ELECTRICAS						
CÓDIGO	RUBRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT	SUBTOTAL
024	D1	LUMINARIAS LED HIGH BAY 110/240V 200W	10	U	\$ 110.49	\$ 1,104.90
SUBTOTAL						\$ 1,104.90

Figura 28

Presupuesto de las restauraciones por humedad

RESTAURACIÓN INTEGRAL Y PINTADO DE PAREDES						
CÓDIGO	RUBRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT	SUBTOTAL
025	E1	RESANE DE PAREDES	1127.4	m2	\$ 3.14	\$ 3,539.69
026	E2	REPARACIONES PARA HUMEDAD	1127.4	m2	\$ 11.20	\$ 12,626.02
027	E3	ENLUCIDO Y PINTADO	1127.4	m2	\$ 5.19	\$ 5,855.69
SUBTOTAL						\$ 22,021.41

Al unificar el proyecto se obtiene un valor sin IVA de \$ 64,874.54, además en la Tabla 18 se observan los costos por metro cuadrado.

Tabla 18*Costos por metro cuadrado*

	Costo Total	Costo/ m2
Cubierta Metálica	\$ 34,639.82	\$ 25.85
Instalaciones	\$ 6,923.75	\$ 5.16
Restauración	\$ 22,021.41	\$ 16.44
Total	\$ 64,874.54	\$ 48.41

Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El proyecto de diseño de la cubierta e instalaciones sanitarias del Edificio 3K del CIBE logró cumplir los objetivos planteados, incorporando soluciones que optimizan el uso de recursos, mejorando la funcionalidad del edificio y aumentando la seguridad de los usuarios.

Se realizaron inspecciones al sitio que permitieron evaluar las condiciones de la infraestructura física del edificio y así se determinó que la cubierta requiere una renovación estructural, un método para mejorar el uso de recursos disponibles y reparaciones integrales en las paredes que han sido sometidas a los daños de la humedad. Se considera la restauración y pintado de las paredes mejorando la apariencia del edificio y se ataca la fuente conectando las mangueras de drenaje de los equipos de climatización hacia el canal de aguas lluvias cercano al edificio.

Se diseñó la cubierta estructural satisfactoriamente cumpliendo la normativa local NEC 2015 e incorporando soluciones que optimicen el uso de recursos en el edificio como los paneles duratecho confortermico que permiten disminuir la transferencia de calor. Se realizó un estudio preliminar en donde se determinó que con esta solución se obtiene un índice de eficiencia energética de 19%.

Se diseñó un sistema adecuado de drenaje de aguas lluvias, aprovechando un área de cubierta de 669.56 m² que permite disminuir el uso de agua potable en actividades donde no es necesaria, se realizó el estudio preliminar y se obtuvo un índice de eficiencia de agua de 49%.

Durante la modelación del proyecto, se enfrentaron desafíos relacionados con la modelación estructural en los softwares utilizados, especialmente en la representación de elementos constructivos como conexiones y entramados. Estos inconvenientes requirieron ajustes en los procesos de diseño para garantizar que los resultados se asemejaran al comportamiento de la estructura en fase de servicio.

Se incluye un análisis presupuestario que permitió calcular los costos de las intervenciones principales. El diseño de la cubierta y las instalaciones sanitarias fue desarrollado considerando los límites presupuestarios de una institución pública, lo que promovió el uso eficiente de los recursos disponibles. No obstante, el análisis financiero no contempló costos de mantenimiento futuros, como la limpieza periódica de paneles termoresistentes o la separación de primeras lluvias, aspectos que deben ser planificados para asegurar la sostenibilidad de las soluciones implementadas.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda proyectar el sistema de recolección de aguas lluvias a nivel de facultad, actualmente se limita a actividades que no sean de contacto humano directo como limpieza e inodoros debido a que no recibe tratamiento, sin embargo, se puede explorar la implementación de un sistema de purificación que permita utilizar esta agua en otras actividades como riego, lavabos e incluso en actividades para los laboratorios. Al proyectarse a un área más grande se recomienda buscar alternativas de almacenamiento enterradas como celdas modulares enterradas y así maximizar el uso del espacio disponible. Esto permitiría aprovechar las áreas de cubierta disponibles en varias edificaciones y reducir los costos asociados al almacenamiento independiente de agua.

Se recomienda un mantenimiento preventivo de los paneles de la cubierta con el fin de que mantengan su vida útil, además estos son piezas fundamentales para el sistema de reciclaje de aguas lluvias por lo que su mantenimiento previene obstrucciones y acumulación de residuos.

Para garantizar el uso adecuado de los sistemas instalados, se recomienda realizar capacitaciones para el personal y los usuarios del edificio. Esto incluye el uso responsable de los muebles sanitarios de bajo consumo, la importancia del mantenimiento de los sistemas y el impacto positivo de las soluciones implementadas en la sostenibilidad del campus.

Dado que durante la ejecución del proyecto se identificaron limitaciones en la modelación estructural con los softwares utilizados, se recomienda explorar nuevas herramientas o metodologías que permitan representar con mayor precisión las condiciones constructivas específicas del edificio. Esto facilitaría futuros proyectos de diseño y garantizaría resultados más ajustados a la realidad.

Referencias

- Andrade Rhor, D. (2015). *Aprovechamiento de aguas lluvias para actividades de riego en una planta de fertilizantes*. Universidad de Especialidades Espíritu Santo.
- Berdahl, P., Akbari, H., Levinson, R., & Miller, W. (2005). *Cool Colored Roofs to Save Energy and Improve Air Quality Title: Cool Colored Roofs to Save Energy and Improve Air Quality Energy Saving Potentials and Air Quality Benefits of Urban Heat Island Mitigation 1*. <http://escholarship.org/uc/item/20j676c9>
- Boixo, S., Diaz-Vicente, M., Colmenar, A., & Castro, M. A. (2012). *Potential energy savings from cool roofs in Spain and Andalusia*. *Energy*. Universidad Nacional de Educación a Distancia (España). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Control. <https://hdl.handle.net/20.500.14468/19032>
- Borges Serradell, E. (2018). *La cubierta verde como alternativa económica y sostenible a las cubiertas convencionales*. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/79788>
- Bravo Matamoros, A. D. (2020). *Evaluación de gestión y reducción del riesgo ante inundaciones, en contextos urbanos de la ciudad de Guayaquil, por parte del Municipio de Guayaquil durante el periodo 2009-2019*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador.
- Estupiñán Perdomo, J. L., & Zapata García, H. O. (2011). *Requerimientos de infraestructura para el aprovechamiento sostenible del agua lluvia en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana, sede Bogotá*. <https://doi.org/https://doi.org/10.11144/Javeriana.10554.1265>
- Ferrández, D., Yedra, E., Morón, A., Morón, C., & Saiz, P. (2019). Prototipo de Cubierta Vegetal Autosostenible para la mejora de la Eficiencia Energética = Self-Sustaining Green Roof Prototype for the Improvement of Energy Efficiency. *Anales de Edificación*, 5(3), 53. <https://doi.org/10.20868/ade.2019.4368>

- Fundación Proyecta Verde, & M.I. Municipalidad de Guayaquil. (2019). *Guayaquil Cielo Florido. Guía de instalación de techos, paredes y fachadas verdes.*
- Grafman, Lonny. (2017). *To Catch the Rain Lonny Grafman.* Humboldt State University Press.
- Herrera Monroy, L. A. (2010). *Estudio de alternativas, para el uso sustentable de agua de lluvia.*
- Hibbeler, R. C. (2012). *Análisis estructural* (Pearson México Educación, Ed.; 8a ed.).
- Levinson, R., Akbari, H., Berdahl, P., Wood, K., Skilton, W., & Petersheim, J. (2010). A novel technique for the production of cool colored concrete tile and asphalt shingle roofing products. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 94(6), 946–954.
<https://doi.org/10.1016/J.SOLMAT.2009.12.012>
- López Vélez, C. (2010). *Un acercamiento a las cubiertas verdes.*
<https://ambienteuniversal.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/04/acercamiento-a-las-cubiertas-verdes.pdf>
- López-González, B. G., Camacho, A. D., Martínez-Rodríguez, M. C., Marcelino-Aranda, M., López-González, B. G., Camacho, A. D., Martínez-Rodríguez, M. C., & Marcelino-Aranda, M. (2020). Techos verdes: una estrategia sustentable. *Revista Tecnología en Marcha*, 33(3), 68–79. <https://doi.org/10.18845/TM.V33I3.4389>
- Lyli Moreira Macias, E. (2019). *Exposición al asbesto en trabajadores de la construcción y su relación con la salud pulmonar.*
- MIDUVI. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción - NEC SE CG.*
- Moreno-garcia, M. C. (1994). Intensity and form of the urban heat island in barcelona. *International Journal of Climatology*, 14(6), 705–710.
<https://doi.org/10.1002/JOC.3370140609>
- Niachou, A., Papakonstantinou, K., Santamouris, M., Tsangrassoulis, A., & Mihalakakou, G. (2001). Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy

performance. *Energy and Buildings*, 33(7), 719–729. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(01\)00062-7](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(01)00062-7)

Novacero S.A. (2022). *Ficha Técnica Duratecho Plus*.

Osorio Pineda, L. E. (2015). Instalación de sistemas de techos verdes. *Universidad de San Carlos de Guatemala*. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/1608> Actions (login required)

Palacio Castañeda, N. (2010). Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia. *Gestión y Ambiente*, 13(2), 25–40.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/25392>

Parker, D., Barkaszi, S., Chandra, S., Beal, D., Parker, D., Chandra, S., & Beal, S. (1995). *Measured Cooling Energy Savings from Reflective Roofing Systems in Florida: Field and Laboratory Research Results*.

Parker, D. S., & Barkaszi, S. F. (1997). Roof solar reflectance and cooling energy use: field research results from Florida. *Energy and Buildings*, 25(2), 105–115.
[https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(96\)01000-6](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(96)01000-6)

Parker, D., & Sherwin, J. (1998). *Comparative Summer Attic Thermal Performance of Six Roof Constructions*.

Portilla, M. H., Jhethnya, V., Varón, M., Asesor, P., Marleny, L., & Rodríguez, M. (s/f). *Análisis de la normatividad en salud entorno al uso de asbesto a nivel mundial*.

Ramírez-Escobar, C. A., & Buriticá-Arboleda, C. I. (2021). Prototipo de cosecha inteligente de agua lluvia para mejorar la eficiencia energética residencial en Bogotá. *Tecnura*, 25(69).
<https://doi.org/10.14483/22487638.17975>

Roldán Panta, J. A. (2024). *Diseño y evaluación técnica del sistema de recolección de agua lluvia con filtro de arena para edificios residenciales* [Guayaquil: ULVR, 2024.].

<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/7258>

Rossel, F., Cadier, E., & Gómez, G. (1996). Las inundaciones en la zona costera ecuatoriana: causas; obras de protección existentes y previstas. En *Bull. Inst. fr. études andines* (Vol. 25, Número 3).

Rotoplas, S. A. de C. V. (s/f). *Sistema de Captación de Agua de Lluvia*.

<https://rotoplascentroamerica.com/sistema-de-captacion-de-agua-de-lluvia/>.

Sánchez Loor, K. H., & Vera Cortez, D. A. (2022). *Diseño de un Sistema de Captación y Utilización de Aguas Lluvias para Uso Residencial Utilizando Tanques por Rotomoldeo*.

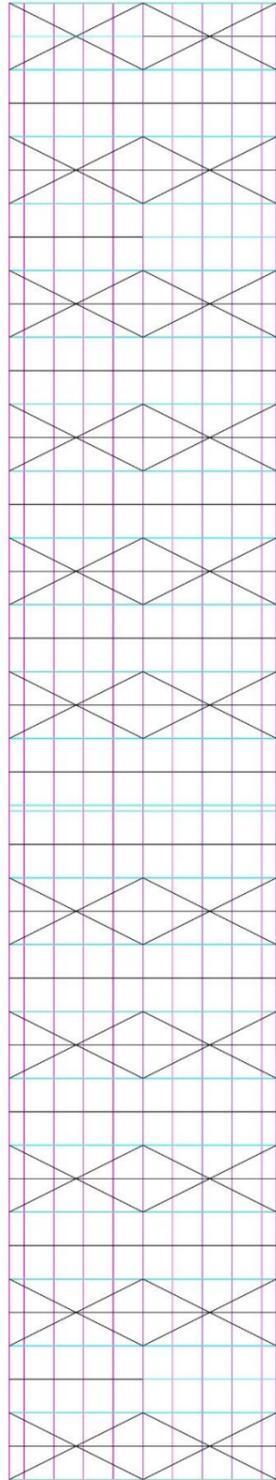
Simmons, M., Gardiner, B., Windhager, S., & Tinsley, J. (2008). Green roofs are not created equal: The hydrologic and thermal performance of six different extensive green roofs and reflective and non-reflective roofs in a sub-tropical climate. *Urban Ecosystems*, 11, 339–348. <https://doi.org/10.1007/s11252-008-0069-4>

Trujillo Samayoa, R., Rangel Martínez, Y., Castañeda Nolasco, G., Trujillo Samayoa, R., Rangel Martínez, Y., & Castañeda Nolasco, G. (2015). Potencial del techo verde, para ahorrar electricidad por aire acondicionado en la edificación. *Nova scientia*, 7(15), 577–596.

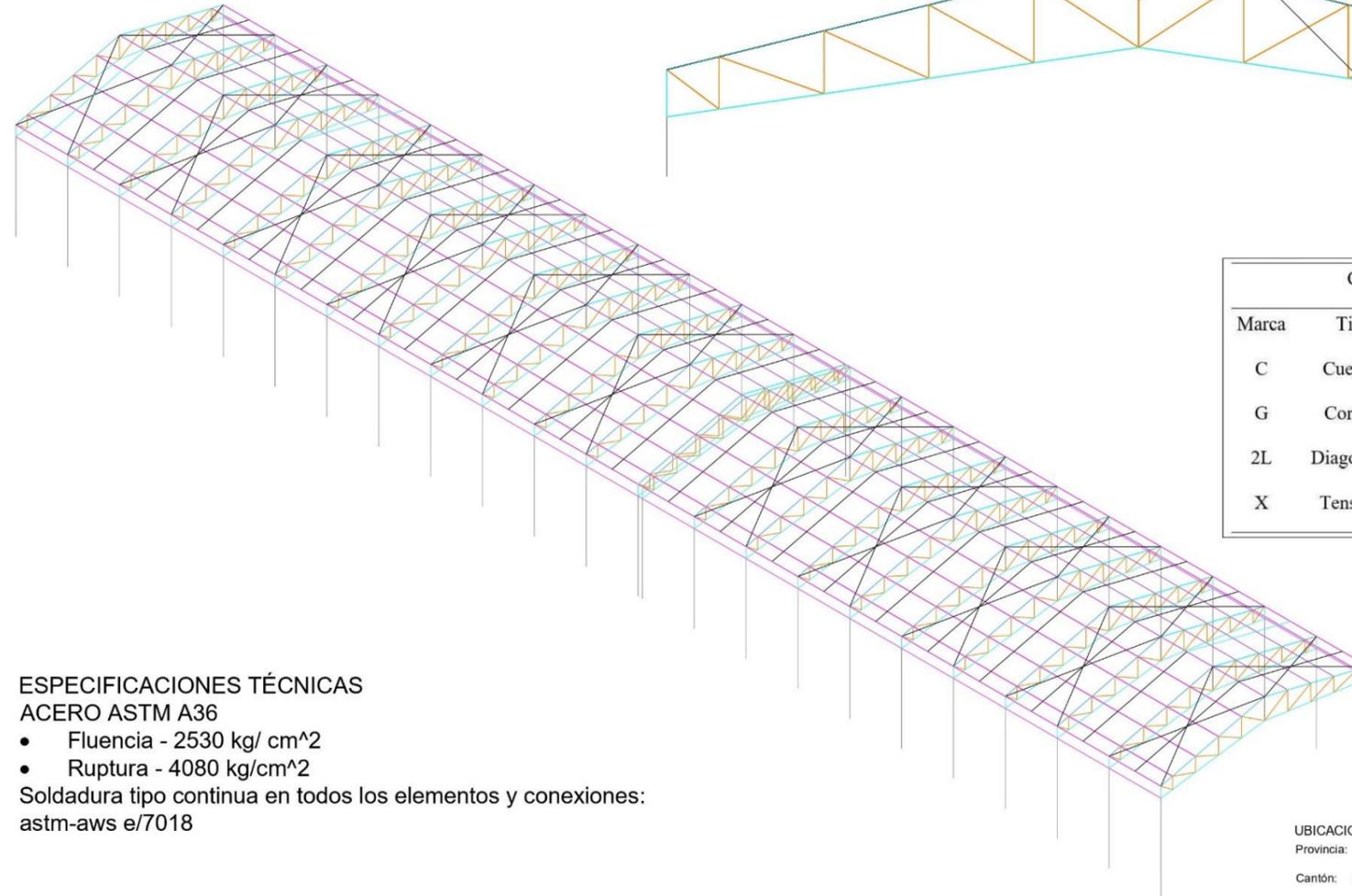
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052015000300577&lng=es&nrm=iso&tlng=es

PLANOS Y ANEXOS

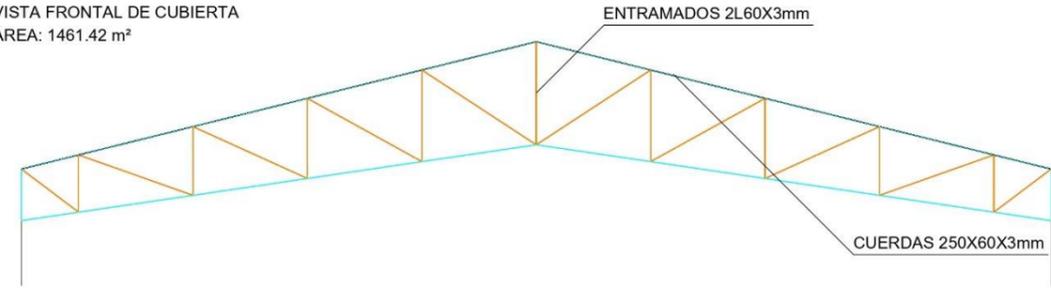
PLANTA DE CUBIERTA
 ESC: 1:15
 ÁREA: 1461.42 m²



