UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

"Diseño de un Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL), para el abastecimiento de equipos sanitarios en el edificio del laboratorio de la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi Chico"

Trabajo de titulación modalidad proyecto técnico presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil.

AUTOR: Irma Dayanne Saavedra Callata

TUTOR: Ing. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes, Mg.

Ambato – Ecuador

Junio 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del proyecto técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el tema: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA (SCALL), PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI CHICO"**, elaborado por la estudiante Irma Dayanne Saavedra Callata, portador de la cédula de ciudadanía número 1751045178, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, julio 2025



.....

Ing. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes, Mg.

C.C. 1803324894

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Irma Dayanne Saavedra Callata**, con C.C. 1751045178 declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente proyecto técnico con el tema: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÒN DE AGUA DE LLUVIA (SCALL), PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI CHICO"**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto técnico, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Julio 2025



.....

Irma Dayanne Saavedra Callata

C.C. 1751045178

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi proyecto técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Julio 2025



.....

Saavedra Callata Irma Dayanne

C.C. 1751045178

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del proyecto técnico, realizado por la estudiante **Irma Dayanne Saavedra Callata**, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÒN DE AGUA DE LLUVIA (SCALL), PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI CHICO".**

Ambato, Julio 2025

Para constancia firma:

.....	.....
Ing. Jorge Javier Guevara Robalino, PhD.	Ing. Galo Wilfrido Núñez Aldas, Mg.
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO	**MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO**
C.C. 1803250503	**C.C. 1802229227**

DEDICATORIA

Inicialmente, dedico este proyecto a Dios por darme la fortaleza de avanzar día a día con buena salud, sabiduría y paciencia, esfuerzo y perseverancia y por iluminar mi camino todos los días para seguir adelante sin importar las dificultades que se me presente.

Dedico este proyecto a mis padres, quiénes me han apoyado bastante en mi camino, lleno de consejos y apoyo incondicional durante todo mi recorrido de formación de vida.

Dedico este proyecto a mis hermanos, quienes me han acompañado en mis días difíciles aconsejándome emocionalmente y siendo un apoyo importante en mi formación académica y personal.

Finalmente, quiero dedicar este proyecto a todos mis amigos que he conocido en el ámbito académico y fuera de él, porque me han acompañado en mi formación como estudiante, en mis días llenos de alegría y tristeza y por estar siempre conmigo en todo momento.

Irma Saavedra

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por iluminar mi camino y permitirme fortalecer día a día mis habilidades, conocimientos y emociones para lograr mis objetivos y propósitos, por siempre brindarme el mejor regalo del día cuando despierto y puedo ver a mis seres queridos al lado mío y poder ayudarlos en todo lo que necesiten.

Agradezco a mis padres por enseñarme que, con esfuerzo y perseverancia se puede alcanzar nuestros sueños y metas y por educarme siempre con buenos valores para ser una persona de bien y contribuir con la sociedad.

Agradezco a mi hermana por todos los consejos que me da cuando necesito ayuda, a quien me ha cuidado bastante y me corrige si en algo estoy fallando y por ser uno de mis mayores ejemplares para formarme académica y personalmente en mi recorrido hacia el triunfo y éxito como persona y profesional.

Agradezco a los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil quiénes mediante su conocimiento y cátedra me han preparado en mi formación académica y profesional, al ingeniero Jorge Guevara quien mediante sus conocimientos y experiencia me impartió buenas instrucciones para llevar a cabo este proyecto.

Agradezco a mis amigos y seres queridos por estar siempre en las buenas y malas, por darme siempre el empujón hacia el camino de la sabiduría y excelencia, gracias a ustedes por ser quiénes están ahí para mí con sus consejos, los aprecio bastante y me alegro de tenerlos a mi lado todavía.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

Portada I
Aprobación del tutor II
Autoría del trabajo de titulación III
Derechos de autor IV
Aprobación del tribunal de grado V
Dedicatoria VI
Agradecimiento VII
Índice general de contenido VIII
Índice de figuras IX
Índice de tablas X
Índice de anexos XI
Siglas, acrónimos y abreviaturas XII
Resumen ejecutivo XIII
Abstract XIV
Capítulo i.- marco teórico 1
i. Justificación 1
ii. Antecedentes investigativos 2
iii. Objetivos 6
a. Objetivo general 6
Capítulo ii.- Metodología 7
i. Equipos y materiales 7
ii. Métodos 7
a. Fase 1. recolección de datos informativos 7
b. Fase 2. diseño del sistema de captación de agua de lluvia 8
c. Fase 3. planos y análisis de precios unitarios 13
Capítulo iii.- resultados y discusión 14
i. Análisis y discusión de los resultados 14
Capitulo iv.- Conclusiones y Recomendaciones 37
i. Conclusiones 37
ii. Recomendaciones 38
Referencias bibliográficas 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Elementos de un sistema de captación de agua de lluvia..... 9
Fig. 2. Superficie o área de captación 10
Fig. 3. Ubicación del proyecto edificio del laboratorio de la Facultad de Contabilidad y Auditoría..... 15
Fig. 4. Precipitaciones promedio mensuales 2014-2024..... 18
Fig. 5. Tanque cilíndrico vertical tipo botella de 250 litros 22
Fig. 6. Tanque rotoplas de 5000 litros 27
Fig. 7. Bomba centrífuga..... 30
Fig. 8. Tanque hidroneumático de membrana intercambiable 60 litros pearl 32
Fig.9. Potencial de electricidad fotovoltaica en Ecuador.. 33
Fig.10. Panel FV YINGLI SOLAR YLM-J 3.0 PRO 580WP.. 35

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA POR TIPO DE MATERIAL 10
TABLA II. DATOS PARA EL CÁLCULO DE VOLUMEN DE CAPTACIÓN 16
TABLA III. PRECIPITACIÓN PLUVIAL MENSUAL EN AMBATO 17
TABLA IV. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO PARA EL SCALL..... 20
TABLA V. INTENSIDAD MÁXIMA (MM/H)..... 21
TABLA VI. CÁLCULO DEL FUNCIONAMIENTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO..... 24
TABLA VII . ALMACENAMIENTO DEL SCALL ANUAL..... 25
TABLA VIII. CÁLCULO DE DIÁMETRO DE Y VELOCIDAD EN TUBERÍA 28
TABLA IX. PRESIONES EN TUBERÍAS..... 29
TABLA X. CARACTERISTICAS DE LA BOMBA..... 30
TABLA XI. POTENCIA DE LA BOMBA DE CICLOS POR HORA..... 31
TABLA XII. CARACTERÍSTICAS DEL TANQUE HIDRONEUMÁTICO..... 32

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. PLANOS ARQUITECTÓNICOS 43
ANEXO 2. PLANOS HIDROSANITARIOS 46
ANEXO 3. DISEÑO DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA 49
ANEXO 4 PRESUPUESTO REFERENCIAL 51
ANEXO 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 68

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
SCALL	Sistema de Captación de Agua de lluvia
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura
SCALL	Sistema de Captación de Agua de Lluvia
ONU	Organización de las Naciones Unidas
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
PROCAPTAR	Programa de Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnias en Zonas Rurales
SAAP	Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios
ANQIP	Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad, los cambios y fenómenos climáticos producidos en Ecuador produjeron crisis hídricas dejando a varios sectores alrededor del país sin recursos de agua potable, una de las soluciones frente a este problema hidrológico fue la implementación del diseño del sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) como recurso sostenible, ahorrativo y amigable con el medio ambiente siendo una excelente alternativa para obtener este recurso hídrico y utilizarlo para fines de uso no potable como en la descarga de aparatos sanitarios, limpieza de vehículos, veredas, maquinaria, riego de jardines entre otros. El funcionamiento del sistema consiste en recolectar, conducir y almacenar el agua de lluvia en un tanque de almacenamiento y posteriormente distribuirlo hacia la descarga de los sanitarios.

Para la primera fase se realizó una investigación bibliográfica, sobre los sistemas de captación de agua de lluvia donde se utilizó normas, reglamentos y lineamientos internacionales para el SCALL y normativas nacionales como la NEC Capítulo 16 Norma Hidrosanitaria NHE para el diseño hidrosanitario del sistema. En la segunda fase se analizó las precipitaciones históricas de los últimos 10 años de la estación Meteorológica del Aeropuerto de Ambato, posteriormente con los datos recopilados de manera cuantitativa se procedió a calcular la demanda y volumen de captación del sistema donde se determinó que el volumen captado anual es mayor que el volumen requerido y se concluyó que uso del agua pluvial es factible para el diseño.

En la tercera fase se realizó el diseño hidrosanitario para el edificio donde se determinó que el diseño se abastecerá mediante un equipo de bombeo y su consumo energético será respaldado por paneles solares convirtiéndose en un proyecto sostenible que cumplió cuatro objetivos de desarrollo sostenible en el ámbito hídrico, energético, social y ambiental y en síntesis la elaboración del presupuesto del sistema y especificaciones técnicas sobre su implantación, materiales y recursos necesarios disponibles.

Los resultados obtenidos demostraron que el proyecto es sostenible y viable pues el ahorro de agua pluvial utilizado para fines no potable es un aporte al medio ambiente y mantiene los principios que realizan una acción por el clima y medio ambiente.

Palabras clave: AGUA DE LLUVIA, SOSTENIBILIDAD, EFICIENCIA ENERGÉTICA, AHORRO HÍDRICO.

ABSTRACT

Currently, climate change and phenomena in Ecuador have caused water crises, leaving several sectors around the country without drinking water resources. One of the solutions to this hydrological problem was the implementation of the rainwater harvesting system (SCALL) as a sustainable, economical, and environmentally friendly, making it an excellent alternative for obtaining this water resource and using it for non-potable purposes such as flushing toilets, cleaning vehicles, sidewalks, machinery, and watering gardens, among others. The system works by collecting, conveying, and storing rainwater in a storage tank and then distributing it to flush toilets.

For the first phase, bibliographic research was carried out on rainwater harvesting systems, using international standards, regulations, and guidelines for SCALL and national regulations such as NEC Chapter 11 NHE Water and Wastewater Standard for the water and wastewater design of the system. In the second phase, historical rainfall data from the last 10 years from the Ambato Airport Meteorological Station was analyzed. Subsequently, using the quantitatively collected data, the demand and collection volume of the system was calculated, where it was determined that the annual collection volume is greater than the required volume, and it was concluded that the use of rainwater is feasible for the design.

In the third phase, the water and sanitation design for the building was carried out, where it was determined that the design will be supplied by pumping equipment and its energy consumption will be supported by solar panels, making it a sustainable project that met four sustainable development goals in the areas of water, energy, social, and environmental. In summary, the system budget and technical specifications for its implementation, materials, and necessary available resources were prepared.

The results obtained demonstrated that the project is sustainable and viable, as the savings in rainwater used for non-potable purposes contribute to the environment and uphold the principles that promote action for the climate and the environment.

Keywords: RAINWATER, SUSTAINNABILITY, ENERGY EFFICIENCY, WATER SAVING.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

I. JUSTIFICACIÓN

Generalmente las fuentes de abastecimiento de agua provienen de ecosistemas circundantes como las subterráneas y superficiales como valles, ríos, manantiales, etc., siendo estos recursos naturales y fuentes de agua esenciales para el ser humano el cual debido al aumento urbanístico e impacto ambiental que ha tenido, afectó las condiciones climáticas del ecosistema, provocando la disminución de recursos hídricos y siendo un metabolismo social sostenible ocupando fuentes naturales de agua para la sociedad y naturaleza, consumiendo significativamente el consumo de recursos y transformación de energía para su autogestión provenientes de estas mismas fuentes a causa de la implantación y construcción de infraestructuras que deterioran terrenos y contaminan [1].

A raíz de esta situación, como alternativa para aprovechar los recursos naturales como el agua que es fuente principal de vida en los seres vivos, se optó por implementar los sistemas de captación de agua de lluvia siendo un medio viable que reduce la presión sobre recursos hídricos superficiales y subterráneos como solución a la escasez de agua en sectores rurales siendo fuente principal de abastecimiento de agua y recursos confiables, amigables y económicos para proteger al medio ambiente debido a que el mayor consumo doméstico reduce el ahorro de agua y su eficiencia hídrica, sin embargo, al ser superior para los sistemas de abastecimiento y almacenamientos pequeños su consumo doméstico no impacta negativamente al ahorro de esta fuente natural para el ahorro diario de agua debido a las precipitaciones de la zona [2], [3].

Ecuador posee una de las mayores fuentes de recursos hídricos con abastecimiento de agua dulce que por medio de un tratamiento es potabilizada y dirigida mediante colectores y redes de distribución hacia las viviendas, instituciones, edificaciones e industrias, el agua se dirige en buenas condiciones independientemente del uso para el cual las personas lo destinen, sin embargo, la presión demográfica sobre sus recursos hídricos en función de la demanda de consumo de agua doméstico y el abastecimiento son escasos para la región Costa en las ciudades de Machala, Portoviejo, Esmeraldas y Guayaquil donde existen conflictos por falta de abastecimiento de agua y donde se presentó mayor éxodo rural a falta de recursos hídricos [4].

II. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En épocas remotas, diferentes civilizaciones desarrollaron métodos para recolectar el agua de lluvia y almacenarla frente a la escasez de esta fuente natural hídrica. En el año 3000 a.C. en Pakistán, se construyeron sistemas de drenaje y almacenamiento pluvial en Mohenjo Daro abasteciendo a la población con la captación de agua de lluvia y usándola de acuerdo con sus necesidades como en los sistemas de riego y ganadería [5].

En el siglo I a.C. el Imperio Romano empezó a construir estanques rectangulares para recolectar agua de lluvia en sus residencias y también construyeron cisternas subterráneas que recogían el agua pluvial de los techos en viviendas urbanas y destinaron el uso del agua en el ámbito doméstico y sanitario. A principios del siglo XV, las ciudades ya contaban con suministros de agua potable, por lo que con el paso de los años se construyeron acueductos y se inició la construcción de pozos y más fuentes de abastecimiento de agua [6].

Con el paso del tiempo estos sistemas fueron evolucionando y la demanda de agua de igual forma empezó a incrementar como en el caso de México el cual tuvo un crecimiento demográfico y tuvo que buscar más fuentes de recursos hídricos y ya para el año 1940 iniciaron obras que condujeran el agua mediante un acueducto de 15 kilómetros sobre la sierra de los cruces y para 1951 las aguas del sistema Lerma que son fuentes hidrológicas que incluyen red de ríos, lagos, presas y acuíferos que atraviesan varios estados y se utilizan para el suministro humano, agrícola, industrial y generación de energía, abastecieron en cada ciudad la demanda de agua al territorio y beneficiando por un tiempo a la población en sus actividades agrícolas y domésticas [6].

En 1990, en Brasil se implementaron los sistemas de captación de agua bajo el suministro de “Um Milhao de Cisternas” en las regiones semiáridas del país para combatir la sequía. Dichas iniciativas promovieron cisternas de placas de cemento, permitiendo almacenar agua para consumo humano y agrícola. Por consecuente, para el 2010 las políticas públicas como el Programa Água Doce del 2015 integraron tecnologías de desalinización y SCALL en comunidades rurales [7].