ISOMÉTRICO DE CUBIERTA
 ÁREA: 1461.42 m²



VISTA FRONTAL DE CUBIERTA
 ÁREA: 1461.42 m²

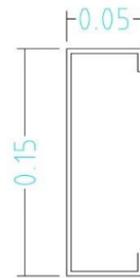


Cálculo de cantidades			
Marca	Tipo	Sección	Cantidad
C	Cuerdas	250X60X3	96
G	Correas	125X50X15X3	22.07
2L	Diagonales	60X3	576
X	Tensores	32.6	138

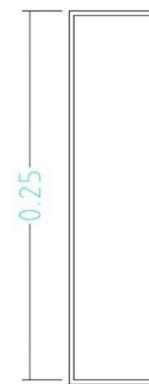
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
 ACERO ASTM A36

- Fluencia - 2530 kg/ cm²
 - Ruptura - 4080 kg/cm²
- Soldadura tipo continua en todos los elementos y conexiones:
 astm-aws e/7018

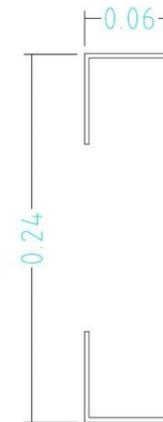
DETALLE CORREA
 G125X50X15X3mm



DETALLE CUERDAS
 C250X60X3mm



DETALLE ANGULOS
 2L60X3mm



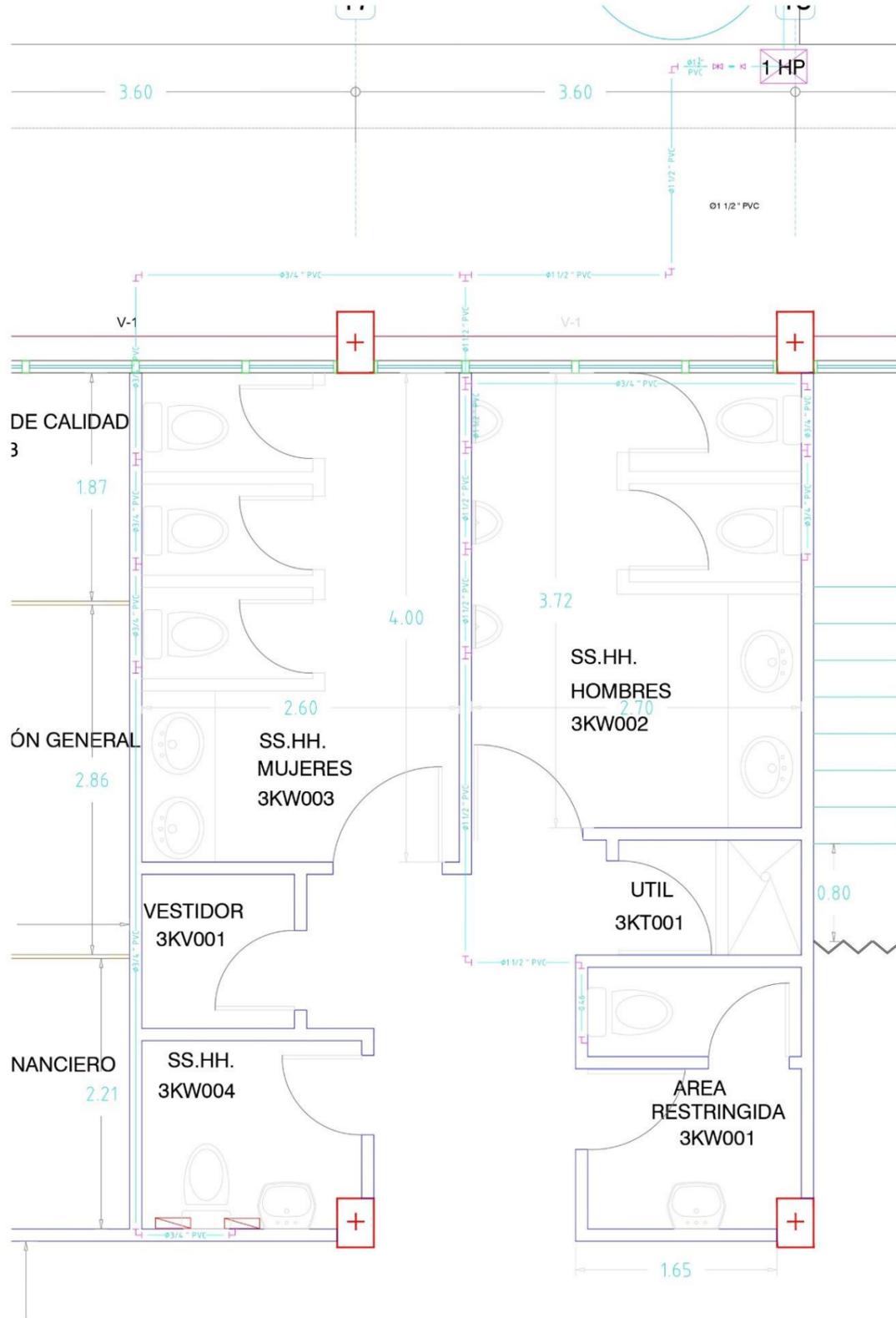
UBICACION:
 Provincia: Guayas
 Cantón: Guayaquil
 Parroquia: Tarqui
 Sector: 097
 Manzana: 0080
 Solar: 000
 Campus: Gustavo Galindo Velasco
 Dirección: Km 30.5 Vía Perimetral
 Distribuidor de tráfico y Calle 181 N.O.



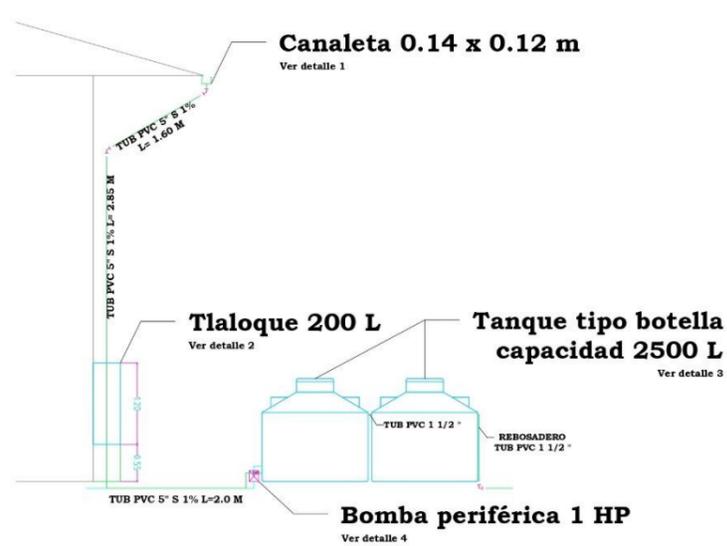
ÁREA:
 PLANTA CUBIERTA= 1461,42 m²

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO DISEÑO DE CUBIERTA Y MODERNIZACIÓN DE INSTALACIONES SANITARIAS DEL EDIFICIO 3K CIBE			
CONTENIDO CUBIERTA ESTRUCTURAL			
Coordinador de Materia Integradora	Tutores de Conocimientos Específicos	Estudiantes	Fecha de Entrega
Msc. Lenin Dender	Msc. Guillermo Muñoz	Jenny Rivera Mejía	6 enero, 2025
Tutor de Área de Conocimiento			Lámina
Msc. Lenin Dender			A1/... 1: ...

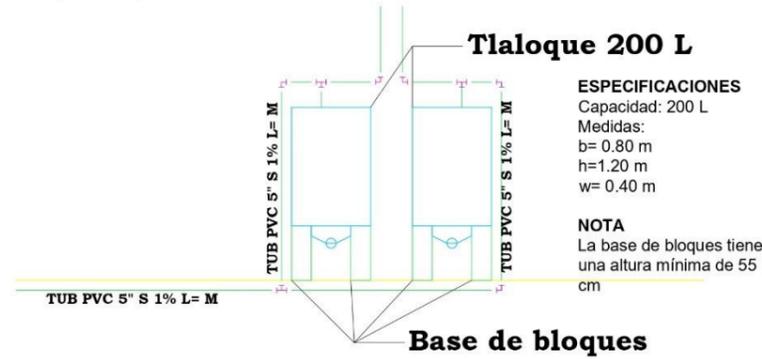
PLANTA BAJA - BAÑOS
ESC:



SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
ESC: 1:20



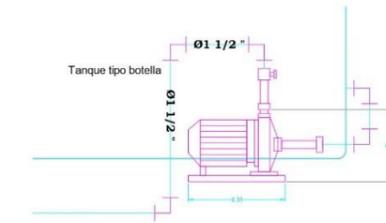
DETALLE 2: TLALOQUE 200 L
ESC: (100/12XP)



DETALLE 3: TANQUE BOTELLA
ESC: (100/12XP)



DETALLE 4: BOMBA



CÓDIGO: 10070 CLAVE:
BOAP-1
Bomba periférica 1 HP
Marca: Truper Expert
Tensión / Frecuencia: 127 V / 60 Hz
Velocidad: 3,450 rpm
Ciclo de trabajo: 50 minutos de trabajo por 20 minutos de descanso. Máximo diario 6 horas

SIMBOLOGÍA

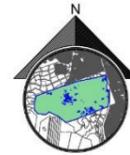
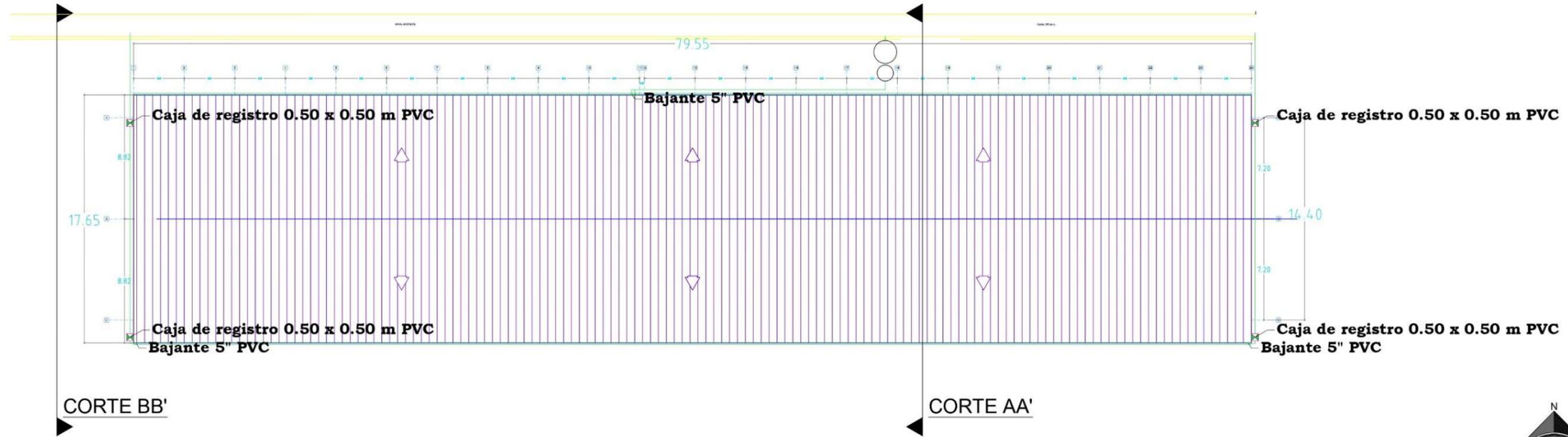


UBICACION:
Provincia: Guayas
Cantón: Guayaquil
Parroquia: Tarqui
Sector: 097
Manzana: 0080
Solar: 000
Campus: Gustavo Galindo Velasco
Dirección: Km 30.5 Vía Perimetral
Distribuidor de tráfico y Calle 181 N.O.

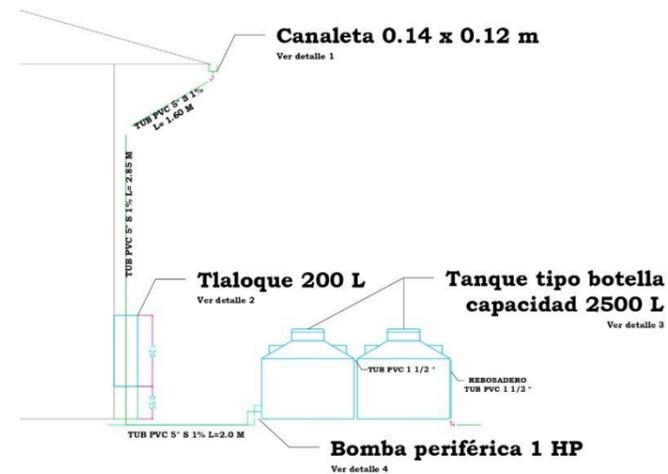
AREA:
PLANTA CUBIERTA= 1461,42 m²

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO DE CUBIERTA Y MODERNIZACIÓN DE INSTALACIONES SANITARIAS DEL EDIFICIO 3K CIBE			
CONTENIDO: RECOLECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA LLUVIA			
Coordinador de Materia Integradora: MsC. Lenin Dender	Tutores de Conocimientos Específicos: Msc. Guillermo Muñoz	Estudiantes: Jenny Rivera Mejía	Fecha de Entrega: 6 enero, 2025
Tutor de Área de Conocimiento: MsC. Lenin Dender			Lámina: HS1/2
			Escala: VAR*

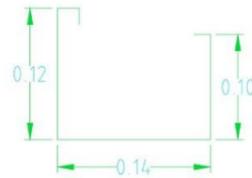
PLANTA DE CUBIERTA
 ESC: 1:15
 ÁREA: 1461.42 m²



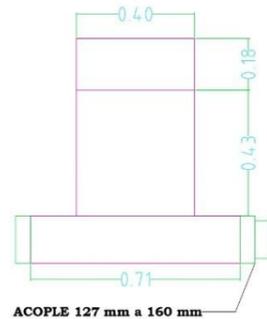
CORTE AA'
 ESC: 1:20



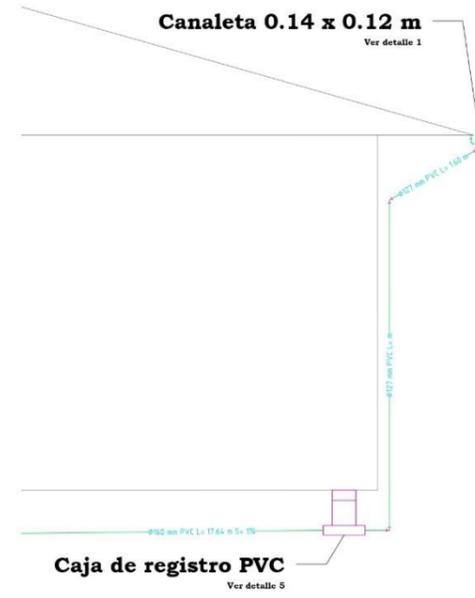
DETALLE 1: CANALETA
 MATERIAL: GALVAULME



DETALLE 5: CAJA DE REGISTRO
 MATERIAL: POLIETILENO VIRGEN
 MARCA: RIVAL Ø400 CON SALIDA A Ø160 mm



CORTE BB'
 ESC: 1:20



SIMBOLOGÍA

- TUB DISTRIBUCIÓN 1 1/2" PVC
- TUB DISTRIBUCIÓN 3/4" PVC
- TUB BAJANTE DRENAJE 5" PVC
- TUB DRENAJE 5" PVC
- CANALETA PVC 0.14 X 0.12 m
- CODO 120° PVC 5"
- BOMBA 1HP 1 1/2"
- CAJA DE REGISTRO PVC

UBICACION:
 Provincia: Guayas
 Cantón: Guayaquil
 Parroquia: Tarqui
 Sector: 097
 Manzana: 0080
 Solar: 000
 Campus: Gustavo Galindo Velasco
 Dirección: Km 30.5 Vía Perimetral
 Distribuidor de tráfico y Calle 18l N.O.



ÁREA:
 PLANTA CUBIERTA= 1461,42 m²

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
DISEÑO DE CUBIERTA Y MODERNIZACIÓN DE INSTALACIONES SANITARIAS DEL EDIFICIO 3K CIBE			
CONTENIDO:			
DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS			
Coordinador de Materia Integradora	Tutores de Conocimientos Específicos	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
MsC. Lenin Dender	Msc. Guillermo Muñoz	Jenny Rivera Mejía	6 enero, 2025
Tutor de Área de Conocimiento			Lamina:
MSc. Lenin Dender			HS 2/2
			Escala:
			VAR*

ANEXO 1

FOTOGRAFÍAS

Figura 29

Daños en la cubierta



Nota: Este tipo de daños por humedad se encontraron en inspección de varios puntos de la cubierta.

Figura 30

Canal de aguas lluvia



Nota: El canal de aguas lluvias se encuentra ubicado detrás de la edificación.

Figura 31

Daños por humedad en las paredes





Figura 32

Toma de medidas con distanciómetro



Figura 33

Posible ubicación para tanques de almacenamiento



Figura 34

Toma de medidas con flexómetro



Figura 35

Muebles sanitarios a reemplazar



ANEXO 2

CÁLCULOS

DISEÑO DE CUBIERTA ESTRUCTURAL

DATOS INICIALES

$L_n := 14.40 \text{ m}$	Luz de cubierta	$Fy := 36 \text{ ksi}$	$Fy = 2531.05 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
$L := 3.60 \text{ m}$	Separación entre pórticos	$fy' := 0.6 \cdot Fy = (1.519 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
$\theta := 20^\circ$	Ángulo de inclinación	$Lc := 1.6 \text{ m}$	Separación entre diagonales
$h := 2.5 \text{ m}$	Altura		

DEFINICIÓN DE CARGAS NO SÍSMICAS

MUERTAS

Luminarias	$qL := 15 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$
Techo (Duratecho Confortérmico AR 2000)	$qT := 3.59 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$
FS 5%	$qFS := 0.92 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$
Total Carga Muerta	$D := qL + qT + qFS = 19.51 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

VIVA DE CUBIERTA

Mantenimiento	$qMant := 60 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$
Total Carga Viva	$Lr := qMant = 60 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Viento (detallar de donde salen esta carga)

Barlovento	$Bar := 12.98 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$
Sotavento	$Sot := -19.25 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

COMBINACIONES DE CARGA

$$q1 := 1.4 \cdot D = 27.314 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$q2 := 1.2 D + 0.5 Lr = 53.412 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$q3 := 1.2 D + 1.6 Lr + 0.5 Bar = (1.235 \cdot 10^3) \text{ Pa} \quad q3.2 := 1.2 D + 1.6 Lr - 0.5 Bar = 112.922$$

$$q_{3.3} := 1.2 D + 1.6 Lr + 0.5 Sot = 109.787 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad q_{3.4} := 1.2 D + 1.6 Lr - 0.5 Sot = 129.037 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$q_4 := 1.2 D + 1 Bar + 0.5 Lr = 66.392 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad q_{4.2} := 1.2 D - 1 Bar + 0.5 Lr = 40.432 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$q_5 := 1.2 D = 23.412 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$q_6 := 0.9 D + 1 Bar = 30.539 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad q_{6.2} := 0.9 D - 1 Bar = 4.579 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$q_{6.3} := 0.9 D + 1 Sot = -1.691 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad q_{6.4} := 0.9 D - 1 Sot = 36.809 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$q := \max(q_1, q_2, q_3, q_{3.2}, q_{3.3}, q_{3.4}, q_4, q_{4.2}, q_5, q_6, q_{6.2}, q_{6.3}, q_{6.4}) = 129.037 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

DISEÑO DE CORREAS / LARGUEROS

Se escoge la combinación crítica y se multiplica por el ancho tributario, por efectos de pre dimensionamiento se considera el ancho tributario de las correas centrales

$$\text{AnchoTrib} := 1.6 \text{ m}$$

$$q_c := q \cdot \text{AnchoTrib} = 206.459 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

MOMENTO MÁXIMO

$$M_{max} := \frac{q_c \cdot L^2}{8} = 334.464 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

DESCOMPOSICIÓN DE MOMENTOS EJE X-Y

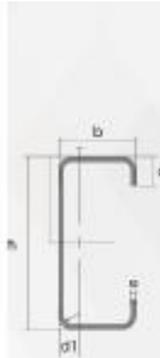
$$M_x := M_{max} \cdot \cos(\theta) = 314.293 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_y := 0.25 \cdot 0.08 M_{max} \cdot \sin(\theta) = 2.288 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Módulo resistente requerido

$$S := \frac{M_x}{f_y'} = 20.696 \text{ cm}^3$$

Se escoge una sección de los catálogos disponibles que cumpla con el modulo resistente requerido



Dimensiones exteriores a la sección transversal.
Radio de curvatura interior igual a 1,5e para espesores menores a 6,00 mm
Radio de curvatura interior igual a 2e para espesores de 6,00 mm o más

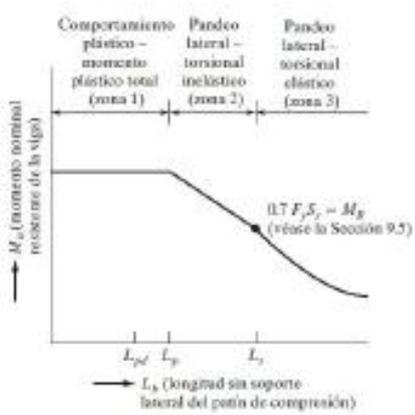
Designación	Dimensiones				Masa Kg/m	A cm ²	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	c	e				k	ly	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm	mm				cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm
G 80x30x10x2	80	30	10	2	1,96	2,54	1,44	14,88	5,28	4,9	2,74	2,42	1,44
G 80x40x15x2	80	40	15	2	2,75	3,54	1,46	35,25	8,07	8,81	3,18	3,16	1,51
G 80x40x15x3	80	40	15	3	3,95	5,11	1,46	49,04	10,85	12,26	4,27	3,1	1,46
G 80x50x15x2	80	50	15	2	3,06	3,88	1,46	41,11	13,55	10,28	4,34	3,23	1,88
G100x50x15x2	100	50	15	2	3,38	4,34	1,73	69,24	14,98	13,85	4,57	4,00	1,86
G100x50x15x3	100	50	15	3	4,89	6,31	1,72	97,78	20,51	19,56	6,25	3,94	1,8
G100x50x15x4	100	50	15	4	6,29	8,15	1,71	122,5	24,85	24,49	7,55	3,88	1,75
G100x50x20x4	100	50	20	4	6,60	8,55	1,85	126,7	26,5	25,34	9,05	3,85	1,83
G100x50x25x5	100	50	25	5	8,35	10,86	1,98	152,51	36,52	30,5	12,09	3,75	1,83
G125x50x15x2	125	50	15	2	3,77	4,84	1,56	116,4	16,16	18,63	4,89	4,91	1,83
G125x50x15x3	125	50	15	3	5,48	7,08	1,55	165,5	22,16	26,48	6,43	4,84	1,77
G125x50x15x4	125	50	15	4	7,07	9,15	1,54	208,7	26,88	33,39	7,78	4,78	1,71
G125x50x15x5	125	50	15	5	8,55	11,11	1,54	248,2	30,41	39,39	8,78	4,71	1,65
G125x50x20x4	125	50	20	4	7,39	9,55	1,68	217	30,9	34,7	9,32	4,77	1,8
G125x50x25x5	125	50	25	5	9,33	12,11	1,8	264,3	39,88	42,29	12,46	4,67	1,82
G125x50x30x6	125	50	30	6	11,32	14,73	1,92	307,1	48,89	49,14	15,81	4,56	1,81
G150x50x15x2	150	50	15	2	4,16	5,34	1,42	178,7	17,13	23,83	4,78	5,79	1,79
G150x50x15x3	150	50	15	3	6,07	7,81	1,42	255,2	23,49	34,03	6,56	5,72	1,73
G150x50x15x4	150	50	15	4	7,86	10,16	1,41	323,6	28,51	43,13	7,95	5,66	1,68
G150x50x15x5	150	50	15	5	9,53	12,36	1,41	383,6	32,27	51,15	8,98	5,57	1,62
G150x50x20x4	150	50	20	4	8,17	10,5	1,54	337	32,9	44,9	9,52	5,65	1,77
G150x75x25x5	150	75	25	5	12,28	16,88	2,05	545,4	117,2	72,71	24,17	5,86	2,72
G150x75x30x6	150	75	30	6	14,86	19,23	2,78	641,4	144,5	85,52	30,57	5,77	2,74
G175x50x15x2	175	50	15	2	4,56	5,84	1,31	257,7	17,92	29,45	4,85	6,84	1,75
G175x50x15x3	175	50	15	3	6,86	8,56	1,31	369,4	24,59	42,22	6,86	6,57	1,7
G175x50x15x4	175	50	15	4	8,64	11,15	1,3	470,0	28,85	53,71	8,07	6,49	1,64
G175x50x15x5	175	50	15	5	10,51	13,61	1,3	559,7	33,79	63,97	9,14	6,41	1,58
G175x75x25x4	175	75	25	4	10,84	13,9	2,46	653,0	105	74,6	20,9	6,84	2,75
G175x75x25x5	175	75	25	5	13,26	17,11	2,47	786,0	123,9	89,82	24,63	6,78	2,89
G175x75x30x6	175	75	30	6	16,03	20,73	2,6	929,4	152,8	106,2	31,19	6,7	2,72
G200x50x15x2	200	50	15	2	4,95	6,34	1,21	354,9	18,59	35,49	4,91	7,48	1,71
G200x50x15x3	200	50	15	3	7,25	9,31	1,21	510,3	25,51	51,03	6,73	7,4	1,66
G200x50x15x4	200	50	15	4	9,43	12,15	1,21	651,4	30,96	65,14	8,18	7,32	1,6
G200x50x15x5	200	50	15	5	11,49	14,86	1,21	778,3	35,06	77,83	9,26	7,24	1,54
G200x75x25x4	200	75	25	4	11,63	14,9	2,32	895,0	110,0	89,50	21,3	7,64	2,71
G200x75x25x5	200	75	25	5	14,24	18,37	2,32	1080,0	129,6	108,0	25,02	7,67	2,66
G200x75x30x6	200	75	30	6	17,21	22,23	2,45	1282,0	160,2	128,2	31,73	7,59	2,68
G250x75x25x4	250	75	25	4	13,20	6,90	2,07	1520,0	118,0	122,0	21,7	9,48	2,84
G250x100x25x6	250	100	25	6	18,17	23,36	2,73	2218,0	285,3	177,5	38,24	9,76	3,49

Se verifica la sección G125x50x15x3mm

$$S_x := 26.48 \text{ cm}^3 \quad S_y := 6.43 \text{ cm}^3 \quad r_y := 1.77 \text{ cm} \quad A := 7.06 \text{ cm}^2$$

$$f_y' \geq \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y} = 1 \quad \text{La sección cumple}$$

Verificación pandeo lateral torsional - Sección 125x50x15x3mm



$$L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{(Ecuación F2-5 del LRFD)}$$

$$E := 29000 \text{ ksi}$$

$$I_y := 22.16 \text{ cm}^4$$

$$h_0 := 125 \text{ mm} - 6 \text{ mm} = 0.119 \text{ m}$$

$$L = 3.6 \text{ m} \quad r_{ts} := \sqrt{\frac{I_y \cdot h_0}{2 \cdot S_x}} = 2.231 \text{ cm}$$

$$L_p := 1.76 r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0.884 \text{ m}$$

$$L_r := \pi \cdot r_{ts} \cdot \sqrt{\frac{E}{0.7 \cdot F_y}} = 2.378 \text{ m}$$

$$L_b := \frac{L}{2} = 1.8 \text{ m}$$

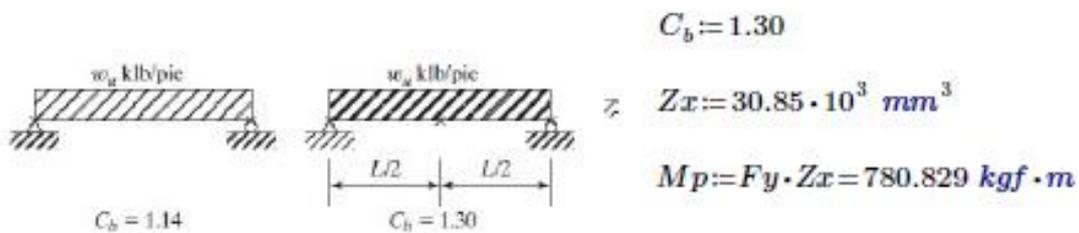
Se arriostrará las correas con 2
templadores a 1.80 m cada uno

Pandeo Lateral-Torsional

(a) Cuando $L_b \leq L_p$, el estado límite de pandeo lateral-torsional no aplica

(b) Cuando $L_p < L_b \leq L_r$

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0.7 F_y S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad (\text{F2-2})$$



$$M_n := C_b \cdot \left[M_p - (M_p - 0.7 \cdot F_y \cdot S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] = [766.693] \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_n \leq M_p = [1]$$

DISEÑO POR ELS (Estado Limite de Servicio)

Verificación de deflexión máxima permisible

$$\Delta_{perm} := \frac{L}{240} = 1.5 \text{ cm} \quad L = 3.6 \text{ m}$$

$$I_x := 165.5 \text{ cm}^4$$

$$q_{serv} := (D + Lr) \cdot \text{AnchoTrib} = 127.216 \text{ m} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$\Delta_{maxX} := \frac{5 \cdot q_{serv} \cdot 1.6 \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} = 1.32 \text{ cm}$$

$$\Delta_{perm} \geq \Delta_{maxX} = 1 \quad \text{La sección cumple}$$

DIMENSIONAMIENTO DE TENSORES

El diametro de los tensores se condiciona a que

1. El diámetro mínimo es de 5/8 mm
2. La esbeltez no menor a L/500

$$L_n = 14.4 \text{ m} \quad L_t := \sqrt{\left(\frac{L_n}{2} \right)^2 + h^2} = 7.622 \text{ m}$$

$$L_{tensor} := \sqrt{L_t^2 + L_n^2} = 16.293 \text{ m} \quad \phi_{tensor} := \frac{L_{tensor}}{500} = 32.6 \text{ mm}$$

REDONDO PULIDO:

DIAMETRO NOMINAL (pulg.)	PESO METRICO kg/m	PESO DE LA BARRA kg/6m
1 1/8	5.03	30.21
1 1/4	6.22	37.29
1 1/2	8.95	53.70
1 3/4	12.18	73.09
2	15.91	95.46
2 1/2	24.86	149.16

Se escogen tensores de 1.1/2"

DISEÑO DE CUERDAS / CORDONES

FLEXION

Se considera que las cuerdas soportan a las correas como cargas puntuales, por ello se multiplica la carga por el área tributaria de las correas (poner imagen)

$$q_{cd} := q \cdot L_c \cdot L = 743.253 \text{ kgf}$$

$$Mmax_{cd} := 3914 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

CALCULO DE MOMENTOS EN UNA VSA CON
MÚLTIPLES CARGAS PUNTUALES

$$L_{cd} := \frac{L_c}{\cos(\theta)} = 1.703 \text{ m}$$

$$F := \frac{Mmax_{cd}}{L_{cd}} = (2.299 \cdot 10^3) \text{ kgf}$$

$$A := \frac{F}{f_y} = 1.514 \text{ cm}^2$$

CARGAS AXIALES

Del modelo en el software de análisis estructural, luego de definir las cargas y combinaciones se corre el modelo y se obtienen las cargas axiales críticas tanto a tensión como compresión

Cordones controlados por tensión (inferiores)

$$Pmax_T := 8715.57 \text{ kgf}$$

$$A_{minT} := \frac{Pmax_T}{0.6 \cdot F_y} = 5.739 \text{ cm}^2$$

NOTA

Se diseña por compresión al ser el requerimiento más alto de área, se podrían diseñar cordones superiores e inferiores pero esto implica una desventaja constructiva, es preferible utilizar la menor cantidad de secciones posibles

Cordones controlados por compresión (superiores)

$$Pmax_c := 9320.59 \text{ kgf}$$

$$E1 := 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 133.681$$

$$E_{cd} := 50$$

se escoge una esbeltez de diseño de 50

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{E_{cd}^2} = (7.894 \cdot 10^8) \text{ Pa} \quad F_{cr} := 0.658^{F_y/F_c} \cdot F_y = (2.219 \cdot 10^7) \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$A_{minC} := \frac{P_{max_c}}{0.6 \cdot F_{cr}} = 7.001 \text{ cm}^2$$