En 2001, en India, debido a las altas demandas de precipitaciones en el país, el gobierno decidió lanzar el programa “Misión Water Conservation” para promover los sistemas de abastecimiento de aguas pluviales en las viviendas con la finalidad de combatir a futuro una crisis hídrica mediante la implementación de embalses tradicionales y cisternas para

almacenar el agua pluvial. A raíz de esta implementación las zonas rurales fueron las mejores beneficiarias, empleando el uso de agua en sus actividades agrícolas y sistemas de riego [8].

En México, la problemática hídrica es una de las principales preocupaciones ambientales y sociales del país, ya que afecta tanto al desarrollo económico como a la calidad de vida de millones de personas. Esta crisis se debe a una combinación de factores, donde destacan la falta de políticas públicas sostenibles, el crecimiento demográfico descontrolado, y el manejo inadecuado de los recursos hídricos. Además, la sequía prolongada, producto del cambio climático, ha exacerbado la escasez de agua en muchas regiones. Esto se suma a la sobreexplotación de los acuíferos, el incremento en la contaminación de fuentes de agua y la inequidad en su distribución, lo que genera una profunda brecha entre las zonas urbanas y rurales. En estas condiciones, el acceso al agua potable se convirtió en un desafío crítico que requiere soluciones inmediatas y de largo plazo y por tales motivos, se convirtió en un recurso fundamental para abastecer agua a regiones que presentan estrés hídrico y carencia de este contenido, no obstante, la influencia de agua tiene que ver con la precipitación de la zona, sus factores climáticos y su localización en cuanto a la altitud, orografía y variación de temperatura [9], [10].

En 2016, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para enfrentar esta crisis puso en marcha el Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnias en Zonas Rurales (PROCAPTAR), la implementación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia los cuales tienen como principal objetivo atender a las comunidades rurales más marginadas, que enfrentan serias dificultades tanto técnicas como económicas para acceder al agua a través de los sistemas convencionales. Estas comunidades, al estar alejadas de los centros urbanos, suelen depender de fuentes de agua poco confiables, lo que las hace particularmente vulnerables a las variaciones climáticas y a la escasez [9].

Es importante resaltar que el PROCAPTAR no solo busca proporcionar la infraestructura para la captación de agua, sino también fomentar el uso de tecnologías sustentables y crear conciencia sobre la conservación de los recursos hídricos. Sin embargo, la efectividad de este tipo de programas depende de un esfuerzo conjunto entre las autoridades, comunidades beneficiarias y la sociedad en general. Por otro lado, en países bajos, se implementó el diseño de estos sistemas de captación y aprovechamiento de agua como opción real de suministrar agua como recurso económico bajo compensando por cierto lado los recursos críticos de cultivo con riego complementarios para el consumo humano y animal [9], [11].

En 2016, El Instituto Mexicano Tecnológico del Agua construyó una residencia del tipo ecológica autosuficiente usando el agua captada de lluvia para la descarga de equipos sanitarios y el agua como fuente de energía eléctrica para la energía de sistemas fotovoltaicos como lo son los paneles solares. Del mismo modo, para el año 2021 se actualizó implementando el sistema de captación de agua de lluvia mediante un manual, en el cual se especifica paso a paso la implementación e importancia del montaje del SCALL y a su vez los beneficios obtenidos como en el caso del Diseño de sistemas de captación de agua de lluvia en una escuela, la cual al tener las precipitaciones altas de acuerdo a su zona, benefició a estudiantes y docentes del agua de lluvia utilizando su captación para la descarga de los sanitarios, riego de áreas verdes y limpieza de algunas zonas de la escuela, adicionalmente, para otros proyectos sostenibles instalaron paneles solares para complementar estos recursos hídricos que día a día no son aprovechadas correctamente [12], [13].

En 2017, en Ecuador se realizó un análisis sobre las presiones demográficas en las regiones del país con la finalidad de determinar el índice de presión sobre el agua en los 55 cantones más poblados de acuerdo a su distribución de población en zonas áridas, consumo doméstico, crecimiento poblacional y estrés hídrico. Determinándose que la mayor presión demográfica se concentra en la Región Costa y la menor en la Amazonía. Con estos datos obtenidos las Unidades Territoriales de Análisis (UTA's) más vulnerables se encuentran en Machala, Portoviejo y Guayaquil donde el abastecimiento del SCALL tiene mayor prioridad en cuanto a su implementación para captar el agua de lluvia y abastecer a las viviendas de fuentes hídricas naturales, de manera económica, sustentable y sostenible para el ser humano y medio ambiente libre de contaminación [4].

En Ecuador, La Isla Jambelí ubicada en el cantón Santa Elena, enfrentó crisis de escasez de agua potable y debido a la falta de fuentes naturales de agua dulce, los pobladores dependían del suministro continental, que es costoso y de mala calidad. Ante dicha problemática, el estudio realizado para dar solución al problema fue la implementación del SCALL como recurso sostenible, el cual se basó en experiencias internacionales y se adaptó a las condiciones locales del sector. Con los estudios realizados lograron disminuir hasta un 92% el consumo de agua potable a las regiones con características climáticas vulnerables demostrando su viabilidad técnica y económica. Para el 2022, se realizó un análisis sobre la viabilidad del sistema de captación para la ciudad de Quito parroquia Guamaní, donde se determinó el consumo de agua proveniente de la recolección del sistema que ahorró hasta el 66% de agua en los meses que

tiene mayor volumen de captación y en cuanto al análisis económico, el ahorro económico anual fue de 41.36% lo que tuvo un impacto positivo en su inversión [14], [15].

En 2023, Colombia inauguró el sistema de captación de agua de lluvia en el Departamento de Guainía en San Felipe, este sistema incluye paneles solares y su proyecto fue financiado por México, mediante el programa Mesoamérica sin hambre y validado por la Agencia de la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación. Este sistema logró abastecer de agua a todas las comunidades rurales del sector beneficiando su producción y uso sostenible [16].

Por consiguiente, con el diseño implantado para las superficies de captación y la implementación de un tanque de almacenamiento de polietileno de 5 metros cúbicos. Se calculó que, con una precipitación anual promedio de 689 mm, el sistema abasteció 28 litros/habitante/día, cubriendo en su totalidad las necesidades básicas como la cocina y lavado. No obstante, es necesario analizar siempre las características de los sectores en donde se va a implementar el sistema, debido a que, en el caso de viviendas el área de captación influye bastante en cuanto a la captura de agua, su eficiencia, actividades y la demanda según el caso y su recolección es para azoteas [14], [17].

Actualmente, las fuentes de agua son muy importantes y se han convertido en temas de interés central para que la población pueda desarrollarse. La importancia del agua y su disponibilidad global está peligrando, es por ello que el consumo de agua se ha duplicado de forma exponencial produciendo que la demanda incremente a un 30% siendo beneficioso para el ahorro de agua. Además, mediante estudios para estimar el volumen de agua de lluvia en predios urbanos destinados a la agricultura utilizando un procesamiento fotogramétrico se obtuvieron datos más precisos para la estimación del área de captación y coeficiente de escurrimiento en cada área logrando así precisión en cuanto a sus datos de los cuales por medio de las precipitaciones y la identificación de épocas de lluvia se planteó el sistema agronómico de acuerdo al volumen de captación de agua de lluvia del lugar [18], [19].

Por último, se presenta una perspectiva integral sobre la evolución y aplicación de estos sistemas como la implementación de sistemas de captación de agua de lluvia para jardines botánicos que consumen mayormente los recursos hídricos y como resultado se obtuvo un aumento de eficiencia de ahorro de agua entre el 15.5% y 28.9% del escenario realizando todo tipo de simulaciones con los datos de precipitación del sector a pesar de encontrarse en zonas con baja probabilidad de lluvia [20].

III. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un Sistema de Captación de Agua de lluvia (SCALL), para el abastecimiento de equipos sanitarios en el edificio del laboratorio de la Facultad de Contabilidad y Auditoría en la Universidad Técnica de Ambato mediante un estudio de viabilidad técnica que permita el aprovechamiento de aguas pluviales

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1) Evaluar la viabilidad del SCALL para la recolección de aguas pluviales para el edificio del laboratorio de la Facultad de Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad técnica de Ambato basado en recopilación de información de otros países.
2) Calcular el consumo requerido en los equipos sanitarios, volumen de almacenamiento y el diseño de los componentes necesario para el montaje del SCALL.
3) Elaborar planos y análisis de precios unitarios del SCALL.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.

I. EQUIPOS Y MATERIALES

Para la primera fase con los datos recolectados sobre las precipitaciones de lluvias del sector se utilizó un software computacional en el que se determinó el cálculo de las precipitaciones mensuales y anuales del sector. Por otro lado, se identificó la zona en donde se encuentra el edificio y sus características utilizando una cámara fotográfica y un GPS (Garmin Etrex 30) el cual se empleó para obtener las coordenadas de la ubicación de los laboratorios de la Facultad de Contabilidad y Auditoría que sirvieron para la georeferenciación del sector. Por consiguiente, se realizó el levantamiento arquitectónico del edificio utilizando una cinta métrica y un medidor de distancia láser (Bosch Blaze Pro GLM165-40) para determinar el perímetro y área de captación del agua de lluvia y medir la distancia a la que se encuentran los equipos sanitarios en los servicios higiénicos del edificio, por lo que se anotaron los datos obtenidos empleando materiales de papelería y escritura.

En la segunda fase de los datos obtenidos e identificados, se procedió a investigar sobre las características de los equipos sanitarios para conseguir los datos de las descargas en litros de agua que se consumen por uso de acuerdo al tipo de sanitario en el que se empleó el uso de catálogos comerciales disponibles actualmente y por consiguiente, con ayuda del software computacional se calculó los volúmenes de captación, demanda de agua y dimensionamiento de las redes de distribución de agua.

Finalmente, en la tercera fase se empleó el sorfware Revit 2025, suministrado por la empresa Autodesk bajo una licencia personal, el desarrollo de la elaboración de planos hidrosanitarios e isométricos y la implementación del sistema de captación de agua de lluvia y para concluir, se realizó la elaboración del análisis de precios unitarios.

II. MÉTODOS

A. FASE 1. RECOLECCIÓN DE DATOS INFORMATIVOS

El desarrollo de la primera fase consistió en una búsqueda de información cualitativa y cuantitativa sobre la recopilación de datos del proyecto y ubicación del sector.

1) Recolección y revisión de investigación bibliográfica

Inicialmente, se realizó la búsqueda de información sobre la implementación de un sistema

de captación de agua de lluvia por medio de artículos científicos, tesis, documentos de sitio web, libros, manuales y normas nacionales e internacionales que sustenten la finalidad del proyecto y que garantice el desarrollo y principio de sostenibilidad a nivel ambiental, ecológico y factible en el país.

2) Recolección de datos de proyecto

Se identificó la ubicación del edificio y las precipitaciones de la ciudad en la que se registran las lluvias del sector debido a que dependiendo de la frecuencia de lluvias y la capacidad de captar el agua del edificio se inició el desarrollo de la implementación del sistema de captación de agua de lluvia en el que se determinó el área de captación y se identificó el personal residente en la edificación, estudiantes, personal de limpieza y la frecuencia en la que utilizan los aparatos sanitarios, así como la cantidad de agua de descarga de los sanitarios. Por otro lado, para el levantamiento arquitectónico del edificio se realizó una inspección de las condiciones de la infraestructura, la forma del techo, identificación de tuberías de conducción y recolección de agua de lluvia en caso de existir, espacio físico para la implementación del tanque y la ubicación de las cajas de revisión.

3) Datos meteorológicos sobre precipitaciones en la ciudad de Ambato

Se investigó en documentos, información acerca de cómo se producen las precipitaciones anuales y mensuales en Ecuador y en Ambato de acuerdo a las estaciones meteorológicas de la región. Estos datos se miden en milímetros de lluvia y los registros obtenidos en los últimos 10 años se obtuvieron de la Red hidrometeorológica de Tungurahua por medio del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua que registró los datos de la estación meteorológica del Aeropuerto de Ambato parroquia Izamba. Las cifras obtenidas sirvieron para la obtención de los promedios de precipitaciones mensuales registrados en los últimos 10 años y el análisis de comportamientos de las mismas dependiendo los factores de ubicación geográfica, temporada de año y eventos hidrometeorológicos. Adicionalmente para obtener los datos más precisos se consultó el registro de las precipitaciones mensuales en el sitio web de la red hidrometeorológica de Tungurahua y anuarios publicados por el gobierno Provincial.

B. FASE 2. DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

Para la segunda fase se aplicó el método cuantitativo para los cálculos, de acuerdo a las precipitaciones mensuales y el área de captación del edificio en conjunto con la identificación

de los sistemas de conducción que tengan los componentes del sistema. El sistema de captación de agua de lluvia inicia su proceso en las techos o terrazas de los edificios y mediante canaletas o sistemas de conducción como sumideros de piso, llevan el agua hacia los sistemas de filtración y eliminación de primeras lluvias y posteriormente a su almacenamiento. Los elementos que lo conforman son los siguientes:



Fig. 1 Elementos de un sistema de captación de agua de lluvia [21]

1) CAPTACIÓN

a) Área de captación

Superficie diseñada para recolectar la precipitación pluvial que sirve para determinar el volumen de agua que se almacena en los techos u otras estructuras impermeables que faciliten la conducción del agua hacia sistemas de almacenamiento. El área captada fue en una terraza accesible de superficie plana sin sistemas de recolección y conducción en el exterior, pero con sistemas de desagüe con 7 sumideros colectores de agua formados por rejillas con pendientes de inclinación de 2% hacia cada sumidero. [22].

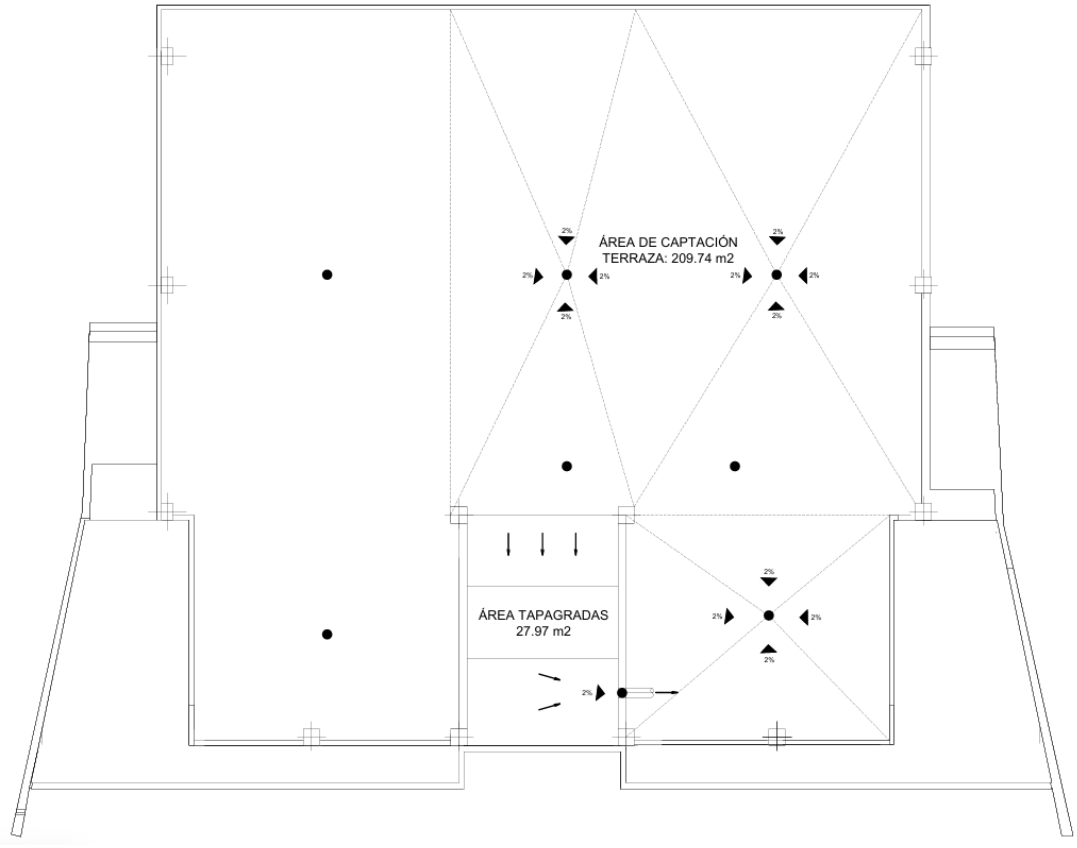


Fig. 2 Superficie o área de captación

b) Coeficiente de escorrentía (KC)

Se consideró un valor para el coeficiente de escurrimiento del material de la terraza que es de concreto y con dicho valor y en conjunto con el área de captación se pudo determinar el volumen total de lluvia acumulada [22].