Designación	Dimensiones (mm)			Masa Kg/m	A cm ²	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	e				Ix	Iy	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm				cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm
C 50 x 25 x 2	50	25	2	1,45	1,87	0,72	7,06	1,13	2,83	0,63	1,94	0,72
C 50 x 25 x 3	50	25	3	2,09	2,7	0,77	9,7	1,57	3,88	0,91	1,89	0,76
C 60 x 30 x 2	60	30	2	1,77	2,26	0,85	12,5	2,00	4,16	0,93	2,35	0,94
C 60 x 30 x 3	60	30	3	2,56	3,3	0,89	17,5	2,84	5,85	1,34	2,31	0,93
C 60 x 30 x 4	60	30	4	3,30	4,2	0,95	21,1	3,51	7,03	1,72	2,24	0,91
C 80 x 40 x 2	80	40	2	2,40	3,07	1,09	30,8	4,89	7,71	1,68	3,17	1,26
C 80 x 40 x 3	80	40	3	3,51	4,5	1,14	43,9	7,01	11	2,45	3,12	1,25
C 80 x 40 x 4	80	40	4	4,56	5,87	1,19	55,4	8,92	13,9	3,17	3,07	1,23
C 80 x 40 x 5	80	40	5	5,55	7,18	1,23	65,49	10,62	16,37	3,83	3,02	1,21
C 80 x 40 x 6	80	40	6	6,49	8,42	1,28	74,18	12,1	18,54	4,44	2,96	1,19
C 100 x 50 x 2	100	50	2	3,02	3,87	1,34	61,5	9,72	12,3	2,66	3,99	1,58
C 100 x 50 x 3	100	50	3	4,45	5,7	1,39	88,5	14,1	17,7	3,89	3,94	1,57
C 100 x 50 x 4	100	50	4	5,81	7,47	1,44	113	18,1	22,6	5,07	3,89	1,56
C 100 x 50 x 5	100	50	5	7,12	9,18	1,48	135	21,8	27,1	6,19	3,84	1,54
C 100 x 50 x 6	100	50	6	8,37	10,82	1,53	115,3	25,14	31,05	7,24	3,79	1,52
C 100 x 60 x 4	100	60	4	6,44	8,13	1,86	128	29,7	25,6	7,17	3,97	1,91
C 100 x 50 x 5	100	50	5	7,91	9,95	1,92	152	35,7	30,5	8,76	3,91	1,9
C 100 x 60 x 6	100	60	6	9,31	12,02	1,93	181,8	42,25	36,36	10,38	3,89	1,87
C 100 x 60 x 8	100	60	8	11,95	15,5	2,06	222,6	52,47	44,52	13,32	3,76	1,83
C 125 x 50 x 2	125	50	2	3,42	4,37	1,2	103	10,4	16,5	2,74	4,86	1,54
C 125 x 50 x 3	125	50	3	5,04	6,45	1,24	149	15,1	23,9	4,02	4,81	1,53
C 125 x 50 x 4	125	50	4	6,60	8,47	1,29	192	19,4	30,7	5,24	4,76	1,51
C 125 x 50 x 5	125	50	5	8,10	10,4	1,34	231	23,4	37	6,4	4,71	1,5
C 125 x 50 x 6	125	50	6	9,55	12,32	1,38	266	27,19	42,67	7,51	4,65	1,48
C 125 x 60 x 5	125	60	5	8,89	11,43	1,7	267	39,36	42,71	9,15	4,83	1,86
C 125 x 60 x 6	125	60	6	10,49	13,52	1,75	309,3	45,83	49,48	10,78	4,78	1,84
C 125 x 60 x 8	125	60	8	13,52	17,5	1,81	383,3	57,3	61,33	13,94	4,68	1,8
C 125 x 80 x 6	125	80	6	12,37	15,92	2,61	394,3	102,9	63,08	19,1	4,97	2,54
C 125 x 80 x 8	125	80	8	16,03	20,69	2,64	493	130,3	78,88	24,3	4,88	2,5
C 125 x 80 x 10	150	80	10	19,45	25,21	2,74	576,6	154,2	92,25	29,31	4,78	2,47
C 150 x 50 x 2	150	50	2	3,81	4,87	1,09	138	10,9	21,1	2,8	5,71	1,5
C 150 x 50 x 3	150	50	3	5,62	7,2	1,13	230	15,9	30,7	4,11	5,65	1,49
C 150 x 50 x 4	150	50	4	7,38	9,47	1,17	297	20,5	39,6	5,36	5,6	1,47
C 150 x 50 x 5	150	50	5	9,08	11,7	1,22	359	24,8	47,9	6,55	5,55	1,46
C 200 x 50 x 2	200	50	2	4,59	5,87	0,92	316	11,8	31,6	2,88	7,34	1,42
C 200 x 50 x 3	200	50	3	6,80	8,7	0,96	462	17,1	46,2	4,23	7,29	1,4
C 200 x 50 x 4	200	50	4	8,95	11,5	1,0	600	22,1	60	5,52	7,23	1,39
C 200 x 50 x 5	200	50	5	11,05	14,2	1,05	729	26,7	72,9	6,75	7,17	1,37
C 200 x 50 x 6	200	50	6	13,06	16,81	1,09	850,8	31,18	85,08	7,97	7,11	1,36
C 200 x 60 x 5	200	60	5	11,83	15,18	1,34	853,8	45,29	85,33	9,72	7,5	1,73
C 200 x 60 x 6	200	60	6	14,02	18,01	1,39	963,8	53,04	96,37	11,5	7,31	1,71
C 200 x 60 x 8	200	60	8	18,23	23,5	1,53	1219	66,96	121,9	14,96	7,2	1,68
C 200 x 80 x 6	200	80	6	15,91	20,42	2,14	1190	120,8	119	20,61	7,83	2,43
C 200 x 80 x 8	200	80	8	20,74	26,69	2,14	1514	153,9	151,4	26,27	7,53	2,4
C 200 x 80 x 10	200	80	10	25,34	32,71	2,23	1803	183,9	180,3	31,87	7,42	2,37
C 200 x 80 x 12	200	80	12	29,71	38,47	2,32	2060	210,4	206	37,04	7,32	2,34
C 200 x 100 x 6	200	100	6	17,79	22,82	2,78	1416	225,3	141,6	31,19	7,87	3,14

Se escoge una sección de 150x50x3mm

verificación de sección

$r := 1.49 \text{ cm}$

$A := 7.20 \text{ cm}^2$

$$\overline{E}_{cd} := \frac{1 \cdot L_{cd}}{r} = 114.274$$

ESBELTEZ KL/r

$$\overline{F_e} := \frac{\pi^2 \cdot E}{E_{cd}^2}$$

$$\overline{F_{cr}} := 0.658 \frac{F_y}{F_c} \cdot F_y = (1.273 \cdot 10^7) \frac{kgf}{m^2}$$

$$P := 0.6 A \cdot F_{cr} = 5498.243 \text{ kgf}$$

$$P_{max_c} \leq P = 0$$

LA SECCIÓN NO CUMPLE, INCREMENTAR SECCIÓN

Se escoge una sección de 250x60x3mm

verificación de sección

$$\overline{r} := 1.67 \text{ cm} \quad \overline{A} := 10.8 \text{ cm}^2$$

$$\overline{E}_{cd} := \frac{1 \cdot L_{cd}}{r} = 101.957$$

ESBELTEZ KL/r

$$\overline{F_e} := \frac{\pi^2 \cdot E}{E_{cd}^2}$$

$$\overline{F_{cr}} := 0.658 \frac{F_y}{F_c} \cdot F_y = (1.464 \cdot 10^7) \frac{kgf}{m^2}$$

$$\overline{P} := 0.6 A \cdot F_{cr} = 9488.707 \text{ kgf}$$

$$P_{max_c} \leq P = 1$$

LA SECCIÓN CUMPLE

DISEÑO DE ENTRAMADOS / DIAGONALES

El ángulo de la celosía es de 47° en las divisiones de 1.6 m y de 67° en la división extrema de 0.8m. El ángulo óptimo entre la fuerza axial y el cortante es de 45°.

Se diseñan a tensión

$$P_{max_T} := 4317.03 \text{ kgf} \quad \text{Carga obtenida del software}$$

$$A_{minT} := \frac{P_{max_T}}{0.6 \cdot F_y} = 2.843 \text{ cm}^2$$

$$P_{max_c} := 3098.33 \text{ kgf} \quad \text{Carga obtenida del software}$$

$$E1 := 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 133.681$$

$$E_{cd} := 50$$

se escoge una esbeltez de diseño de 50

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{E_{cd}^2} = (7.894 \cdot 10^8) \text{ Pa} \quad F_{cr} := 0.658 \frac{F_y}{F_c} \cdot F_y = (2.219 \cdot 10^7) \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$A_{minC} := \frac{P_{max_c}}{0.6 \cdot F_{cr}} = 2.327 \text{ cm}^2$$

Descripción	Ángulos de alas iguales																			
	b	h	e	Masa	Área	d1	d2	Ángulo *	Eje X-X			Eje Y-Y			Eje U-U			Eje V-V		
									Ix	Wx	rx	Iy	Wy	ry	Iu	Wu	ru	Iv	Wv	rv
mm	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm	cm	(°)	cm ⁴	cm ³	cm										
L 20x 2	20	20	2	0.67	0.73	0.60	0.60	45.00	0.28	0.20	0.62	0.28	0.20	0.62	0.46	0.32	0.79	0.10	0.14	0.37
L 20 x 3	20	20	3	0.81	1.03	0.65	0.65	45.00	0.38	0.28	0.60	0.38	0.28	0.60	0.63	0.45	0.78	0.12	0.17	0.34
L 25x 2	25	25	2	0.73	0.93	0.72	0.72	45.00	0.56	0.32	0.78	0.56	0.32	0.78	0.92	0.52	1.00	0.20	0.23	0.47
L 25x 3	25	25	3	1.05	1.33	0.78	0.78	45.00	0.78	0.45	0.77	0.78	0.45	0.77	1.30	0.74	0.99	0.26	0.30	0.45
L 30 x 2	30	30	2	0.88	1.13	0.85	0.85	45.00	1.00	0.46	0.94	1.00	0.46	0.94	1.63	0.77	1.20	0.37	0.35	0.57
L 30x 3	30	30	3	1.28	1.63	0.90	0.90	45.00	1.40	0.67	0.93	1.40	0.67	0.93	2.32	1.09	1.19	0.49	0.46	0.55
L 30x 4	30	30	4	1.65	2.10	0.95	0.95	45.00	1.75	0.86	0.91	1.75	0.86	0.91	2.93	1.38	1.18	0.68	0.55	0.52
L 40x 2	40	40	2	1.20	1.33	1.10	1.10	45.00	2.44	0.84	1.25	2.44	0.84	1.25	3.96	1.40	1.61	0.92	0.85	0.78
L 40x 3	40	40	3	1.75	2.23	1.15	1.15	45.00	3.49	1.22	1.25	3.49	1.22	1.25	5.71	2.02	1.60	1.27	0.90	0.75
L 40x 4	40	40	4	2.28	2.90	1.20	1.20	45.00	4.44	1.59	1.24	4.44	1.59	1.24	7.23	2.59	1.59	1.55	1.10	0.73
L 40x 5	40	40	5	2.77	3.54	1.25	1.25	45.00	5.29	1.82	1.22	5.29	1.82	1.22	8.80	3.11	1.68	1.77	1.25	0.71
L 50x 2	50	50	2	1.61	1.93	1.35	1.35	45.00	4.85	1.33	1.59	4.85	1.33	1.59	7.86	2.22	2.02	1.85	1.05	0.98
L 50x 3	50	50	3	2.22	2.83	1.40	1.40	45.00	7.01	1.95	1.57	7.01	1.95	1.57	11.42	3.23	2.01	2.61	1.47	0.95
L 50x 4	50	50	4	2.90	3.70	1.45	1.45	45.00	9.01	2.54	1.58	9.01	2.54	1.58	14.76	4.18	2.00	3.25	1.84	0.94
L 50x 5	50	50	5	3.56	4.54	1.50	1.50	45.00	10.84	3.10	1.55	10.84	3.10	1.55	17.89	5.06	1.99	3.79	2.14	0.91
L 60x 3	60	60	3	2.69	3.43	1.65	1.65	45.00	12.34	2.64	1.90	12.34	2.64	1.90	20.03	4.72	2.42	4.65	2.19	1.16
L 60x 4	60	60	4	3.53	4.50	1.70	1.70	45.00	15.96	3.71	1.70	15.96	3.71	1.70	25.04	6.14	2.40	5.88	2.77	1.14
L 60x 5	60	60	5	4.34	5.54	1.75	1.75	45.00	19.33	4.65	1.87	19.33	4.65	1.87	31.72	7.48	2.38	6.95	3.27	1.12
L 75x 3	75	75	3	3.40	4.33	2.02	2.02	45.00	24.55	4.48	2.38	24.55	4.48	2.38	30.72	7.40	3.03	9.38	3.53	1.47
L 75x 4	75	75	4	4.47	5.70	2.07	2.07	45.00	31.94	5.88	2.37	31.94	5.88	2.37	51.90	9.79	3.02	11.99	4.51	1.45
L 75x 5	75	75	5	5.52	7.04	2.12	2.12	45.00	38.96	7.24	2.35	38.96	7.24	2.35	63.56	11.99	3.01	14.35	5.40	1.43
L 75x 6	75	75	6	6.53	8.33	2.17	2.17	45.00	45.60	8.56	2.34	45.60	8.56	2.34	74.73	14.09	2.99	16.46	6.20	1.41
L 80x 4	80	80	4	4.79	6.10	2.20	2.20	45.00	39.00	6.72	2.53	39.00	6.72	2.53	63.30	11.19	3.22	14.70	5.19	1.55
L 80x 5	80	80	5	5.91	7.54	2.25	2.25	45.00	47.65	8.28	2.51	47.65	8.28	2.51	77.64	13.72	3.21	17.65	6.23	1.53
L 80x 6	80	80	6	7.00	8.93	2.30	2.30	45.00	55.86	9.70	2.50	55.86	9.70	2.50	91.30	16.18	3.20	20.32	7.17	1.51
L 80x 8	80	80	8	9.11	11.61	2.40	2.40	45.00	71.03	12.68	2.47	71.03	12.68	2.47	117.22	20.72	3.18	24.85	8.78	1.48
L 80x 10	80	80	10	11.09	14.14	2.50	2.50	45.00	94.59	15.39	2.45	94.59	15.39	2.45	140.84	24.90	3.16	28.34	10.04	1.42

Como se escogió una cuerda de 250mm y 3 mm de espesor se tienen disponibles 244 mm para colocar dos ángulos, es decir sus lados deben ser menores a 122 mm

Se escoge una sección de 2L 60x3

para determinar las propiedades se ha considerado un canal de 120x3mm

verificación de sección

$$\bar{r} := 18.89 \text{ mm} \quad \bar{A} := 351 \text{ mm}^2 \quad \bar{Lc} := 1.44 \text{ m}$$

se escoge la altura de la mayor diagonal

$$\bar{E}_{cd} := \frac{1 \cdot Lc}{r} = 76.231$$

ESBELTEZ KL/r

$$\bar{F}_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\bar{E}_{cd}^2}$$

$$\bar{F}_{cr} := 0.658 \frac{F_y}{\bar{F}_e} \cdot F_y = (1.864 \cdot 10^7) \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$\bar{P} := 0.8 \bar{A} \cdot \bar{F}_{cr} = 5234.037 \text{ kgf}$$

$$P_{max_c} \leq P = 1$$

Cálculos Drenaje

Bajantes	Area	Diametro	C	I	Q	MATERIAL	n	S	Qo	Vo	Ft	Q/Qo
Dp1	334.78	127	1	0.028	9.37	PVC	0.009	0.01	14.13	1.11	0.25	0.66
Dp2	334.78	127	1	0.028	9.37	PVC	0.009	0.01	14.13	1.11	0.25	0.66
Dp3	334.78	127	1	0.028	9.37	PVC	0.009	0.01	14.13	1.11	0.25	0.66
Dp4	334.78	127	1	0.028	9.37	PVC	0.009	0.01	14.13	1.11	0.25	0.66

Colectores	Area	C	I	Q	MATERIAL	b	y	n	S	Qmax c	vmax c	L (m)	dh (m)
C2-1	334.78	1	0.028	9.37	AG	0.14	0.096	0.014	0.01	11.318	0.84	39.76	0.3976
C2-3	334.78	1	0.028	9.37	AG	0.14	0.096	0.014	0.01	11.318	0.84	39.76	0.3976
C4-5	334.78	1	0.028	9.37	AG	0.14	0.096	0.014	0.01	11.318	0.84	39.76	0.3976
C6-7	334.78	1	0.028	9.37	AG	0.14	0.096	0.014	0.01	11.318	0.84	39.76	0.3976

Cálculos Recolección

Material	Eficiencia de recolección	
	Convencional (teja)	0.95
Concreto o asfalto	1	0.9
Grava	0.7	0.25
Vegetación o arena	0.1	0.05

k	1000
A	730.3

Mes	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Promedio mensual (2003-2013)
Enero	72.50	104.70	16.30	170.30	171.90	443.70	342.80	171.80	151.00	279.80	157.40	189.29
Febrero	436.80	250.30	54.40	453.90	61.50	381.80	365.10	364.40	110.80	606.60	282.30	306.17
Marzo	115.20	S/R	280.30	200.50	485.10	521.70	429.20	160.20	37.00	420.70	511.90	316.18
Abril	123.50	129.10	187.30	6.80	102.10	143.20	125.30	192.10	360.10	256.80	109.80	157.83
Mayo	S/R	15.80	0.40	21.50	11.10	7.00	36.70	17.33	2.50	65.10	1.40	17.88
Junio	1.00	0.00	0.00	1.50	2.40	1.00	2.10	11.90	3.50	6.00	0.40	2.71
Julio	0.30	0.20	0.00	0.00	0.00	0.70	0.60	3.10	15.50	0.00	0.00	1.85
Agosto	S/R	S/R	0.00	0.20	0.10	0.80	0.00	0.20	0.00	0.00	0.60	0.21
Septiembre	0.00	2.50	0.00	0.30	0.00	3.70	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.61
Octubre	0.00	0.00	0.00	1.00	1.70	1.70	0.00	0.00	0.10	2.50	0.20	0.65
Noviembre	0.00	0.00	0.40	2.30	0.60	0.00	0.00		0.90	5.50	0.00	0.97
Diciembre	18.20	4.80	22.10	42.70	3.50	1.10	0.00	106.10	24.10	6.80	0.50	20.90
Total	767.50	507.40	561.20	901.00	840.00	1506.40	1301.80	1027.13	705.50	1650.00	1064.50	984.77

Mes	Promedio Mensual	Volumen de recolección
Enero	189.29	127871.21
Febrero	306.17	206828.10
Marzo	316.18	213588.28
Abril	157.83	106616.66
Mayo	17.88	12080.46
Junio	2.71	1830.07
Julio	1.85	1252.80

Agosto	0.21	142.61
Septiembre	0.61	411.46
Octubre	0.65	442.16
Noviembre	0.97	655.26
Diciembre	20.90	14118.52
Total	1015.26	685837.60

Cálculos Distribución

NODE	AREA	DEVICE (m)	Quantity n	Qi	Q. MAX POS	BUILDING TYPE	ks	Q MAX PROB	3/4"	Q>Q o	v (m/s)	materi al	C	hf (m)
					Qty*Qi	F		Qo Qmp (l/s)	DIAMETER Φ	Q (l/s)				
1	BAÑO 1	INODORO	1	0.1	0.1									
	Total Node 1		1		0.1	1	1	0.1	3/4"	0.13	0.46	PVC	0.0001	0.014
2	BAÑO 2	INODORO	3	0.1	0.3									
	Total node 2		3		0.3	1	0.73	0.219	3/4"	0.32	1.12	PVC	0.0001	0.069
	Total node 1+2		3		0.4	1	0.73	0.292	3/4"	0.32	1.12	PVC	0.0001	0.069
3	BAÑO 3	INODORO	1	0.1	0.1									
	Total node 3		1		0.1	1	1	0.1	3/4"	0.13	0.46	PVC	0.0001	0.014
4	BAÑO 4	URINALES (F)	3	0.5	1.5									
	Total node 4		3		1.5	1	0.73	1.095	1 1/2"	1.26	1.11	PVC	0.0001	0.028
	Total node 3+4		4		1.6	1	0.61	0.976	1 1/2"	1.26	1.11	PVC	0.0001	0.028
5	BAÑO 4	INODORO	2	0.1	0.2									
	Total node 5		2		0.2	1	1	0.2	3/4"	0.25	0.88	PVC	0.0001	0.045
	Total node 3+4+5		6		1.8	1	0.48	0.864	1 1/2"	1.26	1.11	PVC	0.0001	0.028
	Total node 1+2+3+4+5		9		2.2	1	0.39	0.858	1 1/2"	1.26	1.11	PVC	0.0001	0.028
(SUCTION LINE) Total node 1+2+3+4+5								0.858	1 1/2"	1.01	0.89	AG	0.00023	0.044

Q_o Teórico	0.86	L/s	
Q	1.01	L/s	
Diameter Φ	1 1/2"	in	
v	0.89	m/s	
hf	0.044	m	
j	0.044	m/m	
Coefficiente C	0.00023	-	
Longitud H (LH)	10.35	m	
Longitud V (LV)	5.80	m	
Longitud Total de succión (LT)	28.85	m	LH + LV + Le
Pérdida Total de succión (hf_suction)	1.269	m	hf = j *LT
Altura Dinámica de Succión (ADS)	7.07	mca	LV + hf
	8	mca	

Equivalent Length of Accessories in Suction						
Accesorios	Quantity	A	B	C	d [mm]	Le
Válvula pie con coladera	1	6.38	0.4	130	37.5	8.47
Codo 90°	2	0.52	0.04	120	37.5	1.62
Salida de tubería	1	0.77	0.04	120	37.5	1.18
Válvula de compuerta abierta	1	0.17	0.03	120	37.5	0.28
Tee con reducción	1	0.56	0.33	120	37.5	1.16
						12.70

Aparato Critico	INODORO BAÑO 1		
	Critical Device to Node 4	Node 4 to Node 3	Node 3 to PUM P
Q_o (l/s)	0.1	1.095	0.858
Q (l/s)	0.13	1.26	1.01
Diametro	3/4"	1 1/2"	1 1/2"
v (m/s)	0.46	1.11	0.89
hf = hv (m)	0.014	0.028	0.044
j m/m	0.014	0.028	0.044
Coefficiente C (pipe)	0.0001	0.0001	0.0002
Longitud H (m)	0.9	5.62	2.7
Longitud V (m)	0.3	0	0
Le (Tee PVC 1' 1/2')	0	0	0.55
Le (Codo PVC 3/4")	0.28	0	0
Le (Codo PVC 1 1/2")	0	0.87	0.26
Le (Reductor PVC 1 1/2")	0.16	0	0
Le (Válvula de Compuerta Abierta Φ1" Cu)	0.17	0.17	0.17
Le_{accesorios}	0.61	1.04	0.98

Equivalent Length of Accessories in Impulsion

Accesorios	Quantit y	A	B	C	d [mm]	Le
Le (Tee PVC 1' 1/2')	1	0.53	0.04	150	25	0.37
Le (Codo PVC 3/4")	1	0.52	0.04	150	18.75	0.28
Le (Codo PVC 1 1/2")	2	0.52	0.04	130	12.5	0.51
Le (Reductor PVC 1 1/2")	1	0.15	0.01	130	12.5	0.07
Le (Válvula de Compuerta Abierta Φ1" Cu)	3	0.17	0.03	130	25	0.51

	Critical Device to Node 4	Node 4 to Node 3	Node 3 to PUM P			
Longitud Total de succión (LT)	1.81	6.66	3.68	m	LH + LV + Le	
Pérdida Total de succión (hf_suction)	0.025	0.186	0.162	m	hf = j *LT	
	0.34	0.21	0.21	0.76	mca	LV + hf + hv
Altura Dinámica de Succión (ADS)	0.40	0.30	0.30	1.00	mca	

Altura Dinámica de Succión (ADS)	8	mca		
Altura Dinámica de Impulsión (ADI)	1.00	mca		
Presión Diferencial (entre arranque y parada de la bomba)	14	Teórico		
Cabeza de presión en el dispositivo crítico	7	mca		
Altura Dinámica Total (ADT o HDT) [teórico]	30	mca		
Factor de Seguridad (10%-20%)	1.15	(%)		
Altura Dinámica Total (ADT o HDT) [diseño]	34.5	mca		
Peso Específico del Agua	1	Kg/L		
Qo	0.86	L/s	51.48	L/mi n
Eficiencia conjunto Motor de la Bomba η (65-70%)	50%	(%)		
Potencia de la bomba (teórica)	0.78	HP		
Potencia de la bomba (comercial)	1	HP	PK100	

Carga Neta Positiva de Succión Requerida (CNPSR)

Tamaño Bomba:	1-1/2x2x11	
Tamaño Impulsor:	9.75	in
R.P.M	1150	
Q	0.86	l/s
HB	34.5	m
Eficiencia η	50	%
Potencia	0.78	HP
Potencia de la bomba (comercial)	1	HP

1bar =0.1022mca

ANEXO 3

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ET1: Oficinas y bodega temporales

Descripción:

Este rubro hace referencia a la colocación e instalación de oficinas y bodega temporales que cubran con la demanda que requiera el personal que maneje la logística en la obra. Se elaborarán en forma de casetas de madera.

Material: Se utilizarán tablonos de madera, planchas de plywood, tiras de encofrado, clavos, bisagras, tornillos, entre otros.

Medición y Pago: La unidad de medida de este rubro será en unidades de oficina o bodega realizadas, y se pagará después de la debida revisión.

ET2. Trazado y replanteo de la obra

Descripción:

Se entenderá por replanteo de OBRA al proceso de trazado y marcado del área que no fue incluida en el rubro anterior, en el que consta la superficie del terreno donde será construido. Se podrá utilizar, si se cree conveniente el uso de aparatos láser, para reducir el tiempo y mejorar la precisión de los trabajos.

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Materiales mínimos: Tiras de eucalipto, clavos y estacas.

Equipo mínimo: Herramienta menor, equipo de topografía

Medición y pago: La medición será de acuerdo con la cantidad efectiva ejecutada, la que se verificará, previa al replanteo de la obra. Su pago será por metro cuadrado “m²”.

ET3: Desmontaje de cubierta metálica

Descripción:

Corresponde a la acción de retirar la cubierta y estructura de la edificación según las áreas determinadas en planos, las hojas de fibrocemento y la estructura metálica, con su

respectivo desalojo. El constructor garantizará que el retiro de la cubierta y estructura será un proceso ordenado y de cuidado, en el que no se produzcan daños a la estructura de cubierta si se conservare o al inmueble en general, tratando de recuperar la mayor cantidad de elementos para su reutilización.

Unidad: Metro cuadrado (m^2)

Equipo mínimo: Herramienta menor, amoladora.

Mano de obra mínima calificada: Peón, Albañil.

Medición y pago: La medición será de acuerdo con la cantidad efectiva desmontada y desalojada en obra. Su pago será por kilogramo (kg).

ET4: Suministro, fabricación, montaje de acero estructural tipo ASTM A36

Descripción:

Serán las operaciones necesarias para cortar, doblar, soldar, pintar y otras necesarias para la fabricación y montaje de una estructura en perfil de acero laminado. El objetivo es el disponer de una estructura de cubierta, columnas, entresijos o similares, elaboradas en perfiles estructurales de tipo ASTM A36, y que consistirá en la provisión, fabricación y montaje de dicha estructura, según planos y especificaciones del proyecto y por indicaciones de los supervisores.

Unidad: Kilogramos (kg)

Materiales: Perfiles estructurales y laminados, Electrodo # 7018, Placa de acero (300x900) e=25mm. Fondo y pintura anticorrosiva.

Equipo: Herramienta menor. Soldadora, amoladora, compresor.

Medición y pago: La medición será de acuerdo con la cantidad efectiva fabricada y montada en obra. Su pago será por kilogramo (kg).

ET5: Suministro e Instalación de pernos ASTM 325 de 1”

Descripción:

Comprende el suministro e instalación de pernos expansivos con diámetro de 1 pulgada y longitud de 3 pulgadas que servirán para unir los perfiles estructurales o las placas donde se requiera

Unidad: Unidad (U).

Materiales Mínimos: Perno expansivo D= 1 pulg y L= 3 pulg.

Equipo Mínimo: Herramienta manual, taladro.

Medición y pago: Se pagará por unidad de perno expansivo, debidamente colocado y cuantificado en obra a satisfacción del Fiscalizador / Administrador.

ET6: Instalación de Cubierta

Descripción:

Corresponde a la instalación de la cubierta en la nave industrial, como se detalla en los planos, la cubierta es de tipo *Panel AR-2000 confortérmico* de 37 mm de alto y un espesor de 0,40 mm de acero y 3.5 mm de espuma.

La instalación se regirá de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, no se aceptarán bajo ningún concepto planchas que muestren daños. Los pernos que se utilizarán deben estar elaborados según la ASTM A325 y deben ser de 1" y 3/4" según corresponda. Luego de la instalación se realizarán pruebas para verificar que no existan goteras. Se deberá contar con personal de experiencia y calificado para los trabajos en altura, además deberán contar con todos los equipos de protección personal.

Materiales: Panel AR-2000 confortérmico, Electrodo revestido E7018, perno autoperforante.

Equipo: Herramientas manuales, andamio, cortadora, motosoldadora.

Medición y pago: La unidad del rubro son los m2 y se pagarán según cada uno de estos debidamente colocado.

ET7: Mampostería de bloque liviano e=10cm

Descripción:

Construcción de muros de mampostería con bloque liviano de 10 cm de espesor, utilizando mortero de cemento y arena en proporciones adecuadas, garantizando alineación, plomo, nivel y resistencia estructural según las normativas técnicas vigentes.

Materiales: bloques de concreto liviano de 10 cm, cemento tipo portland, arena fina lavada, agua potable, malla metálica o barras de refuerzo, y mortero preparado con proporciones adecuadas para garantizar la resistencia estructural.

Equipos: plomada, nivel, cinta métrica, llana, palustre, mezcladora o recipientes para mortero, corta bloques y martillo de goma, andamios y escaleras.

Medición y pago: El trabajo se medirá en metros cuadrados (m²) de muro terminado. El pago será por metro cuadrado, incluyendo materiales, mano de obra y herramientas, según el precio unitario acordado en el contrato.

ET8: Enlucido interior

Descripción:

El enlucido interior consiste en aplicar una capa de mortero sobre paredes o techos interiores para obtener una superficie lisa y uniforme, lista para acabados finales como pintura o revestimientos decorativos. Este trabajo debe garantizar adherencia y un acabado estético.

Materiales: cemento, arena fina lavada, cal, agua potable y sellador o promotor de adherencia en caso de superficies de baja adherencia.

Equipo: herramientas de albañilería como llana, cuchara, espátula y palustre, mezcladora de mortero o recipientes para mezcla manual, regla metálica, esponja o fratacho para el acabado final, andamios y escaleras.

Mano de obra mínima calificada: maestro albañil, peón

Medición y pago: El trabajo se medirá por metro cuadrado (m²) de superficie enlucida terminada, y el pago se realizará por metro cuadrado, incluyendo materiales, mano de obra y herramientas.

ET9: Enlucido exterior

Descripción:

El enlucido exterior consiste en la aplicación de una capa de mortero sobre muros exteriores para protegerlos de las condiciones climáticas y mejorar su apariencia. Debe garantizarse un acabado uniforme, adherencia adecuada y resistencia a la intemperie.

Materiales: cemento, arena gruesa lavada, cal hidratada, agua potable, y sellador o promotor de adherencia

Equipo: llana, cuchara de albañil, espátula, palustre, mezcladora de mortero o recipientes para mezcla manual, esponja para el acabado final, andamios y escaleras.

Mano de obra mínima calificada: maestro albañil, peón

Medición y pago: El trabajo se medirá por metro cuadrado (m²) de enlucido exterior terminado, asimismo el pago se realizará por metro cuadrado, incluyendo materiales, mano de obra y herramientas.

ET10: Empaste y pintura interior

Descripción:

El trabajo de empaste y pintura interior consiste en preparar las superficies mediante la aplicación de una capa de empaste para corregir imperfecciones, seguido de la aplicación de pintura para lograr un acabado liso, uniforme y estético.

Materiales: empaste preparado o en polvo, pintura látex para interiores, sellador o imprimante, agua potable y cinta de enmascarar para proteger áreas no pintables.

Equipos: espátulas, llanas, rodillos, brochas, bandejas para pintura, lijas de diferentes granos para nivelar la superficie, y plásticos o lonas para proteger muebles y pisos.

Mano de obra mínima calificada: pintor especializado, ayudante

Medición y pago: El trabajo se medirá por metro cuadrado (m²) de superficie empastada y pintada. El pago se realizará por metro cuadrado terminado, incluyendo materiales y mano de obra.

ET11: Empaste y pintura exterior

Descripción:

El empastado y pintado exterior consiste en la aplicación de una capa de empaste para corregir imperfecciones en muros exteriores, seguida de la aplicación de pintura resistente a la intemperie, garantizando un acabado uniforme, estético y duradero.

Materiales: empaste exterior, pintura acrílica o esmalte base agua para exteriores, sellador o imprimante, cinta de enmascarar y agua potable para diluir si es necesario.

Equipos: espátulas, llanas, rodillos, brochas, bandejas para pintura, lijas gruesas y finas, y plásticos o lonas para proteger las áreas circundantes.

Mano de obra mínima calificada: pintor especializado, ayudante

Medición y pago: El trabajo se medirá por metro cuadrado (m²) de superficie empastada y pintada. El pago se realizará por metro cuadrado terminado, incluyendo materiales y mano de obra.

ET12: Suministro e instalación de canaletas y bajantes de evacuación de aguas pluviales

Descripción:

Corresponde al suministro y colocación de las canaletas de evacuación tipo *Industriales Medianas*.

Materiales: Canaletas tipo industriales medianas de acero galvanizado, bajantes de PVC 5", soportes metálicos galvanizados, codos, uniones, tornillos, remaches, sellantes y fijaciones.

Equipos: Herramientas manuales, sierra eléctrica, amoladora, taladros, andamios, nivel laser.

Medición y pago: La unidad del rubro es el metro lineal (m) se considera canaletas colocadas en su posición finales con anclajes correspondientes, bajantes conectadas a canaletas y fijados en estructura, accesorios y uniones.

ET13: Suministro e instalación de caja de registro de aguas lluvia de 0.50x0.50m

Descripción:

La instalación de una caja de registro de aguas lluvia consiste en colocar una caja prefabricada o construida en sitio para recolectar, inspeccionar y conducir el flujo de aguas lluvia, garantizando acceso para mantenimiento y un funcionamiento eficiente.

Materiales: caja de registro prefabricada de concreto o PVC, tubos de PVC o concreto, mortero de cemento y arena, selladores impermeables, grava.

Equipos: herramientas de excavación, llana y palustre, nivel y cinta métrica, herramientas de corte para tuberías.

Mano de obra mínima calificada: maestro albañil, peón.

Medición y pago: El trabajo se medirá por unidad instalada y el pago incluirá materiales, herramientas y mano de obra.

ET14: Suministro e instalación de tanque separador de primeras lluvias

Descripción:

Corresponde al suministro e instalación de 2 tanque separadores de primeras lluvias "Tlaloque 200" considerando accesorios y estructura de soporte de bloques de 55 cm de altura, acoplándolos a las bajantes de aguas lluvias de 5". Su lugar de instalación está determinado por los planos.

Materiales: 2 tanques tlaloques 200, accesorios, tuberías 4", bloques de concreto.

Equipos: Herramientas manuales, cortadora de pvc, taladro, nivel.

Medición y pago: Rubro medido y pagado por unidad de tanque instalado correctamente considerando soportes, tuberías y accesorios completamente funcionales.

ET15: Suministro e instalación de tanques destinados al almacenamiento de agua lluvia recolectada.

Descripción:

Corresponde al suministro e instalación de 2 tanques de polietileno de 2500 litros para almacenamiento de agua lluvia recolectada. Se instala respetando el manual de instalación y uso dispuestos por el fabricante. Su lugar de instalación está determinado por los planos correspondientes.

Materiales: tanques de almacenamiento de 2500 L, accesorios, tuberías pvc ½", ¾", 4".

Equipos: Herramientas manuales, cortadora de pvc, taladro, nivel

Medición y pago: Rubro medido y pagado por unidad de tanque instalado correctamente considerando soportes, tuberías y accesorios completamente funcionales.

ET16: Retiro de piezas hidrosanitarias existentes

Descripción:

Corresponde al retiro de inodoros, urinales, lavabos y cabezales de ducha de los baños de la planta baja del edificio de oficinas. Los resultantes de las actividades anteriores serán llevados al sitio de almacenamiento que disponga el fiscalizador o la Entidad contratante. El Contratista suministrará todos los elementos de transporte y mano de obra de cargue, descargue y almacenamiento de dichos resultantes y deberá limpiar la zona y disponerlos en los bancos de desperdicios o escombreras debidamente autorizadas, donde no

perjudiquen el ambiente, los intereses de la empresa u otras entidades y en general terceras personas.

Materiales: Destornilladores, llaves de paso, llaves inglesas, palancas, cúter, palas, cinta adhesiva, sacos de basura de alta resistencia.

Equipos: Herramientas manuales, equipos de carga, equipos de protección.

Mano de obra mínima calificada: albañil, peón.

Medición y pago: El pago se realizará **por lote** de piezas retiradas, según lo acordado en el contrato, y el precio unitario incluirá el costo por todas las actividades. El monto total se basará en la cantidad de piezas o volumen retirado, tal como se describa en el contrato.

ET17: Suministro e instalación de piezas hidrosanitarias

Descripción:

Las piezas por suministrar e instalar incluyen inodoros, urinarios, lavabos, cabezales de ducha, así como los elementos necesarios para la correcta instalación. El contratista deberá asegurar que todas las piezas sean nuevas, de buena calidad, y que cumplan con las normativas vigentes. La instalación debe realizarse siguiendo las indicaciones del proyecto y asegurando un funcionamiento adecuado de cada pieza, además de la correcta conexión a las instalaciones de agua potable y drenaje.

Materiales: inodoros, urinarios, lavabos, grifos, cabezales de ducha, tubos de PVC.

Equipos: destornilladores, llaves, alicates, equipos de soldadura, equipos de nivelación y ajuste, selladores y materiales de estanqueidad como silicona y teflón, válvulas y adaptadores.