TABLA I

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA POR TIPO DE MATERIAL

Material o tipo de construcción	**KC**
Cubiertas metálicas o plásticas	0.95
Techos impermeabilizados o cubiertos con materiales duros	0.9
Concreto hidráulico	0.9
Adoquinado o empedrado con cemento	0.75
Terrazas	0.6
Adoquín sin juntear	0.6
Terracerías	0.4

Nota: Guía Técnica para el Diseño: Sistema de captación de agua de lluvia a nivel vivienda - CONAGUA

c) Volumen de captación para el tanque de almacenamiento

Representa la cantidad estimada de agua de lluvia recolectada a lo largo de cada mes permitiendo la disponibilidad hídrica mensual en función de las condiciones climáticas del lugar mediante la precipitación pluvial, área de captación y coeficiente de escurrimiento. Este volumen fue fundamental para determinar la demanda mensual del lugar [22].

2) SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA DE LLUVIA

Conjunto de elementos diseñados para transportar y conducir el agua de lluvia mediante tuberías, canaletas o bajantes que dirigen el agua hacia los sistemas de eliminación de primeras lluvias al tanque de almacenamiento. Dentro del edificio existen tuberías de desagüe internas, sin embargo, la captación de agua de lluvia de las mismas lleva el agua directamente hacia el sistema de alcantarillado por ende se implementó un nuevo sistema de conducción bajantes que transporten el agua pluvial hacia el tanque de almacenamiento [22].

a) Dimensionamiento de bajantes

Las bajantes de agua se determinaron de acuerdo con los tramos longitudinales laterales del edificio, es decir los lados de escurrimiento del área de captación donde desagua las precipitaciones pluviales en conjunto. El diámetro de las bajantes se calculó de acuerdo al volumen y capacidad máxima de agua que se dirige hacia las canaletas. Las bajantes se ubicaron en la parte exterior de una de las paredes sin interceptar con ventanas y puertas del edificio en los otros extremos [21]

3) SISTEMAS DE FILTRACIÓN

Al conducir el agua de lluvia, es inevitable no encontrarse con hojas de ramas, basura, insectos, polvo, granizo entre otros componentes que contaminen la captación pluvial. Por tal razón existen sistemas filtrantes que impiden el paso de estos elementos. Hay de varios tipos, en este caso se optó por sumideros de piso que consisten en una rejilla o malla de retención de acero inoxidable que impide el paso de contaminantes que llevan consigo el agua [22].

a) Sumideros de piso

Dispositivos instalados en el suelo que retienen residuos y contaminantes que caen sobre las superficies de captación ubicados en los techos o terrazas y que se dirigen en conjunto con el agua hacia las tuberías de desagüe. Los sumideros o rejillas de piso se encuentran ubicados en desvíos en los extremos de las terrazas o en medio dependiendo el área, son fabricados de acero

inoxidable o plástico resistente impiden el taponamiento causado por elementos contaminantes [22].

b) Sistemas de eliminación de primeras lluvias

Estos sistemas se implementaron para eliminar los contaminantes que se quedaron en la superficie y retienen las primeras lluvias que transportan suciedad, por ende, las primeras partículas se dirigen hacia estos depósitos que son desechados una vez se llenen o se den mantenimiento. El volumen inicial de agua de las primeras precipitaciones se anexa de ser implementado directamente al volumen del tanque de almacenamiento debido a que debe ser eliminada por ende se determinó el desperdicio de volumen captado de primeras lluvias [22].

4) ALMACENAMIENTO

a) Demanda de agua

Representación de la cantidad de agua que satisface a una determinada población por un tiempo en específico. Para el cálculo de la demanda diaria y mensual, se consideró al personal que labora en el edificio, los estudiantes, la frecuencia en que utilizan los equipos sanitarios y el volumen que contiene el tanque del sanitario es decir la descarga por uso de cada usuario, por ende para la demanda de agua se consideró el volumen de descarga del equipo sanitario, frecuencia de uso, número de usuarios y el porcentaje de pérdida recomendado, mientras que para la mensual se multiplicó el resultado del mismo por el número de días laborables por mes [22].

b) Volumen de almacenamiento

Es la cantidad de agua calculada de acuerdo con la demanda mensual. El volumen de almacenamiento cubrió la capacidad del tanque de almacenamiento y para mantener su eficiencia no se debe sobrepasar la capacidad de demanda mensual. Por ende, el cálculo permitió abastecer la mayoría de meses durante un año logrando un sistema apto y adecuado [22].

5) DISTRIBUCIÓN

a) Bomba y tanque hidroneumático

La dirección de distribución de agua de lluvia estuvo destinado a las descargas de los aparatos sanitarios, sin embargo para que el agua de lluvia dirija el agua hacia los tanques de los aparatos sanitarios se usó un equipo de bombeo y se dirigió el sentido de la longitud de las tuberías, su velocidad, pérdida de carga y cálculo de presión en las tuberías mediante cálculos los cuales por

medio de los resultados obtenidos, permitió que se escogiera una bomba adecuada con presión necesaria y un tanque hidroneumático que dirigió el agua hacia los aparatos sanitarios por ende, se empleó las condiciones establecidas por la Norma Ecuatoria de la Construcción, Capítulo 16: Norma Hidrosanitaria NHE Agua.

b) Paneles solares

Se realizó una investigación sobre las proyecciones de mayor intensidad solar de la ubicación del proyecto que recibió el edificio a fin de estimar la energía solar necesaria. Para ello, se consideró horas sol pico del sector. Por consiguiente, se determinó potencia de los paneles solares en base a su energía y cantidad requerida que cubrió la producción diaria. Además, se consideró un regulador de carga que proteja el almacenamiento energético en las tuberías y cómo actuaba como inversor solar, con la capacidad de transformar la corriente generada en un sistema compatible de consumo.

C. FASE 3. PLANOS Y ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

1) Presentación de planos hidrosanitarios e isométricos

Para la presentación del proyecto hidrosanitario se utilizó un software de dibujo técnico para crear planos en el cual se realizó el montaje de la infraestructura arquitectónica del edificio con sus medidas tomadas de campo y así iniciar con el diseño del sistema de captación de agua de lluvia en planos, vistas y dimensiones del tanque de almacenamiento, componentes del sistema, evaluación de la capacidad del edificio para soportar el montaje del sistema y detalles sobre los equipos utilizados en cuanto a la selección de materiales para su ejecución. La creación de planos hidrosanitarios e isométricos es fundamental para mostrar el diseño del sistema de captación de agua de lluvia.

2) Elaboración de análisis de precios unitarios (APU's)

Finalmente, se realizó el análisis de precios unitarios, de acuerdo a los metrados, actividades y materiales del diseño del SCALL en donde se recolectó información en catálogos y revistas para la construcción del sistema y los valores económicos vigentes en el presente año y mercado en conjunto con el precio de cada material empleado y sus características, mano de obra, instalación y mantenimiento del sistema con el objetivo de que cumpla su vida útil y donde se concluyó el valor final de la implementación del SCALL en conjunto con su resumen de valor económico calculado.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Las fases de la ejecución del proyecto técnico se presentaron con un orden secuencial y el cumplimiento de cada objetivo planteado abasteciendo por completo la metodología explicada.

A. FASE I. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

1) Investigación bibliográfica

A lo largo del proyecto técnico se estableció un marco conceptual y normativo para el diseño del SCALL, se analizaron reglamentos nacionales e internacionales considerando su aplicabilidad en el contexto local. Como resultado del análisis, se seleccionó los lineamientos técnicos desarrollados por el Programa Nacional para Captación de agua de lluvia y ecotecnias en zonas rurales (PROCAPTAR), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), organismos reguladores de México, como base técnica para el diseño del sistema y las especificaciones técnicas ETA 0701 Sistemas de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios (SAAP) desarrollado por la Associação nacional para a qualidade nas instalações prediais (ANQIP). Estas referencias bibliográficas destacan por su metodología específica en la captación, almacenamiento, tratamiento y uso eficiente del agua de lluvia, además de proporcionar directrices claras y adaptables a su entorno como: diversas condiciones climáticas y geográficas. Los documentos, manuales y guías proporcionadas por estas instituciones son herramientas invaluables para garantizar la correcta implementación de estos sistemas.

Algunas ciudades entre México y Ecuador comparten ciertas características climáticas, como la presencia de lluvias estacionales en varias regiones, lo que facilita la transferencia y adaptación de los lineamientos establecidos en su norma, su contenido técnico puede integrarse con especificaciones y criterios locales ecuatorianos, relacionados con la sostenibilidad y el manejo del recurso hídrico. Por otro lado, la norma portuguesa mantiene valores muy cercanos a la realidad en cuanto al consumo unitario y anual por aparato o uso. Esto garantizó que el diseño tenga las fórmulas y datos más exactos posibles y también cumplen con las disposiciones ambientales y legales del país. Su implementación permitió desarrollar un sistema que maximice la captación de agua lluvia y optimice su uso en equipos sanitarios, contribuyendo al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Su enfoque integral no solo asegura que estos sistemas sean funcionales y eficientes, sino

también sostenibles, socialmente aceptables y alineados a un contexto social, logrando la reducción de la dependencia de fuentes de agua gracias al uso de métodos no convencionales.

2) Investigación bibliográfica

La edificación está ubicada en la provincia de Tungurahua, Cantón Ambato en el predio de la Universidad Técnica de Ambato, sector Huachi Chico, sus datos geográficos son los siguientes:

Coordenada Este: 764335.77 m E

Coordenada Norte: 9859598.06 m S

Elevación: 2728 m

La infraestructura del edificio consta de tres plantas, la primera tiene 3 oficinas, 1 aula de estudiantes, 1 cuarto sanitario de hombres, mujeres y personas con discapacidad y 2 bodegas dentro del edificio y una externa. El primer piso tiene 5 laboratorios de computación tres balcones y un aula. El segundo piso tiene 2 laboratorios de computación, dos aulas y una oficina.



Fig. 3 Ubicación del proyecto Edificio del Laboratorio de la Facultad de Contabilidad y Auditoría

TABLA II

DATOS PARA EL CÁLCULO DE VOLUMEN DE CAPTACIÓN

Información recopilada		
Área	237.71	m^2
Días laborables al mes	20	Días
Número de usuarios por día que ingresan a los servicios higiénicos	90	Personas
Frecuencia del uso del sanitario	1	Uso/persona
Volumen de descarga	6	Lts/descarga
Pérdidas de tuberías	5	%
Terraza con pendientes hacia los sumideros de piso	2	%
Espacio disponible para instalación	16	m^2

Para el valor de dotación producido por la descarga de un aparato sanitario según la ocupación del edificio, se optó también por considerar la siguiente tabla para el consumo unitario y anual por aparato o uso, el cual puede emplearse como una guía más exacta en el ámbito de consumo por persona al utilizar un aparato sanitario.

TABLA III

CONSUMO UNITARIO Y ANUAL POR APARATO O USO [23]

Dispositivo o uso			Consumo unitario	Consumo mensual o anual estimado
Cisternas (categoría “A”) en los hogares			24 l// (persona día)	720 l/(persona mes) 8800 l/(persona año)
Cisternas (categoría “A”) en edificios de servicios (oficinas, etc.)			12 l/ (persona día)	360 l/(persona. Mes) 4400 l/(persona año)
Cisternas (categoría “A”) en edificios escolares			6 l/(persona día)	180 l/(persona. Mes) 2200 l/(persona. Año)
Lavandería (lavadora) categoría “A”			10 l/(persona día)	300 l(persona.mes) 3600 l/(persona.año)
Limpieza general	Lavado de suelos		5 l/ m^2	100 l/(persona.mes) 1000l/(persona.año)
	Autoservicio de lavado		50 l/coche	
Riego de zonas	Valores totales (más de seis	Césped 5	-	450 a 800 l/ m^2
		Jardines 6	-	60 a 400 l/ m^2

verdes (valores para años medios)	meses)- De abril a septiembre			
	Valores máximos (por día) – en verano-	Césped 5	5 a 7 l/ m^2	-
		Jardines 6	1.5 a 5 l/ m^2	-

3) Datos pluviométricos

Se tomaron datos de precipitaciones anuales de los últimos 10 años, proporcionados por el Honorable Gobierno Provincial, los anuarios publicados y de la plataforma Red Hidrometeorológica de Tungurahua en donde se realizó el cálculo de los promedios mensuales de precipitaciones trabajando con la Estación más cercana que es del Aeropuerto de Ambato, parroquia Izamba. Con la información pluviométrica se determinó la precipitación promedio registrada [24].

$$P_m = \frac{(P_1 + P_2 + \cdots + P_n)}{n} = \frac{\Sigma P_i}{n} \quad (1)$$

Donde:

$\boldsymbol{P_i}$ = La precipitación registrada en el período i del registro disponible en mm

$\boldsymbol{n}$= El número total de registros

Se tomaron datos de precipitaciones anuales de los últimos 10 años, proporcionados por el Honorable Gobierno Provincial y en conjunto con los anuarios publicados y la plataforma con los datos históricos mencionados se calculó los promedios mensuales anuales desde el 2014 al 2024.

TABLA IV

PRECIPITACIÓN PLUVIAL MENSUAL EN AMBATO

Mes	**Promedio Mensual (mm)**
Enero	57.69 mm
Febrero	55.20 mm
Marzo	59.97 mm
Abril	81.11 mm
Mayo	76.25 mm
Junio	70.38 mm
Julio	60.10 mm
Agosto	59.27 mm

Septiembre	45.20 mm
Octubre	69.09 mm
Noviembre	69.19 mm
Diciembre	75.51 mm
Total	**778.97 mm**

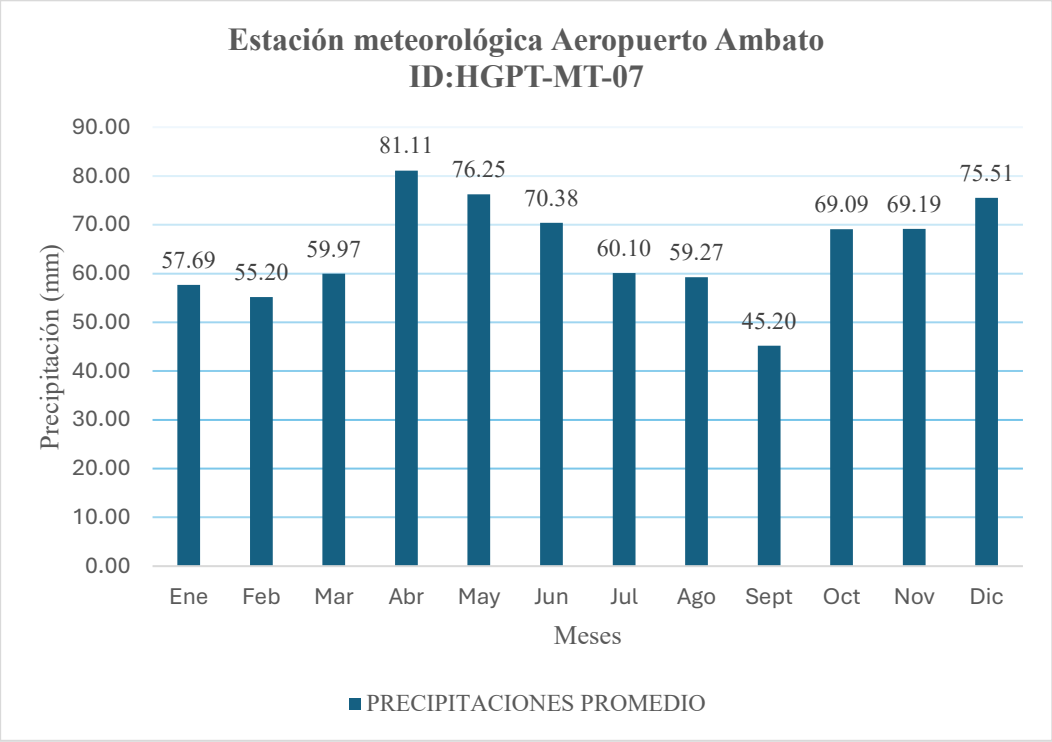


Fig. 4. Precipitaciones promedio mensuales 2014-2024

De los cálculos obtenidos frente a los registros de precipitaciones de los últimos 10 años entre 2014 hasta 2024 se determinó que el mes con mayor precipitación ocurrió en el mes de abril con 81.11 mm mientras que en septiembre se registró una precipitación menor de 45.20 mm. Los cálculos que se realizaron para la obtención de las precipitaciones fueron mediante la media aritmética y el total de 778.97 mm representa la suma de los promedios mensuales, reflejando el comportamiento medio anual a lo largo de 10 años.

B. FASE II. DISEÑO DE SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

Para el diseño se utilizó la guía técnica para el diseño: Sistema de captación de agua de lluvia a nivel vivienda de la Comisión nacional del Agua (CONAGUA), las especificaciones técnicas ETA 0701 Sistema de aproveitamento de águas pluviais em edificios (SAAP) de Portugal y la guía de Diseño para Captación de agua de lluvia de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) [23] [24] [25].

1) CAPTACIÓN

a) Área de Captación

El área de captación de la terraza del edificio es plana por lo tanto no se maneja el criterio de un agua o dos aguas cuando se tienen pendientes en los techos, la terraza tiene un área aproximada de 405.90 m^2 sin embargo debido a la conexión de los sumideros y su punto de descarga desde las bajantes pluviales a su caja de revisión se consideró solamente trabajar con 237.71 m^2 de los cuales 209,74 m^2 corresponden a la sección que se ocupó en la terraza y 27.97 m^2 que corresponde al área del tapagradas. El volumen de agua captado se mide en forma horizontal o plana.

b) Coeficiente de escorrentía

La terraza es de concreto por lo cual, el coeficiente de escorrentía que se tomó fue de 0.9 de acuerdo a la tabla I Coeficiente de escorrentía por el tipo de material [24].

$$Kc = 0.9$$

c) Volumen mensual promedio de captación

Para el diseño del funcionamiento del tanque de almacenamiento, el dimensionamiento del SCALL depende de los datos recolectados para lo cual se procedió a determinar el volumen inicial del tanque por medio de la siguiente expresión: [24].

$$V_t = \frac{C_e \overline{hp}_{anual} A}{1000} \quad (2)$$

Donde:

$\boldsymbol{V_t}$= Volumen inicial del tanque, en m^3

$\boldsymbol{C_e}$= Coeficiente de escurrimiento, adimensional

$\overline{\boldsymbol{hp}}_{\boldsymbol{anual}}$= Altura de precipitación anual, en mm

$\boldsymbol{A}$= Área de captación, en m^2

Por consiguiente, se obtuvo la demanda mensual

$$V_{Cn} = \frac{C_e \overline{hp}_n A}{1000} \quad (3)$$

Donde:

$\boldsymbol{V_c}$= Volumen de captación del mes n, en m^3

$\boldsymbol{C_e}$= Coeficiente de escurrimiento, adimensional

$\overline{\boldsymbol{hp}}$ =Altura de precipitación del mes n, en mm.

TABLA III

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO PARA EL SCALL

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
V_c (m^3)	12.34	11.81	12.83	17.35	16.31	15.06	12.86	12.68	9.67	14.78	14.80	16.15
$V_{ddiaria}$ (m^3)	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
V_{Dn} (m^3)	11.34	11.34	11.34	11.34	11.34	11.34	11.34	11.34	11.34	11.34	11.34	11.34
V_{Dn} (m^3)	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80

El volumen de captación obtenido mensual tiene un notable crecimiento para el mes de abril con un valor de 17.35 m^3, mientras que para el mes de septiembre la captación es de 9.67 m^3, el total del agua captada por año es de 166.65 m^3, por otro lado, se calculó la demanda mensual de la población flotante y permanente que labora en el edificio, siendo un número total de 90 personas aproximadamente que ingresan a las instalaciones y ocupan los aparatos sanitarios, este valor se obtuvo mediante registros semanales de cuantas personas ingresan a los servicios higiénicos. Con los datos obtenidos de la consideración estimada de litros de agua por descarga para cada aparato sanitario se determinó una demanda anual de 129.60 m^3.

2) RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN

a) Sumideros o rejillas de piso

Para la recolección de las aguas de lluvia en la terraza se ocupó los sumideros de piso de 75 mm que se encuentran distribuidos alrededor del área seleccionada de captación en donde se identificó 5 sumideros, los cuales tienen como funcionamiento recolectar el agua de lluvia y retener partículas gruesas provenientes del exterior que puedan obstruirse a las tuberías de recolección. En el proyecto se consideró a estos dispositivos como los recolectores de agua de lluvia y además se identificó que el agua de lluvia se dirige hacia ellos con 2% de pendiente.

b) Dimensionamiento de bajantes

Para las bajantes de agua de lluvia se consideró el cálculo de intensidades máximas de precipitación. La intensidad de pluvial es el volumen de lluvia que precipita en cualquier zona en un intervalo de tiempo, es decir. Son aquellas tasas temporales de precipitación instantáneas o promedio durante la duración pluvial en varios sectores con el tiempo en que dura la tormenta.

Su representación viene dada por: [26]

$$i = \frac{P}{t} \qquad (4)$$

Donde:

I= Intensidad (mm/h)

P= Precipitación (mm)

T= Duración (h)

Periodo de retorno (TR)

Es un parámetro que representa el intervalo de tiempo en años, es aquella representación de la ocurrencia de eventos hidrológicos de igual o mayor magnitud, como las precipitaciones intensas o los caudales máximos. Además, también se les conocen como intervalos de frecuencia de excedencia pues se obtienen en base a análisis de series históricas de datos hidrometeorológicos siendo fundamentales para el dimensionamiento de obras hidráulicas o drenajes pluviales, canales, etc. [26]

Para determinar las bajantes de agua de lluvia se definió primeramente la ubicación de la estación meteorológica más cercana del proyecto, en este caso la del Aeropuerto de Ambato y mediante el documento del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología se procedió a determinar la intensidad de lluvia por hora en base a los datos y tiempo estimado para el dimensionamiento de las bajantes pluviales. Para el cálculo se utilizó un tiempo de retorno de 5 años y un intervalo de tiempo de 5 minutos. En la tabla que se encuentra el documento se procede a identificar la intensidad en mm/hora y posteriormente el cálculo del caudal.

Intervalo de tiempo: 5 min

Tiempo de Retorno: 10 años

TABLA IVI

INTENSIDAD MÁXIMA (mm/h) [26]

Periodo de Retorno T (años)						
T (min)	**2**	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**
5	49.80	63.50	**76.30**	97.20	116.70	140.20
10	34.80	44.30	53.20	67.80	81.50	97.80
15	28.20	35.90	43.10	54.90	66.00	79.30
20	24.30	30.90	37.10	47.30	56.80	68.30
30	20.10	24.70	28.70	35.20	41.00	47.70
60	11.90	14.60	17.00	20.80	24.20	28.20
120	7.80	9.10	10.30	12.00	13.50	15.20
360	3.00	3.50	4.00	4.60	5.20	5.90
1440	0.90	1.10	1.20	1.40	1.60	1.80

La intensidad de lluvia es de 76.30 mm/hora

El cálculo del flujo del caudal viene representado por la siguiente expresión:

$$Q = C * I * A \quad (5)$$

Donde:

C= coeficiente de escorrentía

I= Intensidad

A= Área

Con los datos del caudal se procede a determinar el área y diámetro de tubería en el cual se determinó 2 bajantes de pvc de 50 mm.

3) FILTRACIÓN

a) Eliminación de primeras lluvias

El reservorio de eliminación de primeras lluvias consiste en desviar aquellas partículas que se mezclan con el polvo o desechos que vienen en conjunto con el agua de lluvia como ramas y especialmente las partículas que no se pueden desaparecer fácilmente debido a que se mezclan con agua. Por ende, se implementó un tanque cilíndrico vertical tipo botella de 250 litros de uso superficial con una base de 0.695 m de diámetro, una altura de 0.88 m y una tapa de traba de diámetro de 0.55 m [21]



Fig. 5. Tanque cilíndrico vertical tipo botella de 250 litros [27]

4) FILTRACIÓN

a) Almacenamiento

Se procedió a calcular si el sistema de almacenamiento presentó derrames, por ende, se suma el almacenamiento del mes pasado al volumen de captación obteniendo la siguiente ecuación: [24].

$$V_{Alm_{n-1}} + V_{C_n} - V_{D_n} \quad (6)$$

Y el resultado obtenido se debe comparar con el volumen inicial del tanque:

$$V_{Alm_{n-1}} + V_{C_n} - V_{D_n} ? V_t \quad (7)$$

Donde:

$V_{Alm_{n-1}}$=Volumen de almacenamiento en el tanque del mes anterior.

V_C= Volumen de captación mensual del mes n.

V_D= Volumen de demanda mensual del mes n.

V_t=Volumen inicial del tanque.

Al realizar las posibilidades surgen dos análisis dependiendo del volumen de captación en caso de ser menor o mayor, si esque presenta derrames o si esque se consumió todo.

De las variables analizadas se procedió a determinar la siguiente expresión para la determinación del volumen de almacenamiento: [24].

$$V_{Alm_n} = V_{C\,n} - V_{d_n} - V_{D_n} + V_{Alm_{n-1}} \quad (8)$$

Donde:

V_{Alm_n}= Volumen de almacenamiento del mes n, en m^3.

$V_{C\,n}$= Volumen de captación del mes n, en m^3.

V_{d_n}=Volumen de derrame del mes n, en m^3.

V_{D_n}= Volumen de derrame del mes n, en m^3.

$V_{Alm_{n-1}}$= Volumen de almacenamiento en el tanque del mes anterior, en m^3.

Finalmente, se analizó la siguiente tabla sobre el cálculo del funcionamiento del tanque de almacenamiento y posteriormente con los datos obtenidos sobre el volumen de captación y la demanda se procedió a determinar el funcionamiento que tuvo el Sistema de captación de agua de lluvia

TABLA VII

CÁLCULO DEL FUNCIONAMIENTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO [24]

Mes	**Volumen de captación V_{C_n}**	**Volumen de demanda V_{D_n}**	**Volumen de derrame V_{d_n}**	**Volumen de almacenamiento V_{Alm_n}**
1	$\frac{C_e\overline{hp_1}A}{1000}$	$\frac{C_a O_v D_{m_1}}{1000}$	Si: $V_{Alm1-1} + V_{c_1} - V_{D_1} > V_t$ Entonces: $V_{d_1} = (V_{alm_{1-1}} + V_{C_1} - V_{D_1}) - V_t$ Si: $V_{Alm_{1-1}} + V_{C_1} - V_{D_1} \leq V_t$ Entonces $V_{d_1} = 0$	$V_{Alm1} = V_{c_1} - V_{d_1} - V_{D_1} + V_{Alm_{1-1}}$ Se deberá tomar en cuenta que, para el mes inicial, es decir, para la fecha de inicio de operaciones $V_{Alm_{1-1}} = 0$
2	$\frac{C_e\overline{hp_2}A}{1000}$	$\frac{C_a O_v D_{m_2}}{1000}$	Si: $V_{Alm_1} + V_{C_2} - V_{D_2} \leq V_t$ Entonces: $V_{d_2=}(V_{alm_1} + V_{C_2} - V_{D_2}) - V_t$ Si: $V_{Alm_1} + V_{C_2} - V_{D_2} \leq V_t$ Entonces: $V_{d_2=}0$	$V_{Alm_2} = V_{c_2} - V_{d_2} - V_{D_2} + V_{Alm_{2-1}}$ En donde: $V_{Alm_{2-1}} = V_{Alm_1}$

Se continuó el proceso hasta finalizar con todos los meses y se determinó los siguientes parámetros en conjunto con todos los datos calculados:

TABLA VIIII

ALMACENAMIENTO DEL SCALL ANUAL

MES	Precipitación (mm)	Volumen de captación (m^3)	Eliminación de primeras lluvias (m^3)	Agua que sobró del tanque el mes anterior (m^3)	Demanda (m^3)	Agua excedente por mes (m^3)	Derrame de agua (m^3)	Almacenamiento de agua (m^3)
Enero	57.69	12.34	12.22	0	11.34	0.88	0	0.88
Febrero	55.20	11.81	11.81	0.88	11.34	1.35	0	1.35
Marzo	59.97	12.83	12.83	1.35	11.34	2.84	0	2.84
Abril	81.11	17.35	17.35	2.84	11.34	8.86	3.86	5.00
Mayo	76.25	16.31	16.31	5.00	11.34	9.97	4.97	5.00
Junio	70.38	15.06	15.06	5.00	11.34	8.72	3.72	5.00
Julio	60.10	12.86	12.86	5.00	11.34	6.52	1.52	5.00
Agosto	59.27	12.68	12.68	5.00	11.34	6.34	1.34	5.00
Septiembre	45.20	9.67	9.67	5.00	11.34	3.33	0	3.33
Octubre	69.09	14.78	14.78	3.33	11.34	6.77	1.77	5.00
Noviembre	69.19	14.80	14.80	5.00	11.34	8.46	3.46	5.00
Diciembre	75.51	16.15	16.15	5.00	11.34	9.81	4.81	5.00

De los resultados obtenidos se estimó un tanque de almacenamiento de 5 m^3 debido a que es suficiente para cumplir demanda calculada anteriormente con el registro de 20 días laborables, 90 personas promedio al día que utilizan los aparatos sanitarios, área de captación de 237.71 m^2, un registro de 6 litros por descarga por aparato sanitario, un coeficiente de escorrentía de 0.9. y las precipitaciones de la estación meteorológica del Aeropuerto ubicado en la ciudad de Ambato.