Medición y pago: El trabajo se medirá por el número de piezas instaladas correctamente. El pago se realizará por **pieza instalada**, según el precio unitario acordado. Este precio incluirá la pieza suministrada, la mano de obra para la instalación, materiales necesarios y las pruebas de

funcionamiento de cada pieza instalada. El pago se efectuará una vez que cada pieza haya sido instalada correctamente y haya pasado las pruebas de funcionamiento.

ET18: Suministro e instalación de bomba de agua de 1HP

Descripción:

Consiste en la instalación de una bomba de agua de 1HP, incluyendo todos los accesorios y materiales necesarios para su correcta conexión a la red hidráulica existente. La bomba debe ser eficiente y adecuada para el caudal y presión requeridos. La instalación debe garantizar el funcionamiento correcto de la bomba, asegurando que no existan fugas y que esté debidamente conectada a las líneas de entrada y salida de agua, así como a las fuentes de energía necesarias.

Materiales: Bomba de Agua 1HP, válvulas, codos, tees, conexiones, abrazaderas, cables, conectores, interruptores, disyuntores, tornillos, taquetes, cinta de teflón, selladores y llaves, destornilladores, taladros, soldadura.

Equipos: Herramientas manuales (llaves, destornilladores, alicates), equipos de soldadura, niveladores, manómetros para pruebas y equipo de protección personal (guantes, gafas).

Medición y pago: El trabajo se medirá por cada bomba de agua de 1HP instalada y puesta en funcionamiento, incluyendo suministro, materiales, mano de obra y pruebas. El pago será por unidad instalada y verificada, según el precio unitario acordado.

ET19: Picado y corchado de pared para instalaciones en general

Descripción:

Se define como el picado y corchado de paredes de concreto, ladrillo o cualquier otro material que forme parte de las estructuras de las instalaciones, con el fin de realizar las instalaciones necesarias. Este proceso incluye el corte de los materiales, la remoción de los escombros y la limpieza de la zona afectada, asegurando que la apertura quede adecuada para recibir las instalaciones, teniendo mucho cuidado de los elementos

adyacentes revisando los planos de instalaciones eléctricas y sanitarias, para no dañar alguna tubería que pase cerca de los nuevos trabajos.

Unidad: Metro lineal (m)

Materiales: martillos, mazas, cinceles, perforadoras eléctricas y sierras. Además, materiales para limpieza como escobas, palas, cubos, bolsas.

Equipos: Equipos de protección personal.

Mano de obra mínima calificada: Maestro mayor, albañil, peón.

Medición y pago: El trabajo se medirá por metro lineal de pared picada y corchada, considerando las dimensiones de la abertura creada para las instalaciones. El pago se realizará según el precio unitario acordado por metro lineal, que incluirá la mano de obra, herramientas, equipos utilizados, y limpieza de la zona afectada.

ET20: Suministro e instalación de tuberías de pvc de ½” para distribución de agua lluvia

Descripción:

De acuerdo con esta sección, el Contratista instalará tubería de PVC de acuerdo con el diámetro indicado en planos (½”), en un todo de acuerdo con los alineamientos, dimensiones, elevaciones y detalles consignados en los planos, este ítem incluye soldadura, limpiador y todos los elementos necesarios para su correcta instalación.

Materiales: tuberías de PVC de ½”, codos, tees, uniones y abrazaderas, cinta de teflón o selladores, y elementos de fijación como abrazaderas y anclajes para asegurar las tuberías.

Equipos: Herramienta menor

Mano de obra mínima calificada: Plomero, peón.

Medición y pago: El suministro e instalación de tubería PVC, se medirá por el número de metros lineales, con aproximación al metro completo de cada diámetro. Se pagará por el suministro e

instalación de tubería PVC, efectivamente suministrados e instalados de acuerdo con los planos, las especificaciones y la aprobación de la fiscalización.

ET21: Suministro e instalación de tuberías de pvc de 3/4" para distribución de agua lluvia

Descripción:

De acuerdo con esta sección, el Contratista instalará tubería de PVC de acuerdo con el diámetro indicado en planos (3/4"), en un todo de acuerdo con los alineamientos, dimensiones, elevaciones y detalles consignados en los planos, este ítem incluye soldadura, limpiador y todos los elementos necesarios para su correcta instalación.

Materiales: tuberías de PVC de 3/4", codos, tees, uniones y abrazaderas, cinta de teflón o selladores, abrazaderas y anclajes para asegurar las tuberías.

Equipos: herramienta menor

Mano de obra mínima calificada: Plomero, peón

Medición y pago: El suministro e instalación de tubería PVC, se medirá por el número de metros lineales, con aproximación al metro completo de cada diámetro. Se pagará por el suministro e instalación de tubería PVC, efectivamente suministrados e instalados de acuerdo con los planos, las especificaciones y la aprobación de la fiscalización.

ET22: Pruebas de funcionamiento e inspección final del sistema integrado.

Descripción:

Consiste en la verificación del correcto funcionamiento de todos los componentes del sistema instalado, como las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de climatización, de captación y almacenamiento de aguas lluvias. Se realizarán pruebas para comprobar que cada sistema opere según las especificaciones del proyecto, sin fallos o desperfectos. La inspección final pretende asegurar que todos los trabajos realizados cumplan con los requisitos técnicos, normativos y de seguridad establecidos.

Materiales: cinta de teflón para asegurar las conexiones sin fugas, selladores para garantizar uniones estancas, juntas de goma o PVC para asegurar conexiones herméticas en sistemas de agua, grasa o lubricantes específicos para válvulas y componentes mecánicos, limpieza y desinfectante para limpiar los equipos, cinta métrica, y papel de lija para suavizar las superficies de las tuberías antes de las conexiones.

Equipos: manómetros, termómetros, medidores de flujo, multímetros, llaves, destornilladores y alicates, y equipos de protección personal como guantes, gafas, cascos y tapones para oídos.

Medición y pago: El trabajo se medirá por unidad, es decir, por sistema completo de instalaciones revisado y aprobado, que incluye todas las pruebas de funcionamiento y la inspección final. El pago se realizará según el precio unitario acordado por cada sistema revisado, que incluirá el suministro de los equipos de prueba, la mano de obra para la ejecución de las pruebas y la entrega del informe de resultados.

ET24: Suministro y reinstalación de luminarias existentes

Descripción:

Consiste en el suministro de materiales necesarios y la reinstalación de luminarias ya existentes, incluyendo el desmontaje cuidadoso de las luminarias, su limpieza y revisión, la reparación de piezas menores, la reinstalación en su posición original o designada, la conexión al sistema eléctrico y la realización de pruebas para asegurar que funcionen correctamente y cumplan con las normas de seguridad eléctrica.

Materiales: Conectores eléctricos, cables eléctricos, tornillería y fijaciones, cinta aislante, tubos termocontráctiles, lámparas o bombillas de repuesto y elementos para reparaciones menores.

Equipos: Herramientas manuales, escaleras o andamios certificados, equipo de protección personal (EPP).

Medición y pago: La medición se hará por pieza reinstalada, y el pago se realizará por cada pieza, según el precio unitario previamente acordado en el contrato, que incluye mano de obra, materiales y pruebas de funcionamiento.

ET25: Resanado de paredes

Descripción:

Consiste en reparar áreas dañadas, como grietas, agujeros o irregularidades, mediante la aplicación de una mezcla de mortero o masilla, logrando una superficie uniforme y lista para acabados finales.

Materiales: mortero, masilla para resanes, selladores para grietas profundas, y agua potable para preparar las mezclas.

Equipos: Herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: albañil, peón.

Medición y pago: El trabajo se medirá por metro cuadrado (m²) de superficie resanada.

ET26: Reparación de paredes afectadas por humedad

Descripción:

Identificar y corregir daños causados por filtraciones o acumulación de agua en paredes, techos o pisos, asegurando la eliminación de la humedad y restaurando la superficie afectada para evitar futuros problemas.

Materiales: mortero impermeable, selladores de grietas o juntas, pintura impermeabilizante, masilla o resinas epóxicas.

Equipos: Herramienta menor, escalera o andamios.

Mano de obra mínima calificada: albañil, ayudante.

Medición y pago: La unidad de medida de pago será por metro cuadrado (M²) de resane de pared afectadas por humedad.

ET27: Enlucido y Pintado

Descripción:

Consiste en aplicar una capa de mortero fino para alisar las superficies y posteriormente pintarlas.

Materiales: mortero de cemento y arena fina, sellador o imprimante, pintura de alta calidad látex o esmalte según el uso y cinta de enmascarar para proteger las áreas no pintables.

Equipos: Herramienta menor, escalera o andamios.

Mano de obra mínima calificada: maetsro albañil, ayudante.

Medición y pago: El trabajo se medirá por metro cuadrado (m²) de superficie enlucida y pintada.

ANEXO 4

FICHAS TÉCNICAS



CÓDIGO: 10070 CLAVE: BOAP-1

Bomba periférica 1 HP, altura máxima 70 m, Truper Expert

- Genera mayor presión y bombea el agua a una mayor altura
- Altura máxima: **70 m**
- Flujo máximo: **50 L/min**
- Profundidad máxima de succión: **8 m**
- Se utiliza cuando se requiere bombear el agua a lugares altos (arriba de 15 m aproximadamente). Puede ser usada con sistemas hidroneumáticos para incrementar la presión
- Clavija no incluida



Impulsor de latón



Capacitor para mayor potencia al arranque



Balero metálico

Certificaciones y garantías

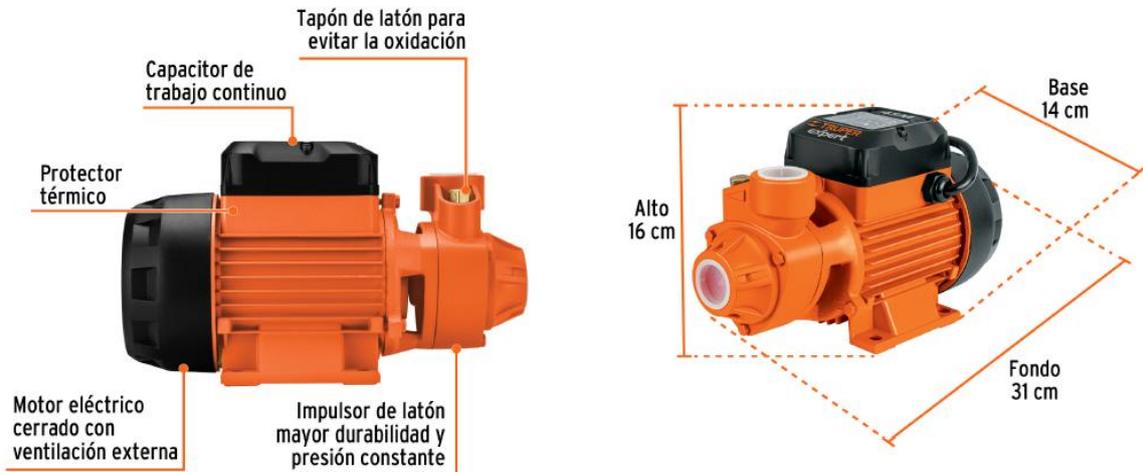
- Cumple la norma: NOM-003-SCFI



Especificaciones

Potencia	1 HP
Altura máxima	70 m
Flujo máximo	50 L/min
Profundidad máxima de succión	8 m
Diámetro de Entrada / Salida	1" NPT
Velocidad	3,450 rpm
Material del embobinado de motor	Cobre
Ciclo de trabajo	50 minutos de trabajo por 20 minutos de descanso. Máximo diario 6 horas
Tensión / Frecuencia	127 V / 60 Hz
Consumo	10.4 A
Dimensiones (Base x Alto x Fondo)	14 cm x 18 cm x 31 cm
Peso	10 kg

Imágenes complementarias



TANQUE CILÍNDRICO VERTICAL / TIPO BOTELLA

USO SUPERFICIAL

- Hermético, tapa de traba con seguro giratorio.



Especificaciones Técnicas



Capacidad litros	A	B	H
	mm	mm	mm
250	550	695	880
500	550	860	1165
1100	550	1120	1465
2500	550	1570	1520



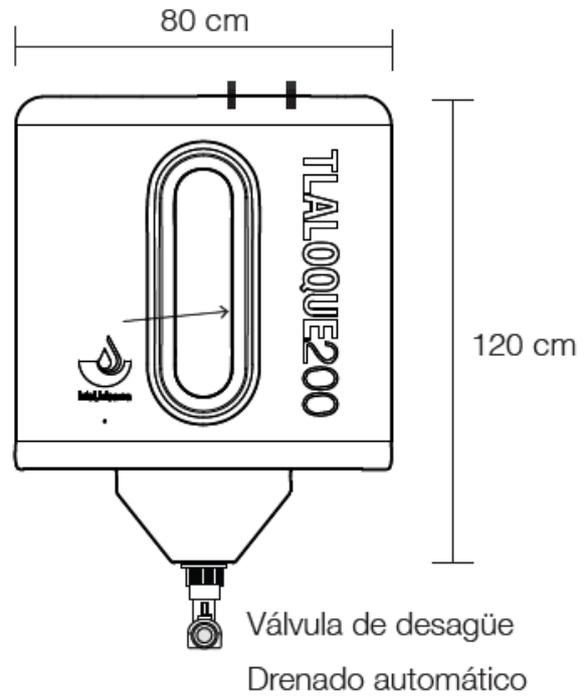
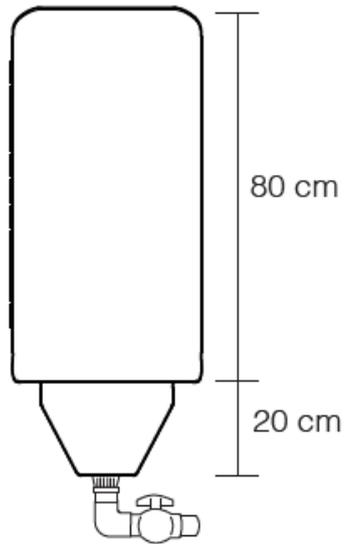
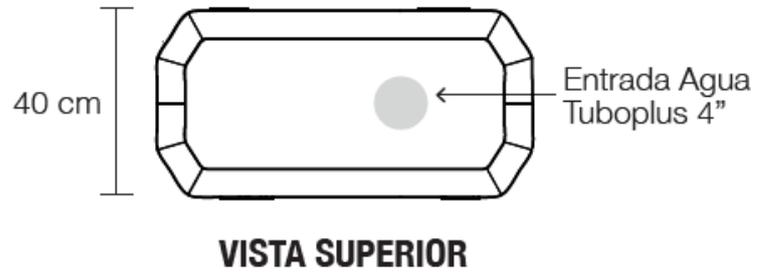
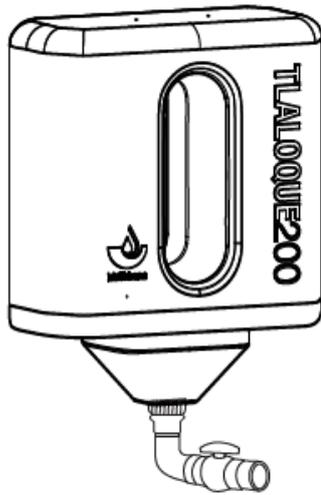
DESCRIPCIÓN

El Separador de Primeras Lluvias Isla Urbana Tlaloque 200 es un contenedor con una capacidad de 200 litros que se encarga de retener la primera descarga de agua que escurre del techo durante un evento de lluvia. Cuando se llena, el agua que continúa cayendo se dirige directamente hacia la cisterna o el tanque de captación. El agua con contaminantes dentro del Tlaloque debe desecharse antes del próximo aguacero para dejar el separador vacío nuevamente y listo para repetir el proceso.

El Tlaloque 200 cumple dos funciones esenciales: es un separador de primeras lluvias, es decir, se encarga de retener los primeros litros de la lluvia que escurren desde el techo durante cada aguacero y también cumple la función de desviar por completo el escurrimiento pluvial para evitar que ingrese a la cisterna.

COMPONENTES

1. Cuerpo del Tlaloque de Polietileno de Alta Densidad.
2. Entrada de lluvia: PVC o Polipropileno sanitario reforzado de 4" (100 mm).
3. Respiradero en el tubo de entrada de lluvia que sirve para seleccionar el volumen de separación.
4. Desvío a drenaje o drenado:
 - 1 Conector macho (cuerda interna) de PVC.
 - 2 Tramos de 7 cm de tubo de PVC hidráulico CED 40 de 2" (50 mm).
 - 1 Codo de 90° de PVC hidráulico CED 40 de 2" (50 mm).
 - 1 Válvula de PVC hidráulico CED 40 de 2" (50 mm).

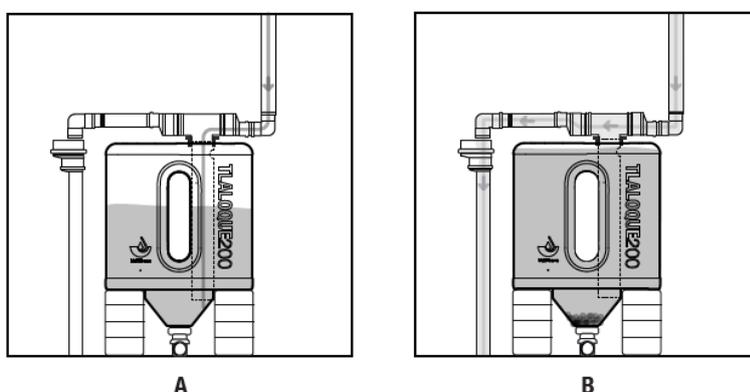


FUNCIONAMIENTO

La separación de primeras lluvias es una técnica sencilla y efectiva que se utiliza en los sistemas de captación de lluvia para mejorar la calidad del agua que captan. Consiste en dejar pasar el primer volumen de agua que lava el techo antes de comenzar la captación.