Los resultados indican que la demanda mensual es de 11.34 m^3 y anual tiene un valor de 135.54 m^3 mientras que el volumen de captación anual es de 166.65 m^3 reflejando que el volumen de captación de agua de lluvia es mayor que la demanda, por ende, el SCALL cumplió con suplir la demanda.

La eliminación de primeras lluvias para el mes de enero inicia en valor de cero debido a que como se explicó en la tabla, representa el inicio de las operaciones, y ya con los demás meses si se procede como se especificó en las fórmulas.

Respecto al agua que sobró del tanque de almacenamiento, esta se la puede utilizar para otras funciones como limpieza o riego de zonas verdes. Como se puede apreciar en la tabla existen meses donde el tanque abasteció sus funciones y aun así sobró, sin embargo, no se optó por aumentar el volumen del tanque de almacenamiento a 10 m^3 debido a que con el restante de agua existen otras funciones que se pueden realizar para la ocupación de agua. Por otro lado, el costo de un tanque de 10 m^3 es más elevado y de acuerdo con los cálculos, con un volumen de 5 m^3 fue suficiente cumplir con la demanda. Además, la razón por la que en el mes de enero se inicia con cero, es porque se asume que el tanque recién va a iniciar sus funciones después de un mantenimiento o limpieza en su interior.

En cuanto al volumen de derrame, para los meses de enero, febrero, marzo y septiembre se observó que el tanque quedó vacío haciendo referencia a que posiblemente la demanda no pudo satisfacerse al 100% pero si en su mayoría de los usuarios que hayan utilizado, esto se produjo porque las precipitaciones son escasas entonces no se logró abastecer completamente la demanda en su totalidad. Por otro lado, en los meses restantes se pudo apreciar que, si existen volúmenes de derrame por lo cual, el agua puede ser descargada y empleada para la limpieza o sino para el riego de jardines.

Finalmente, el valor del agua almacenada representó el sobrante del tanque una vez acabada la demanda o la reserva juntada del mes anterior. Por lo tanto, se concluyó que el sistema de captación de agua de lluvia logró un ahorro significativo en cuanto a la demanda para la descarga de aparatos sanitarios para el edificio de la Facultad de Contabilidad y Auditoría por lo que la implementación del sistema de captación de agua de lluvia cumple con los principios

de sostenibilidad siendo un recurso amigable con el medio ambiente y económico.

La norma mexicana Edificación sustentable, criterios mínimos y requerimientos ambientales mínimos, en su apéndice Informativo 9 Metodología para el cálculo del agua de lluvia susceptible de ser captada en la edificación, menciona que para determinar si la instalación del sistema de captación de agua de lluvia es factible en una edificación se debe cumplir con la siguiente relación: [28].

$$\%U_A = \frac{V_A}{D_A} * 100 \quad (9)$$

Si $\%U_A \geq 10, se\ determina\ que\ es\ factible$

Donde:

$\%U_A =$ Porcentaje de ahorro anual, %.

$V_A =$ Volumen de captación anual en m^3.

$D_A =$ Volumen de demanda anual, en m^3.

$$\%U_A = \frac{152.76}{136.08} * 100$$

$$112.26\% > 10$$

Es factible de realizarlo

b) Volumen de almacenamiento mensual

El tanque cilíndrico vertical obtenido para el proyecto es de 5 m^3 tiene una altura de 1.77 m, un diámetro de 2.2 m, un peso de 85 kg y es de Rotoplas.



Fig. 6. Tanque Rotoplas de 5000 litros [29]

El tanque debe estar en un terreno nivelado y estable para que no presente algún tipo de volcamiento que pueda afectar las condiciones del lugar.

5) DISTRIBUCIÓN

a) Presiones

Se realizó el cálculo de las presiones obtenidas para la planta baja donde se encuentran los aparatos sanitarios, los resultados se muestran a continuación y de lo obtenido se procedió a complementar el equipo de bombeo que requirió el sistema para su distribución. Todos los parámetros para los cálculos hidrosanitarios vienen determinados siguiendo los requisitos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11 Capítulo 16 Norma Hidrosanitaria NHE Agua.

TABLA IX

CÁLCULO DE DIÁMETRO DE Y VELOCIDAD EN TUBERÍA

Tramo		Pieza sanitaria	Unidades de gasto de la pieza	Unidades de gasto en tránsito	Unidades de gasto el tramo	Gasto probable	Diámetro tubería (calculado) mm	Diámetro tubería (comercial) mm	Chequeo velocidad
Inodoro	**N8**	inodoro	**5**		5	0.3800	13.91	13.88	2.51
Inodoro	**N8**	inodoro	**5**		5	0.3800	13.91	13.88	2.51
N8	**N7**	-		10	10	0.5700	17.04	18.85	2.04
Inodoro	**N7**	inodoro	**5**		5	0.3800	13.91	13.88	2.51
N7	**N6**	-		15	15	0.7300	19.28	18.85	2.62
Urinario	**N10**	urinario	**3**		3	0.2000	10.09	13.88	1.32
Urinario	**N10**	urinario	**3**		3	0.2000	10.09	13.88	1.32
N10	**N9**	-		21	21	0.9250	21.7	18.85	1.99
Urinario	**N9**	urinario	**3**		3	0.2000	10.09	13.88	1.32
N9	**N6**	-		24	24	1.0400	23.01	24.30	2.24
N6	**N1**	-		24	24	1.0400	23.01	24.30	2.24
Inodoro	**N5**	inodoro	**5**		5	0.3800	13.91	13.88	2.51
Inodoro	**N5**	inodoro	**5**		5	0.3800	13.91	13.88	2.51
N5	**N4**	-		34	34	1.3600	19.95	18.85	2.01
Inodoro	**N4**	inodoro	**5**		5	0.3800	13.91	13.88	2.51
N4	**N3**	-		39	39	1.4900	17.55	18.85	1.80
Inodoro	**N3**	inodoro	**5**		5	0.3800	13.91	13.88	2.51
N3	**N2**	-		44	44	1.6300	20.14	18.85	1.97
Inodoro	**N2**	inodoro	**5**		5	0.3800	13.91	13.88	2.51
N2	**N1**	-		49	49	1.7700	20.02	18.85	2.14
N1	**Hidroneumático**	-		49	49	1.7700	22.7	24.30	2.22

TABLA X

PRESIONES EN TUBERÍAS

Tramo		Diámetro (mm)	Longitud (m)			Gasto	Pérdida total (m)	Piezométricas iniciales (m)		Altura vertical (m)			Pérdida tubo vertical (m)	Piezométricas finales (m)		Presión de alimentación en la pieza sanitaria
Nodo inicial	Nodo final		Real (dato)	Equivalente (50%)	Cálculo (total)			Nodo inicial	Nodo final	Real (dato)	Equivalente (50%)	cálculo (total)		Nodo inicial	Nodo final	
Hidroneumático	N1	24.30	9.86	4.26	14.88	1.7700	2.3591	20.000	17.641					14.893	12.534	12.534
N1	N2	18.85	0.75	0.38	1.13	1.7700	0.2076	17.641	17.433					12.534	12.327	12.327
N2	Inodoro	13.88	0.00	0.00	0.00	0.3800	0.0000	17.433	17.433	0.20	0.10	0.30	0.201	12.327	12.327	11.926
N2	N3	18.85	0.75	0.38	1.13	1.6300	0.1782	17.433	17.255					12.327	12.148	12.148
N3	Inodoro	13.88	0.00	0.00	0.00	0.3800	0.0000	17.255	17.255	0.20	0.10	0.30	0.201	12.148	12.148	11.748
N3	N4	18.85	0.80	0.40	1.20	1.4900	0.1610	17.255	17.094					12.148	11.987	11.987
N4	Inodoro	13.88	0.00	0.00	0.00	0.3800	0.0000	17.433	17.433	0.20	0.10	0.30	0.201	11.987	11.987	11.587
N4	N5	18.85	0.85	0.43	1.28	1.3600	0.5916	17.433	16.842					11.987	11.396	11.396
N5	Inodoro	13.88	0.00	0.00	0.00	0.3800	0.0000	16.842	16.842	0.20	0.10	0.30	0.201	11.396	11.396	10.995
N5	Inodoro	13.88	0.90	0.45	1.35	0.3800	0.9032	16.842	15.938	0.2	0.10	0.30	0.201	11.396	10.492	10.092
N1	N6	24.30	10.59	5.30	15.89	1.0400	4.4851	17.641	13.156					12.534	8.049	8.049
N6	n9	24.30	1.81	0.91	2.72	1.0400	0.7666	13.156	12.389					8.049	7.282	7.282
N9	urinario	13.88	0.00	0.00	0.00	0.2000	0.0000	12.389	12.389	1.10	0.55	1.65	0.336	7.282	7.282	5.846
N9	n10	18.85	0.56	0.28	0.84	0.9250	0.1909	12.389	12.198					7.282	7.092	7.092
N10	urinario	13.88	0.00	0.00	0.00	0.2000	0.0000	12.198	12.198	1.10	0.55	1.65	0.336	7.092	7.092	5.655
N10	urinario	13.88	0.56	0.28	0.84	0.2000	0.1712	12.198	12.027	1.10	0.55	1.65	0.336	7.092	6.920	5.484
N6	n7	18.85	4.60	2.30	6.90	0.7300	3.4842	13.156	9.672					8.049	4.565	4.565
N7	inodoro	13.88	0.80	0.40	1.20	0.3800	0.8029	9.672	8.869					4.565	3.762	3.762
N7	n8	18.85	0.25	0.13	0.38	0.5700	0.1198	8.869	8.749	0.20	0.10	0.30	0.096	3.762	3.642	3.346
N8	inodoro	13.88	0.00	0.00	0.00	0.3800	0.0000	8.869	8.869	0.20	0.10	0.30	0.201	3.762	3.762	3.361
N8	inodoro	13.88	1.16	0.58	1.74	0.3800	1.1642	9.672	8.507	0.20	0.10	0.30	0.201	4.565	3.401	3.000

a) Bomba y tanque hidroneumático

Para el diseño de la bomba de los cálculos obtenidos en las presiones se obtuvo un caudal máximo de 1.77 lts/s y una lectura piezométrica de 14.893 mca. Que representó la presión máxima en el aparato más desfavorable. Con los datos obtenidos se determinó una altura dinámica total de 14.893 mca, una potencia hidráulica mayorada de 0.80 HP (horsepower) representando la potencia de la bomba centrífuga mediante la siguiente ecuación: [30]

$$P_{HP} = \frac{\gamma \times H_t \times Q}{76\, n} \qquad (10)$$

Donde:

$\gamma =$ Peso específico del agua

$Ht =$ Altura dinámica total (succión + impulsión)

$Q =$ Caudal de diseño en l/s

$n =$ Eficiencia de bomba

$76 =$ Coeficiente de conversión de unidades

Como resultado se obtuvo un valor de 0.52 HP, y se procedió a buscar una bomba que posea una eficiencia cercana en los catálogos comerciales, buscando su curva de rendimiento. Se encontró la siguiente bomba con las siguientes características:

TABLA XI

CARACTERISTICAS DE LA BOMBA CENTRIFUGA

Características de la Bomba	
Tipo de Bomba	Centrífuga
Acoplamiento	Monobloque
Impulsor	Cerrado en plástico
Impulsores	1
Altura máxima	25 mca
Temperatura	158° F (70° C) Continua
Potencia	1 HP
Voltaje	110/220 V



Fig. 7. Bomba centrífuga

Para el tanque hidroneumático se utilizó la siguiente ecuación:

$$V = \frac{V_r(Pb + 1)}{(Pb - Pa)} \quad (11)$$

$V =$ Volumen total del tanque hidroneumático

$Vr =$ Volumen de regulación

$Pb =$ Presión de arranque o presión máxima del sistema

$Pa =$ Presión mínima del sistema

Con los datos del caudal obtenido se determinó un valor mínimo del 25% y con el valor previamente obtenido que es el máximo, se calculó un caudal medio obteniendo un valor de 1.10 lts. Del valor obtenido se calculó el volumen de regulación ocupando la siguiente tabla:

TABLA XII

POTENCIA DE LA BOMBA DE CICLOS POR HORA

Potencia en HP	**T min**	**# ciclos por hora**
1-3	1.2	50
3-5	1.8	33
5-7.5	2.0	30
7.5-15	3.0	20
15-30	4.0	15
Sobre 30	6.0	10

$$V_r = \frac{Qmed * T}{4} \quad (12)$$

Finalmente se obtuvo el volumen del tanque el cual tiene un valor de 55. lt por lo que se procedió a buscar en los catálogos comerciales, tanques hidroneumáticos con esa capacidad de almacenamiento. El tanque seleccionado fue el siguiente:



Fig. 8. Tanque Hidroneumático de Membrana Intercambiable 60 litros Pearl

TABLA XIII

CARACTERÍSTICAS DEL TANQUE HIDRONEUMÁTICO

Características del tanque hidroneumático	
Capacidad	60 litros
Tipo	Vertical
Conexión	1” M – 1 1/4” M
Precarga	30 psi
Altura	59 cm
Diámetro	38.5 cm

b) Paneles solares

Para el cálculo de los paneles solares se procedió a investigar la irradiación global horizontal en el país en “Solar resouce maps of wWorld” especialmente, en la ciudad de Ambato y se determinó que en promedio al día Ambato tiene 5 KWh/m^2 de energía solar, representando un valor significativo para la producción de electricidad mediante esos sistemas fotovoltaicos debido a que la irradiación representa la energía total del sol que intercepta al panel solar. [31]

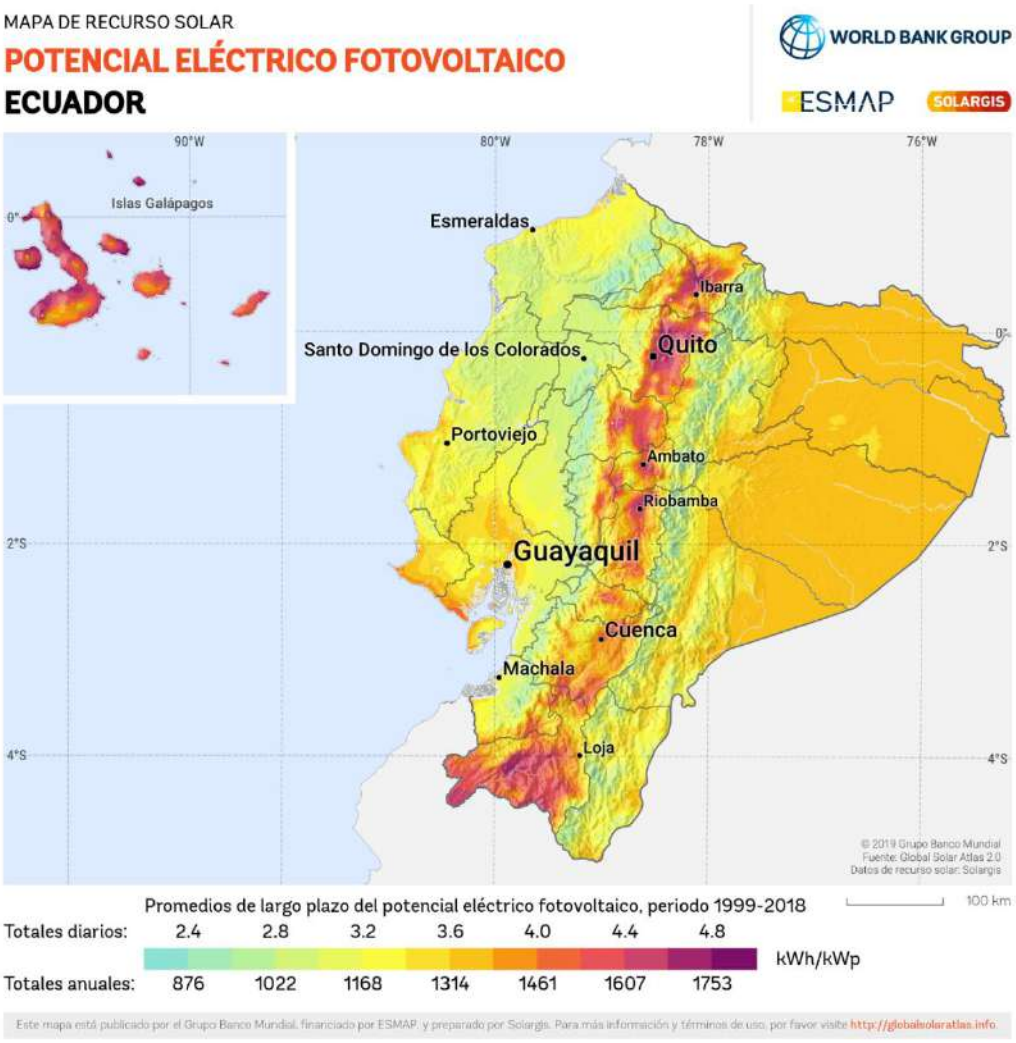


Fig.9. Potencial de Electricidad Fotovoltaica en Ecuador. [31].

Para el cálculo de abastecimiento de paneles solares se consideró los siguientes parámetros:

La energía es la capacidad que tiene un sistema de realizar un trabajo y la electricidad que se consume en intervalo de tiempo, se mide en watios o Kilovatios-hora.

$$E = P \times t \qquad (13)$$

Donde:

E = Energía

P = Potencia

t = Tiempo

La energía que entrega un panel solar se expresa de la siguiente forma:

$$E_{real} = P_{panel} \times HSP \quad (14)$$

Donde:

$E_{panel} =$ Energía proporcionada por el panel

$P_{panel} =$ Potencia del panel en Wp

$HSP =$ Horas de sol al día

La determinación de los paneles solares se obtuvo de la relación entre la energía total calculada que ocupa la bomba centrífuga y el número de horas que permanecerá en funcionamiento entre la energía proveniente del panel solar mediante la siguiente expresión:

$$N_{paneles} = \frac{E_{real}}{E_{solar}} \quad (15)$$

Donde:

$N_{paneles} =$ Cantidad de paneles requeridos

Para el cálculo de energía de las horas en que se ocupó la batería se empleó la siguiente expresión:

$$E_{bateria} = P \times t_{bat} \quad (16)$$

Donde:

$E_{bat} =$ Energía de las baterías sin sol

$t_{bat} =$ Tiempo diario cubierto por batería

De los resultados obtenidos se procedió a calcular las baterías necesarias mediante la siguiente expresión:

$$C_{bat} = V \times Ah \quad (17)$$

Donde:

$C_{bat} =$ Energía que puede almacenar la batería

$V =$ Voltaje nominal de batería

$Ah =$ Amperios-hora batería

Finalmente, se realizó el dimensionamiento sobre el sistema para el abastecimiento de energía solar fotovoltaica con la finalidad de abastecer el rendimiento energético de la bomba de 1 HP (746 HP) calculado, el funcionamiento de la bomba se estimó para el uso de 9 horas al día de acuerdo al uso del edificio, en los cuales 5 fueron abastecidos por los paneles solares mientras que lo restante se empleó con la batería. El consumo energético diario fue de 7.46 kWh, con una eficiencia del 85% permitiendo cubrir las pérdidas eléctricas con la variación en condiciones reales de su operación.

Para cubrir la demanda, se calculó que se necesitarán 3 paneles solares monocristalinos de 580 Wp , trabajando con una radiación solar de 5 horas lo que representa 5 KWh/m^2 de energía solar en la ciudad de Ambato. Esta configuración fue suficiente para generar la energía diaria necesaria, considerando las condiciones climáticas. Para las horas donde la radiación del sol es escasa se determinó que el respaldo energético debe cubrir un consumo de 2.49 kWh por lo que se determinó una batería de 24 V y 100 Ah, con capacidad nominal de 2.4 kw/h lo cual cubrió esa necesidad.



Fig.10. Panel FV Yingli Solar YLM-J 3.0 PRO 580WP. [32].

Por ende, se seleccionó un inversor de onda senoidal pura de 1000 W con entrada de 24 V DC y salida en 110 V, de acuerdo al requerimiento de la bomba. Dicho componente fue fundamental para transformar la energía continua de los paneles y la batería corriente alterna utilizable. Con dichos elementos se garantizó un sistema autónomo eficiente y funcional para el bombeo de agua, especialmente en zonas sin conexión a la red eléctrica.

C. FASE III. PLANOS Y ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

1) Elaboración de planos finales

En la última fase se procedió a elaborar los planos del diseño de sistema de captación de agua de lluvia en los cuales se realizó el plano hidrosanitario, con las isometrías de las tuberías de agua fría y desagüe que se requirieron para el diseño. Dentro del detalles de las vistas se presentó el recorrido del agua desde el almacenamiento a los aparatos sanitarios, así como también las tuberías de desagüe que se determinaron y utilizaron para la recolección y conducción hacia el tanque de almacenamiento. Por otro lado, para las tuberías de agua fría se realizó el cálculo de caudales empleando el método de hunter y calculando los diámetros para las tuberías de agua fría y para el modelamiento.

Se elaboró los planos del diseño del SCALL en el cual se implantó el área donde se instaló el tanque de almacenamiento y sus componentes especificados, partiendo desde el área de captación, la conducción y recolección y su distribución. Por otro lado, se presentó el esquema del sistema de bombeo y su funcionamiento con los paneles solares.

Para los detalles se presentó el recorrido de las tuberías desde la zona de recolección y sus características con sus longitudes. diámetros y equipos mecánicos empleados. Los planos tienen todos los datos informativos sobre el diseño del SCALL en conjunto con el sistema fotovoltaico.

2) Análisis de precios unitarios

Finalmente, se elaboró un presupuesto referencial sobre el diseño del Sistema de captación de agua de lluvia en el cual se cuantificó los equipos mecánicos como el sistema de bombeo con tanque hidroneumático, las tuberías, accesorios, uniones y aparatos que conforman un diseño hidrosanitario, en conjunto con la mano de obra para la implementación del tanque de almacenamiento, la instalación de los paneles solares y las conexiones sanitarias y eléctricas. Por el cual se determinó un presupuesto de $ 4064.26 dólares.

3) Especificaciones técnicas

En el presupuesto referencial se incluyeron especificaciones sobre la instalación del sistema considerando el suministro e instalación de tuberías PVC para el desagüe, accesorios como codos, tees, reducciones. Por otro lado, se explicó la parte de la excavación, relleno, y compactación del suelo para la instalación del tanque de almacenamiento.

Respecto al sistema eléctrico se incluyó el suministro e instalación del equipo de bombeo con el tanque hidroneumático incluyendo conexiones mecánicas. Además, se detallaron los componentes del sistema solar fotovoltaico como los paneles solares de 580 Wp, cableado, batería, inversor y la mano de obra para la instalación. Todo el sistema fue dimensionado para asegurar el funcionamiento autónomo con respaldo energético cuando se presenta radiación.

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

I. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la implementación del diseño del sistema de captación de agua de lluvia, en base a la información bibliográfica consultada con los datos de las estaciones meteorológicas y los datos recolectados en conjunto con las normativas, fue beneficioso para el proyecto aplicado al edificio del Laboratorio de la Facultad de Contabilidad y Auditoría iniciando con el análisis y revisión de las precipitaciones registradas en los últimos 10 años de la estación meteorológica del Aeropuerto de Ambato en donde se determinó que el promedio anual fue de 778.987 mm siendo un valor viable apto para la implementación del SCALL.
2. Para los cálculos fundamentales del sistema, se obtuvo un volumen de captación anual de 166.33 m3 y una demanda anual de 129.60 m3, y se comprobó que el volumen calculado superó a la demanda requerida. Por otro lado, para la determinación de las presiones y equipos de bombeo se obtuvo un valor de 14.893 mca de piezas piezométricas. El abastecimiento de agua pluvial utilizado para la descarga de aparatos sanitarios se desarrolló para un sistema indirecto con bombeo y tanque hidroneumático, en donde la bomba que abasteció al sistema fue de una capacidad de un 1 HP mientras que el tanque hidroneumático fue de 50 litros. Como resultado se implementó la utilización de paneles solares que cubrió el consumo energético del funcionamiento del equipo de bombeo.
3. Se realizó el diseño hidrosanitario para el edificio con los planos isométricos y el diseño del SCALL y una vez finalizado, se realizó el análisis de precios unitarios del cual se obtuvo un presupuesto de 4061.05 dólares y las especificaciones técnicas de los insumos y materiales ocupados.
4. Finalmente se concluye que los sistemas de captación pluvial son proyectos sostenibles para el cuidado del medio ambiente debido a que no solo tienen un impacto ambiental beneficioso para la sociedad sino para clima, pues cumple con objetivos de desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas como el de Agua limpia y saneamiento, energía asequible y no contaminante, ciudades y comunidades sostenibles y acción por el clima. Al cumplir estos objetivos, el edificio del laboratorio de la Facultad de Contabilidad y Auditoría puede ser acreedor de los

certificados (LEED) Leadership in Energy and Environmental Design, créditos obtenidos pro la eficiencia del uso del agua y reutilización de aguas lluvias y energías renovables con eficiencia energética. LEED Zero en proyectos que alcanzas cero emisiones netas de carbono, LEED for Cities and Communities entre más organizaciones mundiales por la Organización Grenn Business Certification y Global Real Estate Sustainability Benchmark. Llegando así al desarrollo de un proyecto beneficioso para el medio ambiente y sustentable en un medio urbano que actualmente se ve afectado con crisis hídricas y energéticas.

II. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar los sistemas de captación de agua de lluvia en sectores rurales que no tengan un fácil acceso al agua potable y estén ubicados en zonas donde los registros históricos de precipitaciones no disminuyan considerablemente o se registren lluvias frecuentemente.
2. Se recomienda destinar estos proyectos para el consumo no potable debido a que, si bien también se desarrollan para el consumo humano en algunos casos mediante un proceso de cloración, su proceso puede ser algo riguroso, Por ende, al darle fines de reutilización para la descarga de los sanitarios, limpieza de autos, riego, jardines entre otros, el beneficio es más productivo y además no se ocuparía el agua potable directo de alguna red de abastecimiento por lo que se puede producir un ahorro positivo para el medio ambiente.
3. Se recomienda emplear sistemas de eliminación de contaminantes que se mezclen con el agua de lluvia como filtros de hojas o sumideros debido a que el área de captación de la edificación está siempre expuesta al entorno y contaminantes como basura, hojas, ramas, polvo entre otros factores pueden llevar el agua contaminada y con residuos que afecten o alteren el sistema de recolección y conducción de agua de lluvia.
4. Finalmente se recomienda dar un mantenimiento a los equipos instalados e implementados para evitar a futuro problemas de eficiencia o rendimiento de la funcionalidad del SCALL. Además, fomentar a la sociedad el beneficio que se obtienen de estos diseños debido a que son recursos sustentables para la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] C. Alberto, T. Chamat, U. Tecnológica, and T. M. Pinzón, "Sistemas alternativos de captación y almacenamiento de agua desde la perspectiva del metabolismo social , Quibdó , Colombia Alternative water collection and storage systems from the perspective of social metabolism , Quibdó , Colombia Resumen," pp. 241–257, 2022.

[2] S. Richards *et al.*, "Sustainable water resources through harvesting rainwater and the effectiveness of a low-cost water treatment," *J. Environ. Manage.*, vol. 286, no. September 2020, p. 112223, 2021, doi: 10.1016/j.jenvman.2021.112223.

[3] V. Kisakye and B. Van Der Bruggen, "Resources , Conservation & Recycling E ff ects of climate change on water savings and water security from rainwater harvesting systems," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 138, no. April, pp. 49–63, 2018, doi: 10.1016/j.resconrec.2018.07.009.

[4] M. Ontaneda, P. Sánchez, and A. Fries, "Presión demográfica sobre el agua : un análisis regional," vol. 60, 2019.

[5] C. Avendaño, "Diseño de sistema de captación y reutilización aguas lluvias, sede D Universidad Piloto De Colombia-SAM," 2023.

[6] D. E. Tesis, "Sistema de captación de agua de lluvia . Dimensionamiento del depósito de agua pluvial," 2023.

[7] S. Alves, "Policy innovations for decentralized water management in Brazil's semi-arid region," vol. 2, p. 14, 2019.

[8] A. Melo, "Rainwater harvesting in the Brazilian semi-arid region: Impacts on water security and rural livelihoods," p. 18, 2021.

[9] Gobierno de México, "Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnias en Zonas Rurales (PROCAPTAR)." [Online]. Available: https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-para-captacion-de-agua-de-lluvia-y-ecotecnias-en-zonas-rurales-procaptar

[10] L. Rayón, V. Melgar, and R. Donato, "Una alternativa de paz para la captación de lluvia en el Bachillerato Tecnológico, Ignacio López Rayón, México," vol. 9, pp. 0–14, 2024.

[11] R. Calzadilla *et al.*, "Estudio de las precipitaciones para el diseño de sistema de captación

de agua de lluvia Study of rainfall for the design of rainwater harvesting system," 2020.

[12] Gobierno de México, "Sistema de Captación de Agua de Lluvia SCALL." [Online]. Available: https://www.gob.mx/imta/documentos/sistema-de-captacion-de-agua-de-lluvia-scall

[13] A. P. Hernández, O. Luis, P. Vélez, M. Anaya, J. Leonardo, and T. Salinas, "Agua de lluvia para consumo humano y uso doméstico en San Miguel Tulancingo , Oaxaca * Rainwater for human consumption and domestic use in San Miguel Tulancingo , Oaxaca Resumen," vol. 8, pp. 1427–1432, 2017.