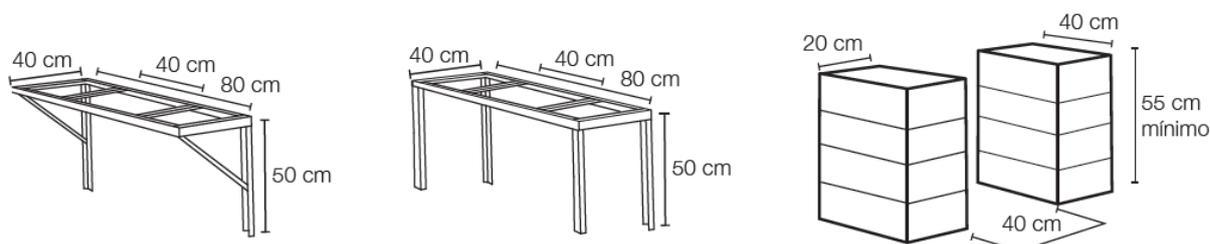
El Tlaloque 200 aprovecha las propiedades de la interacción entre el agua y el aire en un recipiente cerrado. Su funcionamiento se puede resumir en que el agua cae por el tubo bajante que viene del techo (**diagrama A**) y entra al cuerpo del separador hasta llenar su volumen total, creando un tapón de agua y permitiendo que el agua que continúa cayendo se dirija directamente a la cisterna (**diagrama B**). Esta primera agua de lluvia arrastra la mayor parte de la contaminación acumulada en el aire y el techo, elevando la calidad del agua en la cisterna o el tanque de captación.

La modalidad autodrenable del Tlaloque 200 facilita su mantenimiento, y su fondo cónico y funcionalidad permite que no sea necesario lavarlo internamente. El drenado automático es posible gracias a una modificación en la válvula de salida que tiene un perno que habilita un vaciado asistido, lento y controlado (**diagrama C**).



Es necesario instalar el Tlaloque 200 sobre una superficie firme y plana, preferentemente en un espacio exterior apto para recibir la lluvia, como un patio, jardín o cochera. Debe instalarse sobre una base de block, herrería u otros materiales. Revise las opciones con las que cuenta y verifique las medidas.

NOTA: Al estar lleno de agua, el Tlaloque incrementa el tamaño de sus paredes verticales, por lo que debe considerarse un incremento del 2% al encontrarse lleno hasta su máxima capacidad.



MANTENIMIENTO

Para cuidar la integridad física del Tlaloque, únicamente hace falta lavarlo con agua y cloro una vez al año, sin descuidar la limpieza exterior, preferentemente antes de que comience la temporada de lluvias. Para lavarlo, llene el Tlaloque con agua corriente y agregue un poco de cloro líquido comercial. Deje reposar esta mezcla dentro del Tlaloque durante una noche y después vacíelo.

ANEXO 5

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRAS PRELIMINARES							
CÓDIGO	001					UNIDAD	U
RUBRO	A1						
DESCRIPCIÓN	CASETA DE OBRA (BODEGA)						
EQUIPOS							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)		G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09
SUBTOTAL M							\$ 0.09
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN		HH	2	\$ 4.05	\$ 8.10	0.8	\$ 6.48
MAESTRO MAYOR DE OBRA		HH	0.08	\$ 4.33	\$ 0.35	0.8	\$ 0.28
AÑBAÑIL CARPINTERO		HH	1	\$ 4.10	\$ 4.10	0.8	\$ 3.28
SUBTOTAL N							\$ 10.04
MATERIALES							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT		COSTO	
CUARTONES		U	1	\$ 3.20		\$ 3.20	
TABLA ENCOFRADO		U	5	\$ 1.07		\$ 5.35	
CLAVOS DE 2"		KG	0.4	\$ 2.00		\$ 0.80	
PLANCHA DE ZINC		U	1	\$ 17.00		\$ 17.00	
VARIOS		G	1	\$ 2.50		\$ 2.50	
CANDADO		U	1	\$ 8.00		\$ 8.00	
SUBTOTAL O							\$ 36.85
						SUBTOTAL (M+N+O)	\$ 46.98
						INDIRECTOS	\$ 7.99
						COSTO RUBRO	\$ 54.97

OBRAS PRELIMINARES

CÓDIGO	002					UNIDAD	m2
RUBRO	A2						
DESCRIPCIÓN	TRAZADO Y REPLANTEO						
EQUIPOS							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)		G	1	\$ 3.16	\$ 3.16	0.01	\$ 0.03
SUBTOTAL M							\$ 0.03
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN		HH	2	\$ 4.05	\$ 8.10	0.06	\$ 0.49
SUBTOTAL N							\$ 0.49
MATERIALES							
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
CAL HIDRATADA			BLS	0.05	\$ 5.40	\$ 0.27	
SUBTOTAL O							\$ 0.27
						SUBTOTAL (M+N+O)	\$ 0.79
						INDIRECTOS	\$ 0.13
						COSTO RUBRO	\$ 0.92

CUBIERTA METÁLICA

CÓDIGO	003					UNIDAD	m2
RUBRO	B1						
DESCRIPCIÓN	DESMONTAJE DE CUBIERTA METÁLICA						
EQUIPOS							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)		G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09
SUBTOTAL M							\$ 0.09
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN		HH	1.3	\$ 4.05	\$ 5.27	1	\$ 5.27
ALBAÑIL		HH	1.3	\$ 4.10	\$ 5.33	1	\$ 5.33
MAESTRO DE OBRA		HH	0.1	\$ 4.33	\$ 0.43	0.9	\$ 0.39
SUBTOTAL N							\$ 5.27
MATERIALES							
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
SUBTOTAL O							\$ -
						SUBTOTAL (M+N+O)	\$ 5.36
						INDIRECTOS	\$ 0.91
						COSTO RUBRO	\$ 6.27

CUBIERTA METÁLICA

CÓDIGO	004					UNIDAD	m2
RUBRO	B2						
DESCRIPCIÓN	SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ACERO ESTRUCTURAL TIPO ASTM A36						
EQUIPOS							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)		G	1	\$ 3.16	\$ 3.16	0.01	\$ 0.03
AMOLADORA ELÉCTRICA		HH	1	\$ 4.30	\$ 4.30	0.11	\$ 0.47
SOLDADORA ELECTRICA 30A		HH	1	\$ 1.98	\$ 1.98	0.11	\$ 0.22
SUBTOTAL M							\$ 0.72
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN		HH	0.06	\$ 4.05	\$ 0.24	1.3	\$ 0.32
PERFILERO		HH	0.04	\$ 4.10	\$ 0.16	1.3	\$ 0.21
MAESTRO DE OBRA		HH	0.04	\$ 4.33	\$ 0.17	0.9	\$ 0.16
SUBTOTAL N							\$ 0.68
MATERIALES							
DESCRIPCION				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
ANTICORROSIVO AZARON				4000 cc	0.01	\$ 15.56	\$ 0.16
THINER COMERCIAL				4000 cc	0.01	\$ 13.95	\$ 0.14
ACERO EN PERFIL				Kg	1.8	\$ 1.05	\$ 1.89
ELECTRODO 7018				6m	0.05	\$ 2.34	\$ 0.12
SUBTOTAL O							\$ 2.30
						SUBTOTAL (M+N+O)	\$ 3.71
						INDIRECTOS	\$ 0.63
						COSTO RUBRO	\$ 4.34

CUBIERTA METÁLICA

CÓDIGO	005					UNIDAD	U
RUBRO	B3						
DESCRIPCIÓN	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PERNOS ASTM 325 DE 1"						
EQUIPOS							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)		G	1	\$ 3.16	\$ 3.16	0.01	\$ 0.03
SUBTOTAL M							\$ 0.03
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN		HH	0.1	\$ 4.05	\$ 0.41	1.5	\$ 0.61
MAESTRO DE OBRA		HH	0.06	\$ 4.33	\$ 0.30	1.5	\$ 0.45
SUBTOTAL N							\$ 0.45
MATERIALES							
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
PERNOS ASTM 325 1"			U	1	\$ 1.25	\$ 1.25	
SUBTOTAL O							\$ 1.25
						SUBTOTAL (M+N+O)	\$ 1.73
						INDIRECTOS	\$ 0.29
						COSTO RUBRO	\$ 2.03

CUBIERTA METÁLICA

CÓDIGO	006					UNIDAD	m2
RUBRO	B4						
DESCRIPCIÓN	INSTALACIÓN DE CUBIERTA						
EQUIPOS							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)		G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09
ANDAMIO		HH	2	\$ 1.00	\$ 2.00	0.021	\$ 0.04
CORTADORA		G	1	\$ 2.25	\$ 2.25	0.02	\$ 0.05
MOTOSOLDADORA		G	3	\$ 9.50	\$ 28.50	0.02	\$ 0.57
SUBTOTAL M							\$ 0.75
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN		HH	1	\$ 4.05	\$ 4.05	0.8	\$ 3.24
SOLDADOR		HH	0.25	\$ 4.16	\$ 1.04	0.8	\$ 0.83
MAESTRO DE OBRA		HH	0.05	\$ 4.33	\$ 0.22	0.6	\$ 0.13
SUBTOTAL N							\$ 4.20
MATERIALES							
DESCRIPCION				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
PANEL CONFORTERMICO AR 2000				m2	1	\$ 4.70	\$ 4.70
ELECTRODO 7018				kg	1	\$ 2.30	\$ 2.30
PERNO AUTOPERFORANTE				lb	0.1	\$ 7.00	\$ 0.70
SUBTOTAL O							\$ 7.70
						SUBTOTAL (M+N+O)	\$ 12.65
						INDIRECTOS	\$ 2.15
						COSTO RUBRO	\$ 14.80

CUBIERTA METÁLICA

CÓDIGO	007					UNIDAD	m2
RUBRO	B5						
DESCRIPCIÓN	MAMPOSTERIA DE BLOQUE LIVIANO e=10cm						
EQUIPOS							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)		G	1	\$ 3.16	\$ 3.16	0.01	\$ 0.03
ANDAMIO		HH	0.62	\$ 0.06	\$ 0.04	0.11	\$ 0.00
SUBTOTAL M							\$ 0.04
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN		HH	0.62	\$ 4.05	\$ 2.51	1.3	\$ 3.26
ALBAÑIL		HH	0.62	\$ 4.10	\$ 2.54	1.3	\$ 3.30
MAESTRO DE OBRA		HH	0.06	\$ 4.33	\$ 0.26	0.9	\$ 0.23
SUBTOTAL N							\$ 3.26
MATERIALES							
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG HOLCIM DISENSA			SACO	0.12	\$ 7.68	\$ 0.92	
BLOQUE LIVIANO 10X20X40			U	13	\$ 0.25	\$ 3.25	
ARENA			m3	0.03	\$ 13.50	\$ 0.41	
AGUA			m3	0.01	\$ 0.85	\$ 0.01	
SUBTOTAL O							\$ 4.59
						SUBTOTAL (M+N+O)	\$ 7.89
						INDIRECTOS	\$ 1.34
						COSTO RUBRO	\$ 9.23

CUBIERTA METÁLICA			
CÓDIGO	008		
		UNIDAD	m2

RUBRO	B6						
DESCRIPCIÓN	ENLUCIDO INTERIOR						
EQUIPOS							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)		G	1	\$ 3.16	\$ 3.16	0.01	\$ 0.03
ANDAMIO		HH	0.5	\$ 0.06	\$ 0.03	0.11	\$ 0.00
SUBTOTAL M							\$ 0.03
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN		HH	0.25	\$ 4.05	\$ 1.01	0.8	\$ 0.81
ALBAÑIL		HH	0.5	\$ 4.10	\$ 2.05	0.8	\$ 1.64
MAESTRO DE OBRA		HH	0.13	\$ 4.33	\$ 0.56	0.03	\$ 0.02
SUBTOTAL N							\$ 2.47
MATERIALES							
DESCRIPCION				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG HOLCIM DISENSA				SACO	0.25	\$ 7.68	\$ 1.92
TABLA DURA DE ENCOFRADO 0.30m				U	0.2	\$ 5.50	\$ 1.10
ARENA				m3	0.03	\$ 13.50	\$ 0.41
CAÑA ROLLIZA				U	0.5	\$ 2.26	\$ 1.13
SOGA				U	1	\$ 0.50	\$ 0.50
SUBTOTAL O							\$ 5.06
						SUBTOTAL (M+N+O)	\$ 7.56
						INDIRECTOS	\$ 1.28
						COSTO RUBRO	\$ 8.84

CUBIERTA METÁLICA			
CÓDIGO	009	UNIDAD	m2

RUBRO	B7						
DESCRIPCIÓN	ENLUCIDO EXTERIOR						
EQUIPOS							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)		G	1	\$ 3.16	\$ 3.16	0.01	\$ 0.03
ANDAMIO		HH	0.5	\$ 0.06	\$ 0.03	0.8	\$ 0.02
SUBTOTAL M							\$ 0.06
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN		HH	0.25	\$ 4.05	\$ 1.01	0.8	\$ 0.81
ALBAÑIL		HH	0.5	\$ 4.10	\$ 2.05	0.8	\$ 1.64
MAESTRO DE OBRA		HH	0.13	\$ 4.33	\$ 0.56	0.03	\$ 0.02
SUBTOTAL N							\$ 2.47
MATERIALES							
DESCRIPCION				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG HOLCIM DISENSA				SACO	0.25	\$ 7.68	\$ 1.92
ARENA CORRIENTE FINA				m3	0.03	\$ 13.50	\$ 0.41
AGUA				m3	0.01	\$ 0.85	\$ 0.01
CUARTONES DE ENCOFRADO				U	0.02	\$ 4.00	\$ 0.08
SUBTOTAL O							\$ 2.41
						SUBTOTAL (M+N+O)	\$ 4.94
						INDIRECTOS	\$ 0.84
						COSTO RUBRO	\$ 5.78

CUBIERTA METÁLICA				
CÓDIGO	010		UNIDAD	m2
RUBRO	B8			

DESCRIPCIÓN		EMPASTE Y PINTURA INTERIOR					
EQUIPOS							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta manual (5% MO)	G	1	\$ 3.16	\$ 3.16	0.01	\$ 0.03	
SUBTOTAL M						\$ 0.03	
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
PEÓN	HH	0.13	\$ 4.05	\$ 0.53	0.07	\$ 0.04	
ALBAÑIL	HH	0.25	\$ 4.10	\$ 1.03	0.07	\$ 0.07	
PINTOR	HH	0.25	\$ 4.10	\$ 1.03	0.1	\$ 0.10	
MAESTRO DE OBRA	HH	0.25	\$ 4.33	\$ 1.08	0.07	\$ 0.08	
SUBTOTAL N						\$ 0.29	
MATERIALES							
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
RESINA Y EMPASTE PARA INTERIOR 20KG			SACO	0.07	\$ 9.60	\$ 0.67	
LATEZ SUPERMO INT/EXT			4000 cc	0.05	\$ 16.00	\$ 0.80	
ADITEC EMPASTE INTERIOR			20 KG	0.07	\$ 12.41	\$ 0.87	
SUBTOTAL O						\$ 2.34	
SUBTOTAL (M+N+O)						\$ 2.66	
INDIRECTOS						\$ 0.45	
COSTO RUBRO						\$ 3.11	

CUBIERTA METÁLICA			
CÓDIGO	011	UNIDAD	m2
RUBRO	B9		

DESCRIPCIÓN		EMPASTE Y PINTURA EXTERIOR					
EQUIPOS							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta manual (5% MO)	G	1	\$ 3.16	\$ 3.16	0.01	\$ 0.03	
ANDAMIO	G	1	\$ 0.06	\$ 0.06	0.8	\$ 0.05	
SUBTOTAL M						\$ 0.05	
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
PEÓN	HH	0.13	\$ 4.05	\$ 0.53	0.07	\$ 0.04	
ALBAÑIL	HH	0.25	\$ 4.10	\$ 1.03	0.07	\$ 0.07	
PINTOR	HH	0.25	\$ 4.10	\$ 1.03	0.32	\$ 0.33	
MAESTRO DE OBRA	HH	0.25	\$ 4.33	\$ 1.08	0.07	\$ 0.08	
SUBTOTAL N						\$ 0.51	
MATERIALES							
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
RESINA Y EMPASTE PARA INTERIOR 20KG			SACO	0.07	\$ 19.27	\$ 1.35	
LATEZ SUPERMO INT/EXT			4000 cc	0.05	\$ 16.00	\$ 0.80	
ADITEC EMPASTE EXTERIOR			20 KG	0.08	\$ 23.93	\$ 1.91	
SUBTOTAL O						\$ 4.06	
						SUBTOTAL (M+N+O) \$ 4.62	
						INDIRECTOS \$ 0.79	
						COSTO RUBRO \$ 5.41	

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS			
CÓDIGO	012		UNIDAD
RUBRO	C1		m

DESCRIPCIÓN							SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CANALETAS Y BAJANTES DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES						
EQUIPOS													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
Herramienta manual (5% MO)		G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09						
SOLDADORA ELÉCTRICA		HH	1	\$ 1.98	\$ 1.98	1	\$ 1.98						
SUBTOTAL M							\$ 1.98						
MANO DE OBRA													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
AYUDANTE DE PERFORADOR		HH	1	\$ 4.10	\$ 4.10	0.8	\$ 3.28						
PERFILERO		HH	1	\$ 4.33	\$ 4.33	0.8	\$ 3.46						
SUBTOTAL N							\$ 6.74						
MATERIALES													
DESCRIPCION				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO						
ELECTROCO AGA 6011				KG	0.3	\$ 4.40	\$ 1.32						
ACERP DE REFUERZO 4200				KG	0.3	\$ 0.81	\$ 0.24						
CANALETA MEDIANA INDUSTRIAL GALVAULME 4 MTS				4 m	0.25	\$ 22.00	\$ 5.50						
ACCESORIOS DE ANCLAJE				U	2	\$ 4.13	\$ 8.26						
SOLDADURA P/TUB PVC				3.785cc	0.03	\$ 33.14	\$ 0.99						
TUBO PVC 127 mm X 6 M				U	0.17	\$ 17.00	\$ 2.89						
SUBTOTAL O							\$ 19.21						
						SUBTOTAL (M+N+O)		\$ 27.93					
						INDIRECTOS		\$ 4.75					
						COSTO RUBRO		\$ 32.68					

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				
CÓDIGO	013		UNIDAD	U
RUBRO	C2			

DESCRIPCIÓN							CAJA DE REGISTRO AGUAS LLUVIAS 0.50X0.50M						
EQUIPOS													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
Herramienta manual (5% MO)		G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09						
COMPACTADORA MANUAL		HH	1	\$ 3.00	\$ 3.00	1	\$ 3.00						
SUBTOTAL M							\$ 3.00						
MANO DE OBRA													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
PLOMERO		HH	1	\$ 4.10	\$ 4.10	0.8	\$ 3.28						
AYUDANTE DE PLOMERO		HH	1	\$ 4.05	\$ 4.05	0.8	\$ 3.24						
SUBTOTAL N							\$ 6.52						
MATERIALES													
DESCRIPCION				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO						
CAJA DE REGISTRO DE PVC 50X50cm				U	1	\$ 37.00	\$ 37.00						
ACOPLE 127mm				U	2	\$ 6.12	\$ 12.24						
PEGAMENTO PVC				L	0.1	\$ 10.00	\$ 1.00						
ARENA RELLENO				m3	0.1	\$ 12.00	\$ 1.20						
GRAVA BASE				m3	0.05	\$ 17.00	\$ 0.85						
SUBTOTAL O							\$ 52.29						
						SUBTOTAL (M+N+O)		\$ 61.81					
						INDIRECTOS		\$ 10.51					
						COSTO RUBRO		\$ 72.32					

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				
CÓDIGO	014		UNIDAD	U
RUBRO	C3			

DESCRIPCIÓN							SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TANQUE SEPARADOR DE PRIMERAS LLUVIAS						
EQUIPOS													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
Herramienta manual (5% MO)		G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09						
SUBTOTAL M							\$ 0.09						
MANO DE OBRA													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
ALBAÑIL		HH	1	\$ 4.10	\$ 4.10	0.8	\$ 3.28						
AYUDANTE DE ALBAÑIL		HH	1	\$ 4.05	\$ 4.05	1	\$ 4.05						
SUBTOTAL N							\$ 7.33						
MATERIALES													
DESCRIPCION				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO						
FILTRO DE HOJAS				U	0.5	\$ 37.00	\$ 18.50						
TLALOQUE 200 L				U	1	\$ 127.00	\$ 127.00						
BLOQUES DE CONCRECTO				U	6	\$ 0.25	\$ 1.50						
SUBTOTAL O							\$ 147.00						
						SUBTOTAL (M+N+O)		\$ 154.42					
						INDIRECTOS		\$ 26.25					
						COSTO RUBRO		\$ 180.68					

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				
CÓDIGO	015		UNIDAD	U
RUBRO	C4			

DESCRIPCIÓN							SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TANQUES DESTINADOS AL ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA RECOLECTADA.						
EQUIPOS													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
Herramienta manual (5% MO)		G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09						
SUBTOTAL M							\$ 0.09						
MANO DE OBRA													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
ALBAÑIL		HH	1	\$ 4.10	\$ 4.10	0.8	\$ 3.28						
AYUDANTE DE ALBAÑIL		HH	1	\$ 4.05	\$ 4.05	1	\$ 4.05						
SUBTOTAL N							\$ 7.33						
MATERIALES													
DESCRIPCION				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO						
TANQUE PG 2500 L				U	1	\$ 255.00	\$ 255.00						
ACCESORIOS				U	1	\$ 127.00	\$ 127.00						
SUBTOTAL O							\$ 382.00						
							SUBTOTAL (M+N+O)		\$ 389.42				
							INDIRECTOS		\$ 66.20				
							COSTO RUBRO		\$ 455.63				

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				
CÓDIGO	016		UNIDAD	U
RUBRO	C5			

DESCRIPCIÓN							RETIRO DE PIEZAS HIDROSANITARIAS EXISTENTES						
EQUIPOS													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
Herramienta manual (5% MO)		G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09						
SUBTOTAL M							\$ 0.09						
MANO DE OBRA													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
PEON		HH	1	\$ 4.10	\$ 4.05	0.8	\$ 3.24						
AYUDANTE DE ALBAÑIL		HH	1	\$ 4.05	\$ 4.05	0.8	\$ 3.24						
SUBTOTAL N							\$ 6.48						
MATERIALES													
DESCRIPCION				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO						
SUBTOTAL O													
						SUBTOTAL (M+N+O)		\$ 6.57					
						INDIRECTOS		\$ 1.12					
						COSTO RUBRO		\$ 7.69					

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				
CÓDIGO	017		UNIDAD	U
RUBRO	C6			

DESCRIPCIÓN							SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PIEZAS HIDROSANITARIAS						
EQUIPOS													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
Herramienta manual (5% MO)		G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09						
SUBTOTAL M							\$ 0.09						
MANO DE OBRA													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
PEON		HH	1	\$ 4.05	\$ 4.05	0.8	\$ 3.24						
ALBAÑIL		HH	1	\$ 4.10	\$ 4.10	0.8	\$ 3.28						
SUBTOTAL N							\$ 3.28						
MATERIALES													
DESCRIPCION				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO						
CEMENTO FUERTE GU 50 KG				SACO	0.05	\$ 7.68	\$ 0.38						
TEFLÓN				10m	0.5	\$ 0.55	\$ 0.28						
ARENA				m3	0.01	\$ 13.50	\$ 0.14						
AGUA				m3	0	\$ 0.85	\$ -						
INODORO				U	1	\$ 76.00	\$ 76.00						
TUBO DE ABASTO INODORO				U	1	\$ 1.48	\$ 1.48						
SUBTOTAL O							\$ 78.27						
						SUBTOTAL (M+N+O)		\$ 81.65					
						INDIRECTOS		\$ 13.88					
						COSTO RUBRO		\$ 95.53					

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				
CÓDIGO	018		UNIDAD	U
RUBRO	C7			

DESCRIPCIÓN		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOMBA DE AGUA DE 1HP				
EQUIPOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)	G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09
SUBTOTAL M						\$ 0.09
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
ALBAÑIL	HH	1	\$ 4.10	\$ 4.10	0.0125	\$ 0.05
ELECTRICISTA	HH	1	\$ 4.10	\$ 4.10	1	\$ 4.10
PLOMERO	HH	1	\$ 4.10	\$ 4.10	1	\$ 4.10
PEON	HH	1	\$ 4.05	\$ 4.05	0.07	\$ 0.28
SUBTOTAL N						\$ 8.53
MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
BOMBA 1HP			U	1	\$ 225.00	\$ 225.00
SUBTOTAL O						\$ 225.00
					SUBTOTAL (M+N+O)	\$ 233.63
					INDIRECTOS	\$ 39.72
					COSTO RUBRO	\$ 273.35

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS			
CÓDIGO	019		UNIDAD
RUBRO	C8		m

DESCRIPCIÓN							PICADO Y CORCHADO DE PARED PARA INSTALACIONES EN GENERAL						
EQUIPOS													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
Herramienta manual (5% MO)		G	1	\$ 3.16	\$ 3.16	0.01	\$ 0.03						
AMOLADORA ELÉCTRICA		HH	0.2	\$ 4.30	\$ 0.86	1	\$ 0.86						
SUBTOTAL M							\$ 0.86						
MANO DE OBRA													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
ALBAÑIL		HH	0.2	\$ 4.10	\$ 0.82	0.8	\$ 0.66						
PEON		HH	0.2	\$ 4.05	\$ 0.81	0.8	\$ 0.65						
SUBTOTAL N							\$ 1.30						
MATERIALES													
DESCRIPCION				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO						
CEMENTO FUERTE GU 50KG				SACO	0.01	\$ 7.68	\$ 0.08						
ARENA RELLENO				m3	0.01	\$ 13.50	\$ 0.14						
AGUA				m3	0.01	\$ 0.85	\$ 0.01						
SUBTOTAL O							\$ 0.22						
						SUBTOTAL (M+N+O)		\$ 2.38					
						INDIRECTOS		\$ 0.41					
						COSTO RUBRO		\$ 2.79					

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				
CÓDIGO	020		UNIDAD	m
RUBRO	C9			

DESCRIPCIÓN							SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE ½" PARA DISTRIBUCIÓN DE AGUA LLUVIA						
EQUIPOS													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
Herramienta manual (5% MO)		G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09						
SUBTOTAL M							\$ 0.09						
MANO DE OBRA													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
PEÓN		HH	2	\$ 4.05	\$ 8.10	0.6	\$ 4.86						
PLOMERO		HH	2	\$ 4.10	\$ 8.20	0.6	\$ 4.92						
MAESTRO		HH	0.2	\$ 4.33	\$ 0.87	0.2	\$ 0.17						
SUBTOTAL N							\$ 9.95						
MATERIALES													
DESCRIPCION				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO						
TEE PVC CED 40				U	2	\$ 1.06	\$ 2.12						
UNIVERSAL PVC CED 40				U	1	\$ 3.42	\$ 3.42						
TUBERIA PVC PRESION ROSCABLE 1/2"				6m	0.5	\$ 4.24	\$ 2.12						
CODO 90 1/2"				U	2	\$ 0.38	\$ 0.76						
UNION PVC 1/2				U	1	\$ 0.32	\$ 0.32						
CINTA TEFLON 10m				U	4	\$ 0.42	\$ 1.68						
SUBTOTAL O							\$ 10.42						
						SUBTOTAL (M+N+O)		\$ 20.47					
						INDIRECTOS		\$ 3.48					
						COSTO RUBRO		\$ 23.95					

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				
CÓDIGO	021		UNIDAD	m
RUBRO	C10			

DESCRIPCIÓN		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC DE ¾" PARA DISTRIBUCIÓN DE AGUA LLUVIA				
EQUIPOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)	G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09
SUBTOTAL M						\$ 0.09
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	HH	2	\$ 4.05	\$ 8.10	0.6	\$ 4.86
PLOMERO	HH	2	\$ 4.10	\$ 8.20	0.6	\$ 4.92
MAESTRO	HH	0.2	\$ 4.33	\$ 0.87	0.2	\$ 0.17
SUBTOTAL N						\$ 9.95
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
TEE PVC CED 40 3/4"	U	2	\$ 2.62	\$ 5.24		
UNIVERSAL PVC CED 40 3/4"	U	1	\$ 6.18	\$ 6.18		
TUBERIA PVC PRESION ROSCABLE 3/4"	6m	0.5	\$ 6.06	\$ 3.03		
CODO 90 3/4"	U	2	\$ 0.58	\$ 1.16		
UNION PVC 3/4"	U	1	\$ 0.83	\$ 0.83		
CINTA TEFLON 10m	U	4	\$ 0.42	\$ 1.68		
SUBTOTAL O						\$ 18.12
SUBTOTAL (M+N+O)						\$ 28.17
INDIRECTOS						\$ 4.79
COSTO RUBRO						\$ 32.96

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS			
CÓDIGO	022	UNIDAD	U
RUBRO	C11		

DESCRIPCIÓN							PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E INSPECCIÓN FINAL DEL SISTEMA INTEGRADO.						
EQUIPOS													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
Herramienta manual (5% MO)		G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09						
SUBTOTAL M							\$ 0.09						
MANO DE OBRA													
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
PLOMERO		HH	2	\$ 4.10	\$ 8.20	0.04	\$ 0.33						
AYUDANTE DE PLOMERO		HH	2.5	\$ 4.05	\$ 10.13	0.06	\$ 0.61						
SUBTOTAL N							\$ 0.94						
MATERIALES													
DESCRIPCION				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO						
SUBTOTAL O							\$ -						
						SUBTOTAL (M+N+O)		\$ 1.03					
						INDIRECTOS		\$ 0.18					
						COSTO RUBRO		\$ 1.21					

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				
CÓDIGO	023		UNIDAD	m
RUBRO	C12			

DESCRIPCIÓN						
INSTALACIÓN DE MANGUERA DE DRENAJE PARA AIRE ACONDICIONADO.						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)	G	1	\$ 3.16	\$ 3.16	0.01	\$ 0.03
SUBTOTAL M						\$ 0.03
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PLOMERO	HH	2	\$ 4.10	\$ 8.20	0.04	\$ 0.33
AYUDANTE DE PLOMERO	HH	2.5	\$ 4.05	\$ 10.13	0.06	\$ 0.61
SUBTOTAL N						\$ 0.94
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
MANGUERA DE DRENAJE 1/2"	m3	1	\$ 2.00	\$ 2.00		
CONECTORES Y CODOS PVC	U	0.2	\$ 1.50	\$ 0.30		
CINTA DE TEFLON	U	0.05	\$ 2.50	\$ 0.13		
ABRAZADERAS PLÁSTICAS	U	0.2	\$ 0.20	\$ 0.04		
SUBTOTAL O						\$ 2.47
SUBTOTAL (M+N+O)						\$ 3.43
INDIRECTOS						\$ 0.58
COSTO RUBRO						\$ 4.02

INSTALACIONES ELECTRICAS			
CÓDIGO	024		UNIDAD
RUBRO	D1		U

DESCRIPCIÓN	LUMINARIAS LED HIGH BAY 110/240V 200W					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)	G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09
SUBTOTAL M						\$ 0.09
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	HH	0.2	\$ 4.05	\$ 0.81	0.8	\$ 0.65
ELECTRICISTA	HH	0.2	\$ 4.33	\$ 0.87	0.8	\$ 0.69
SUBTOTAL N						\$ 1.34
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
LUMINARIAS LED HIGH BAY 110/240V 200W	U	1	\$ 93.00	\$ 93.00		
SUBTOTAL O						\$ 93.00
					SUBTOTAL (M+N+O)	\$ 94.44
					INDIRECTOS	\$ 16.05
					COSTO RUBRO	\$ 110.49

RESTAURACIÓN INTEGRAL Y PINTADO DE PAREDES				
CÓDIGO	025		UNIDAD	m2
RUBRO	E1			

DESCRIPCIÓN		RESANE DE PAREDES				
EQUIPOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)	G	1	\$ 3.16	\$ 3.16	0.01	\$ 0.03
ANDAMIO	HH	0.44	\$ 0.06	\$ 0.03	1	\$ 0.03
SUBTOTAL M						\$ 0.03
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	HH	0.26	\$ 4.05	\$ 1.05	0.8	\$ 0.84
ALBAÑIL	HH	0.26	\$ 4.10	\$ 1.07	0.8	\$ 0.85
SUBTOTAL N						\$ 1.70
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
RESINA RESINTEX 50		GAL	0.03	\$ 14.07	\$ 0.42	
LIJA DE AGUA N80		U	0.1	\$ 0.39	\$ 0.04	
LIJA DE AGUA N100		U	0.1	\$ 0.34	\$ 0.03	
CARBONATO TIPO A		qq	0.02	\$ 9.90	\$ 0.20	
ESPESANTE		lb	0.01	\$ 6.72	\$ 0.07	
REVESTIN		GAL	0.03	\$ 6.72	\$ 0.20	
SUBTOTAL O						\$ 0.96
					SUBTOTAL (M+N+O)	\$ 2.68
					INDIRECTOS	\$ 0.46
					COSTO RUBRO	\$ 3.14

RESTAURACIÓN INTEGRAL Y PINTADO DE PAREDES				
CÓDIGO	026		UNIDAD	m2
RUBRO	E2			

DESCRIPCIÓN		REPARACIONES PARA HUMEDAD				
EQUIPOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta manual (5% MO)	G	3	\$ 3.16	\$ 9.48	0.01	\$ 0.09
ANDAMIO	HH	2	\$ 1.00	\$ 2.00	0.021	\$ 0.04
SUBTOTAL M						\$ 0.04
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
ALBAÑIL	HH	0.25	\$ 4.10	\$ 1.03	0.8	\$ 0.82
AYUDANTE ALBAÑIL	HH	0.25	\$ 4.05	\$ 1.01	0.8	\$ 0.81
SUBTOTAL N						\$ 1.63
MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
SELLADOR IMPERMEABILIZANTE			L	0.15	\$ 12.00	\$ 1.80
MORTERO IMPERMEABLE			KG	3	\$ 1.50	\$ 4.50
IMPRIMANTE SELLADO			L	0.1	\$ 15.00	\$ 1.50
LIJA PARA PARED			U	0.1	\$ 1.00	\$ 0.10
SUBTOTAL O						\$ 7.90
					SUBTOTAL (M+N+O)	\$ 9.57
					INDIRECTOS	\$ 1.63
					COSTO RUBRO	\$ 11.20

RESTAURACIÓN INTEGRAL Y PINTADO DE PAREDES			
CÓDIGO	027		UNIDAD
RUBRO	E3		m2

DESCRIPCIÓN	ENLUCIDO Y PINTADO						
EQUIPOS							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta manual (5% MO)	G	1	\$ 3.16	\$ 3.16	0.01	\$ 0.03	
ANDAMIO	G	1	\$ 0.06	\$ 0.06	0.8	\$ 0.05	
SUBTOTAL M						\$ 0.05	
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
PEÓN	HH	0.13	\$ 4.05	\$ 0.53	0.07	\$ 0.04	
ALBAÑIL	HH	0.25	\$ 4.10	\$ 1.03	0.07	\$ 0.07	
PINTOR	HH	0.25	\$ 4.10	\$ 1.03	0.32	\$ 0.33	
MAESTRO DE OBRA	HH	0.25	\$ 4.33	\$ 1.08	0.07	\$ 0.08	
SUBTOTAL N						\$ 0.51	
MATERIALES							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO			
RESINA Y EMPASTE PARA INTERIOR 20KG	SACO	0.07	\$ 19.27	\$ 1.35			
LATEZ SUPERMO INT/EXT	4000 cc	0.05	\$ 16.00	\$ 0.80			
ADITEC EMPASTE EXTERIOR	20 KG	0.08	\$ 23.93	\$ 1.91			
SUBTOTAL O						\$ 4.06	
					SUBTOTAL (M+N+O)		\$ 4.44
					INDIRECTOS		\$ 0.75
					COSTO RUBRO		\$ 5.19