[14] "Sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico , Isla Jambelí , cantón Santa Rosa Rainwater collection system for domestic use , Jambelí Island , cantón Santa Rosa," vol. 3, no. 1, pp. 151–159, 2017.

[15] W. Quitiaquez and D. Saquinga, "Estudio de viabilidad de un sistema de captación de agua lluvia en Guamaní – Quito," pp. 47–63, 2022.

[16] Gobierno de México, "Inauguración de sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) en el Departamento del Guainía, San Felipe, Colombia." [Online]. Available: https://www.gob.mx/amexcid/es/articulos/inauguracion-de-sistema-de-captacion-de-agua-de-lluvia-scall-en-el-departamento-del-guainia-san-felipe-colombia-342265?idiom=es

[17] C. E. Aguilar and R. Canela, "Vivienda y su contexto . Desarrollo de dispositivos modulares para cosecha de agua de lluvia," 2024.

[18] S. Cabañas, "Propuesta para la planeación de un sistema urbano de captación de agua pluvial como alternativa de abastecimiento para la ciudad de aguascalientes." 2020.

[19] C. S. Issn, "Captación de agua de lluvia como alternativa para uso en agricultura urbana," 2022.

[20] A. Shefaei, A. Maleki, J. Peter, V. Der Hoek, and N. Van De Giesen, "Resources , Conservation & Recycling Advances Optimising rainwater harvesting systems under uncertainty : A multi-objective stochastic approach with risk considerations," *Resour. Conserv. Recycl. Adv.*, vol. 26, no. February, p. 200254, 2025, doi: 10.1016/j.rcradv.2025.200254.

[21] Instituto Nacional de Tecnología del agua, *¿ Cómo hacer un sistema de captación de*

agua de lluvia (SCALL) en mi escuela? 2022.

[22] Y. E. En and Z. Rurales, “Lineamientos técnicos: Sistema de captación de agua de lluvia a nivel vivienda,” 2025.

[23] S. D. E. A. De, G. Pluviais, and E. M. Edif, “Sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edifícios (saap)”.

[24] Programa Nacional para Captación de Agua de lluvia y Ecotecnias en Zonas Rurales (PROCAPTAR), “Guía Técnica para diseño: Sistema de Captación de Agua de lluvia a Nivel Vivienda,” 2025.

[25] J. C. Tello and A. Villacís, “Propuesta de diseño sismo-resistente de columnas cortas en edificaciones de concreto reforzado,” 2010. [Online]. Available: http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7646/1/06678.pdf

[26] E. D. E. Hidrologia, “Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación,” no. 2, 2019.

[27] Plastigama, “Tanque Botella 00250 Lt con Kit 1/2 – Plastigama.” Accessed: May 20, 2025. [Online]. Available: https://disensa.com.ec/producto/tanque-botella-00250-lt-con-kit-1-2-plastigama/

[28] D. E. Econom, “Norma Mexicana Nmx-Aa-164-Scfi-2013 Edificación Sustentable - Criterios Y Requerimientos Ambientales Mínimos Sustainable Building - Criteria and Minimal,” p. 158, 2013.

[29] Rotoplas, “Tanques de almacenamiento.” [Online]. Available: https://rotoplas.com.ec/wp-content/uploads/2021/06/Ficha-Tecnica-Tanques-Industriales-RTP.pdf

[30] R. Pérez Carmona, *Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para edificaciones*. 2010.

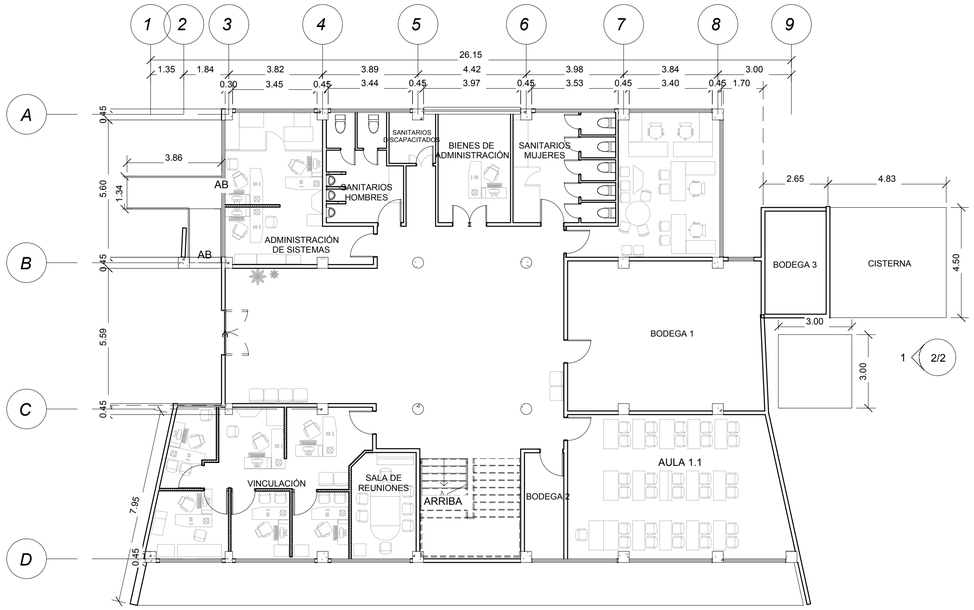
[31] “Solar resource maps of Ecuador.” Accessed: Jun. 01, 2025. [Online]. Available: https://solargis.com/resources/free-maps-and-gis-data?locality=ecuador

[32] “Panel FV Yingli Solar YLM-J 3.0 pro 580 WP.” Accessed: May 20, 2025. [Online]. Available: https://heliostrategiaecuador.com/catalogo/panel-fv-yingli-solar-ylm-j-3-0-pro-580wp/

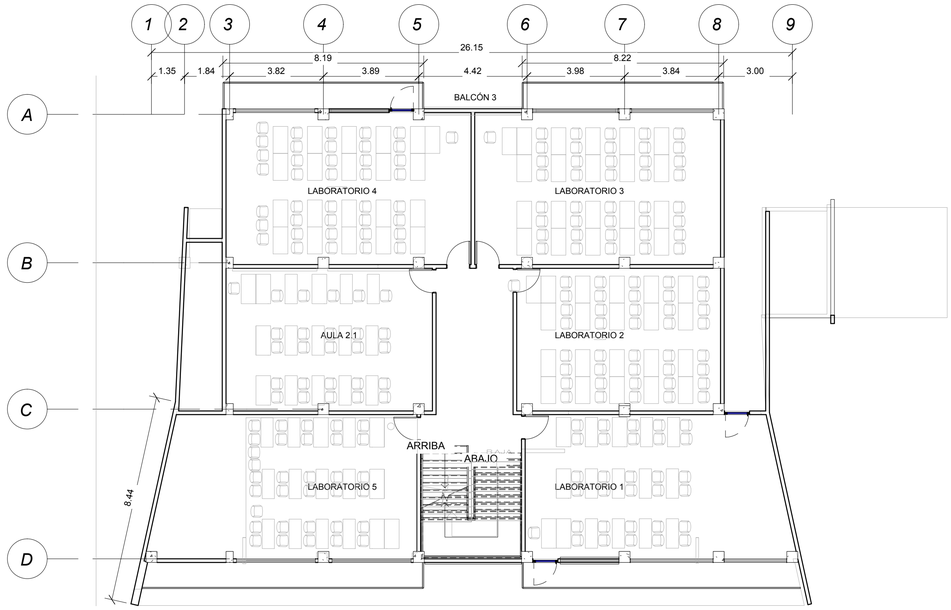
Anexos

ANEXO 1

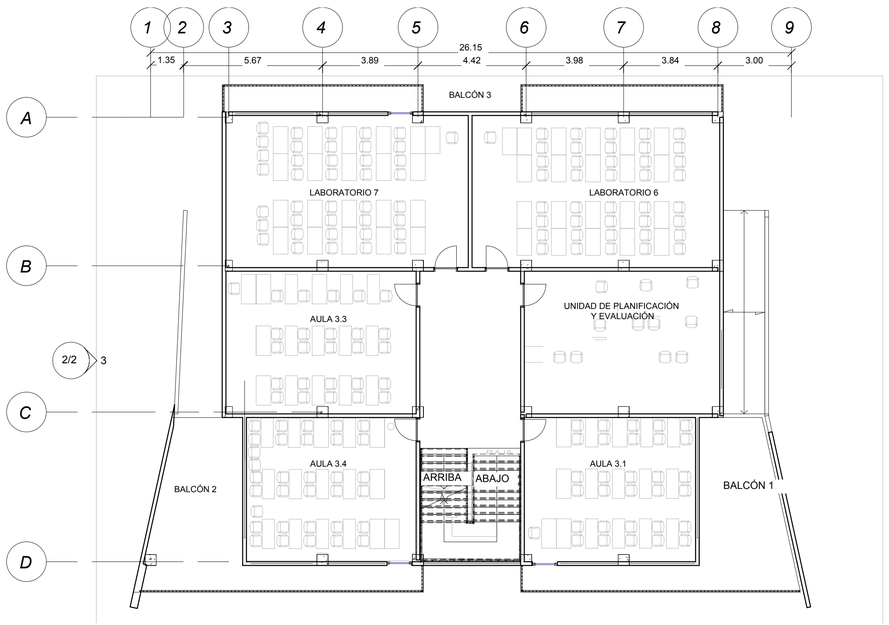
PLANOS
ARQUITECTÓNICOS



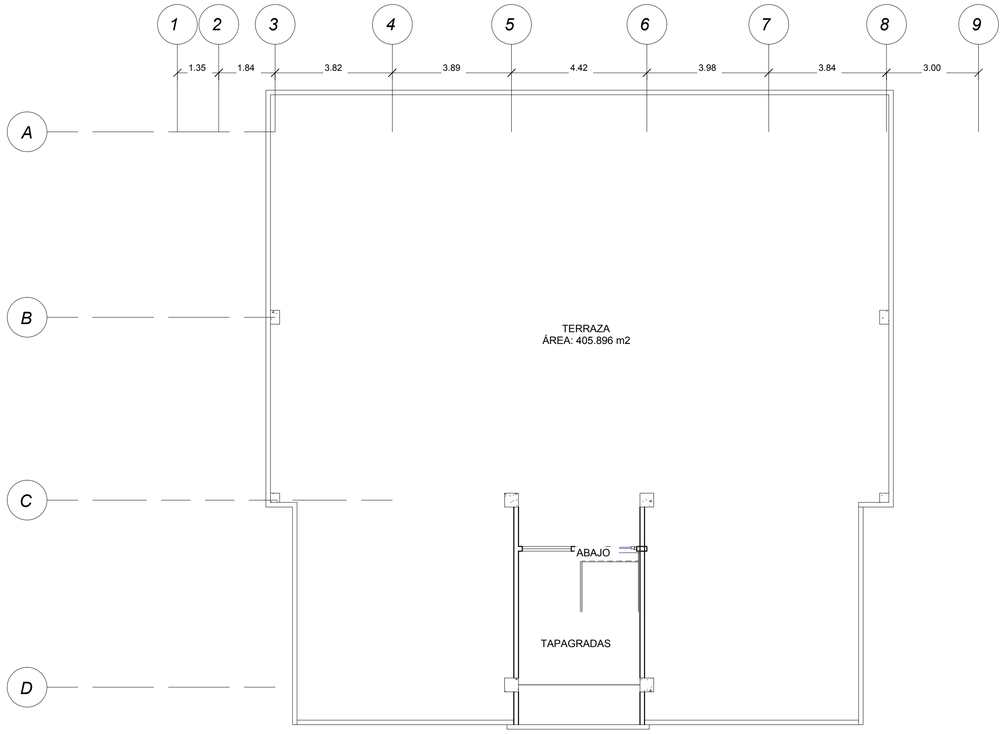
Planta Baja
1 : 125



Primer Piso
1 : 125



Segundo Piso
1 : 125



Terraza
1 : 100

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN

PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
TUNGURAHUA	AMBATO	HUACHI CHICO



COORDENADAS

ESTE: 764335.77 m	NORTE: 764335.77 m

TEMA:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA (SCALL), PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL LABORATORIO DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA DE LA FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

CONTIENE:

PLANO ARQUITECTÓNICO

FECHA:

JUNIO 2025

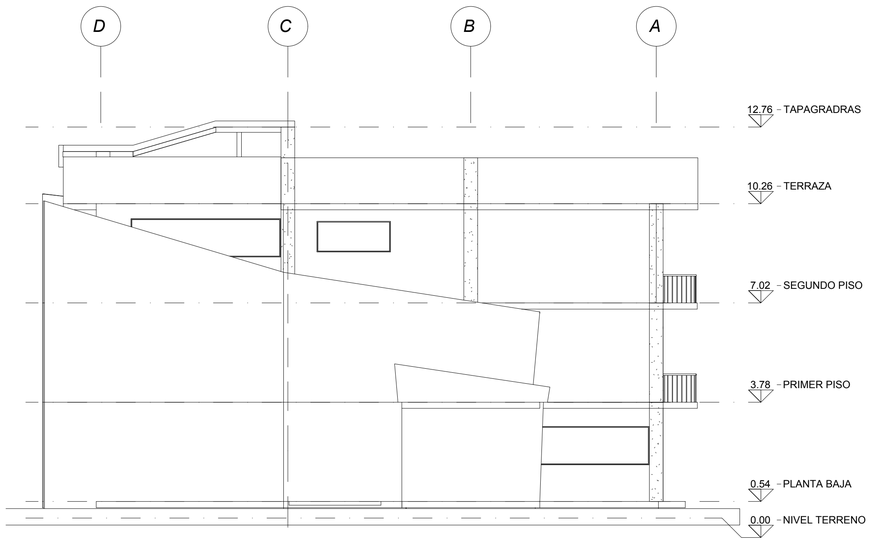
ESCALA:	LÁMINA:
Como se indica	**1/2**

REVISADO POR:

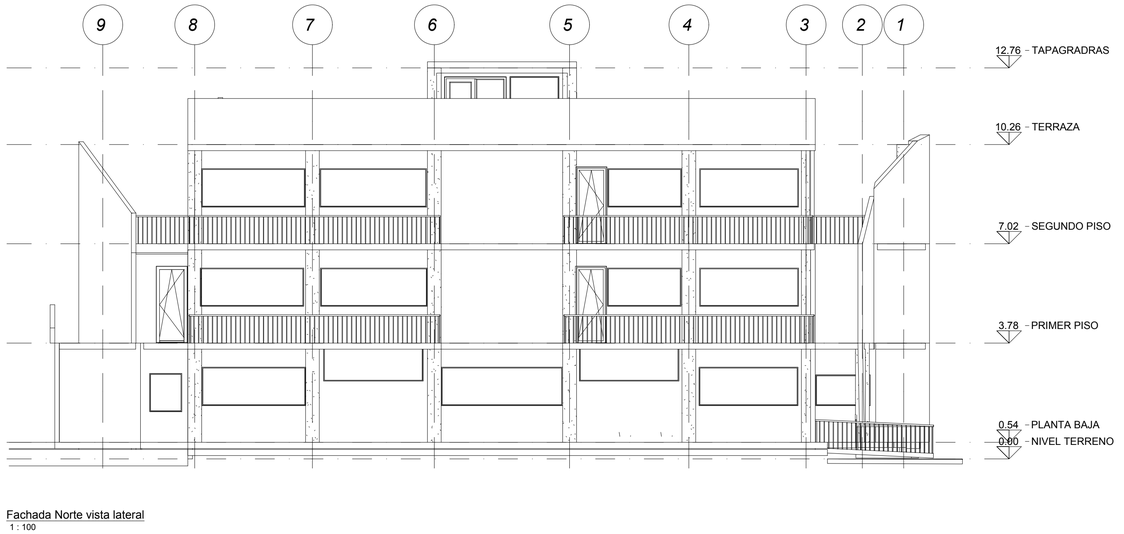
ING. DIEGO CHÉRREZ

REALIZADO POR:

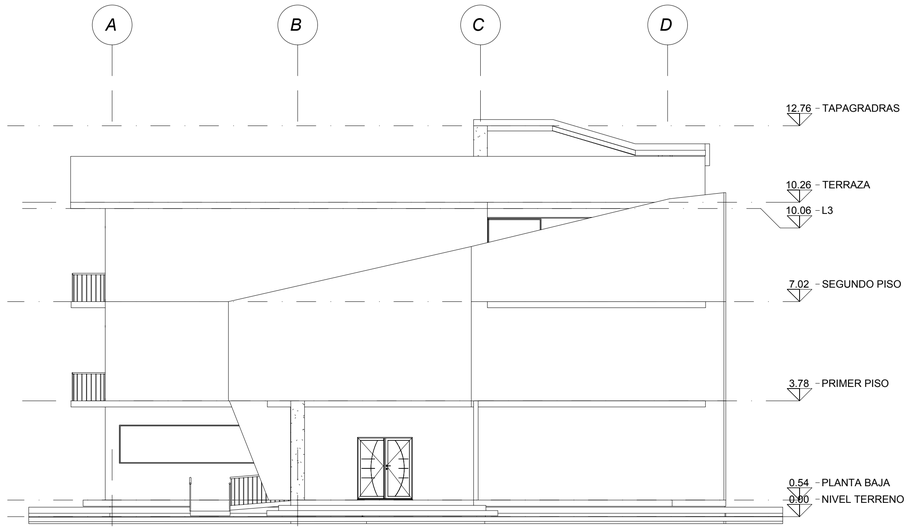
IRMA SAAVEDRA



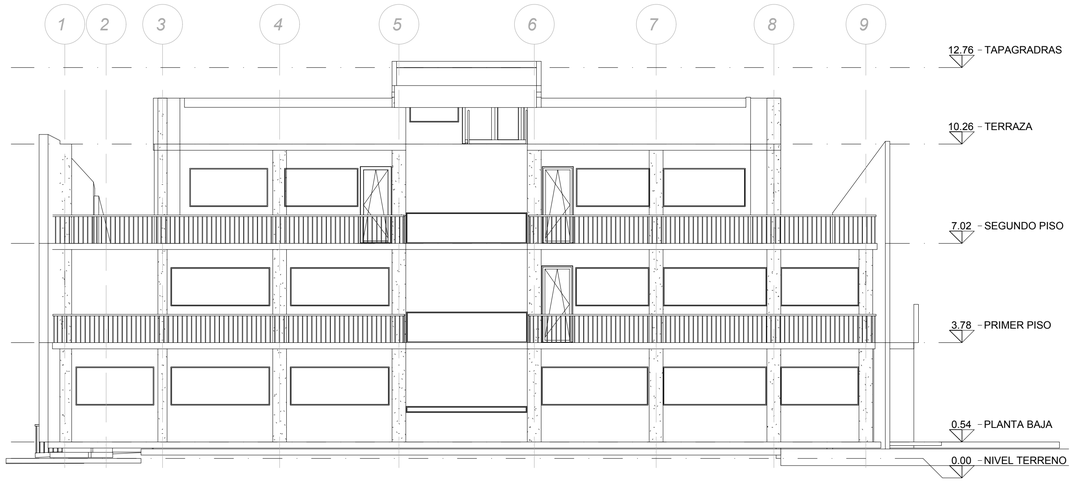
Fachada vista Posterior
1 : 100



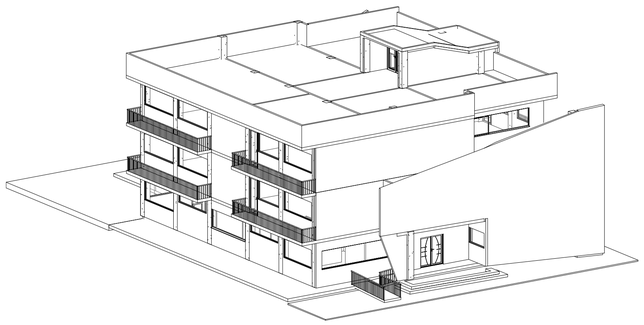
Fachada Norte vista lateral
1 : 100



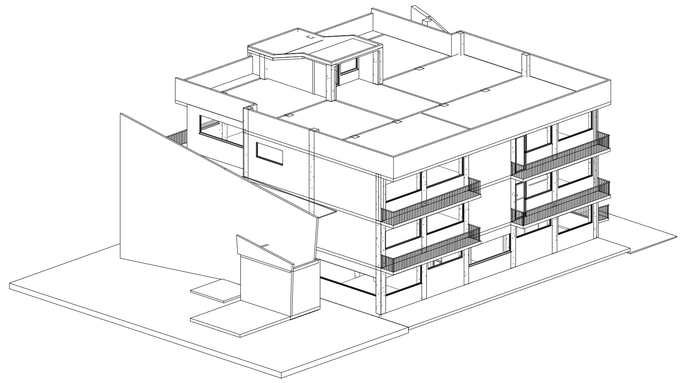
Fachada vista Frontal
1 : 100



Fachada Sur vista lateral
1 : 100



Fachada Posterior Laboratorio de Contabilidad y Auditoría



Fachada Frontal Laboratorio de Contabilidad y Auditoría3D

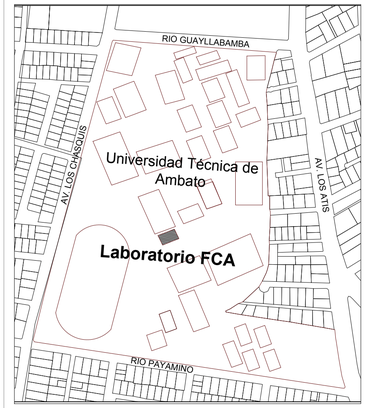
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN

PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
TUNGURAHUA	AMBATO	HUACHI CHICO



COORDENADAS

ESTE: 764335.77 m	NORTE: 764335.77 m

TEMA:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA (SCALL), PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL LABORATORIO DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA DE LA FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

CONTIENE:

PLANO ARQUITECTÓNICO

FECHA:

JUNIO 2025

ESCALA:	LÁMINA:
1 : 100	**2/2**

REVISADO POR:

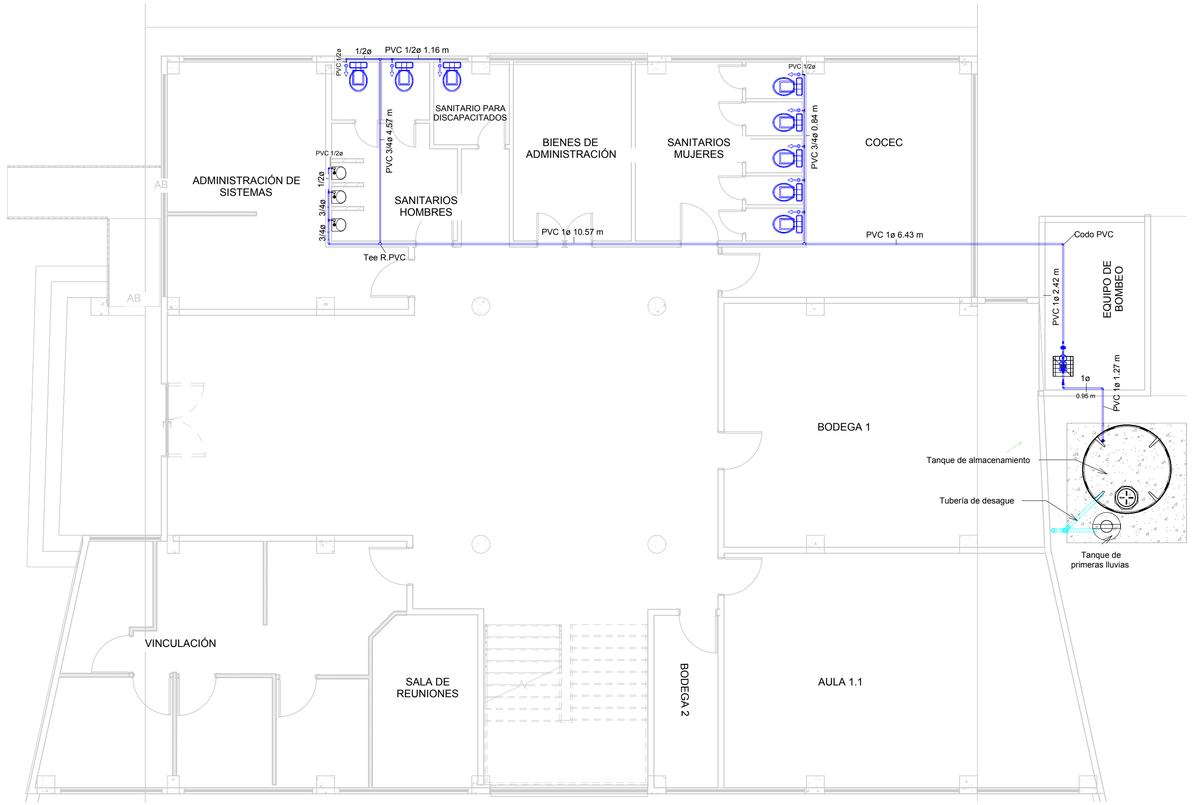
ING. DIEGO CHÉRREZ

REALIZADO POR:

IRMA SAAVEDRA

ANEXO 2

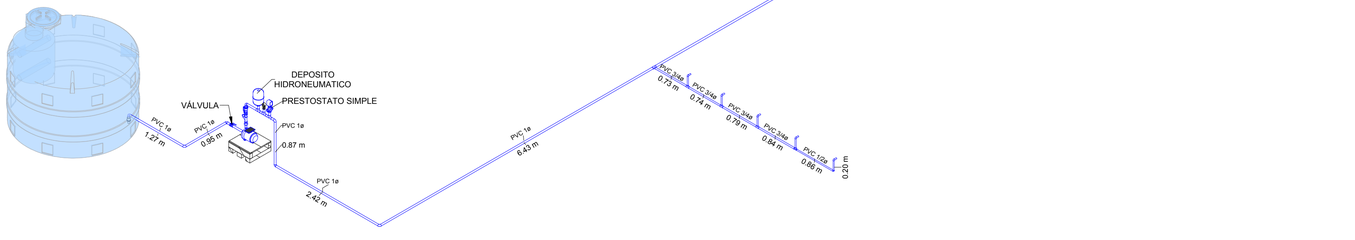
PLANOS HIDROSANITARIOS



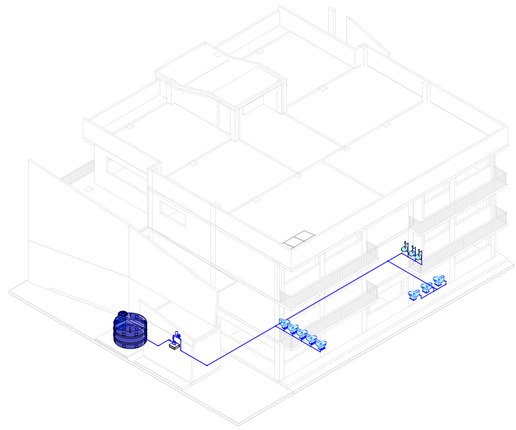
Instalación hidrosanitaria en planta baja
1 : 75

ACCESORIOS Y UNIONES	
	Llave de paso
	Llave de paso 2.
	Válvula bola
	Codos
	TEE
	YEE
	Reducción

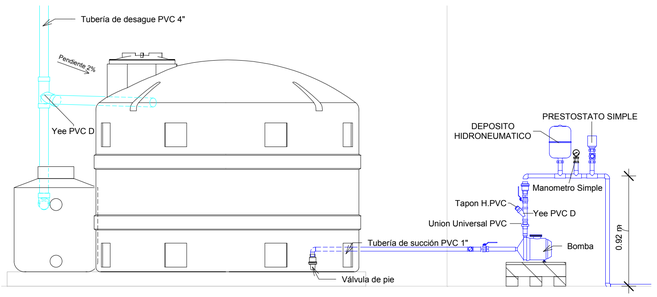
REFERENCIA DIAMETRO	
13.88 mm	1/2"
18.85 mm	3/4"
24.30 mm	1"
32.46 mm	1 1/2"
50 mm	2"
75 mm	3"
100 mm	4"
150 mm	6"



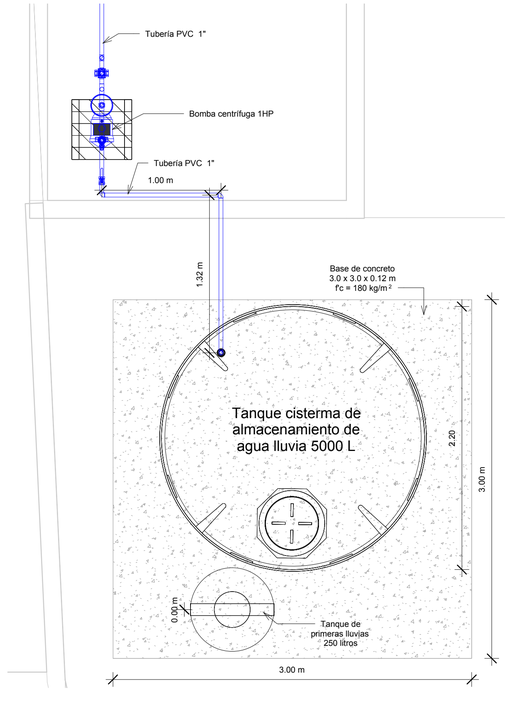
Isométrico de agua fría



Isometría 3D



Vista lateral de captación del agua de lluvia
1 : 25



Planta instalación de agua de lluvia
1 : 25

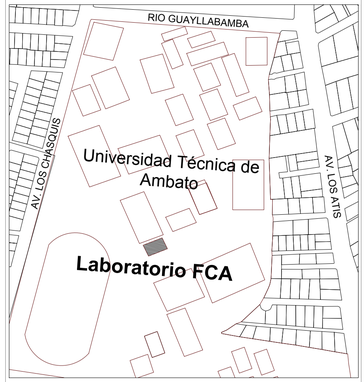
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN

PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
TUNGURAHUA	AMBATO	HUACHI CHICO



COORDENADAS

ESTE: 764335.77 m	NORTE: 764335.77 m

TEMA:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA (SCALL), PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI CHICO

CONTIENE:

PLANO HIDROSANITARIO

FECHA: JULIO 2025

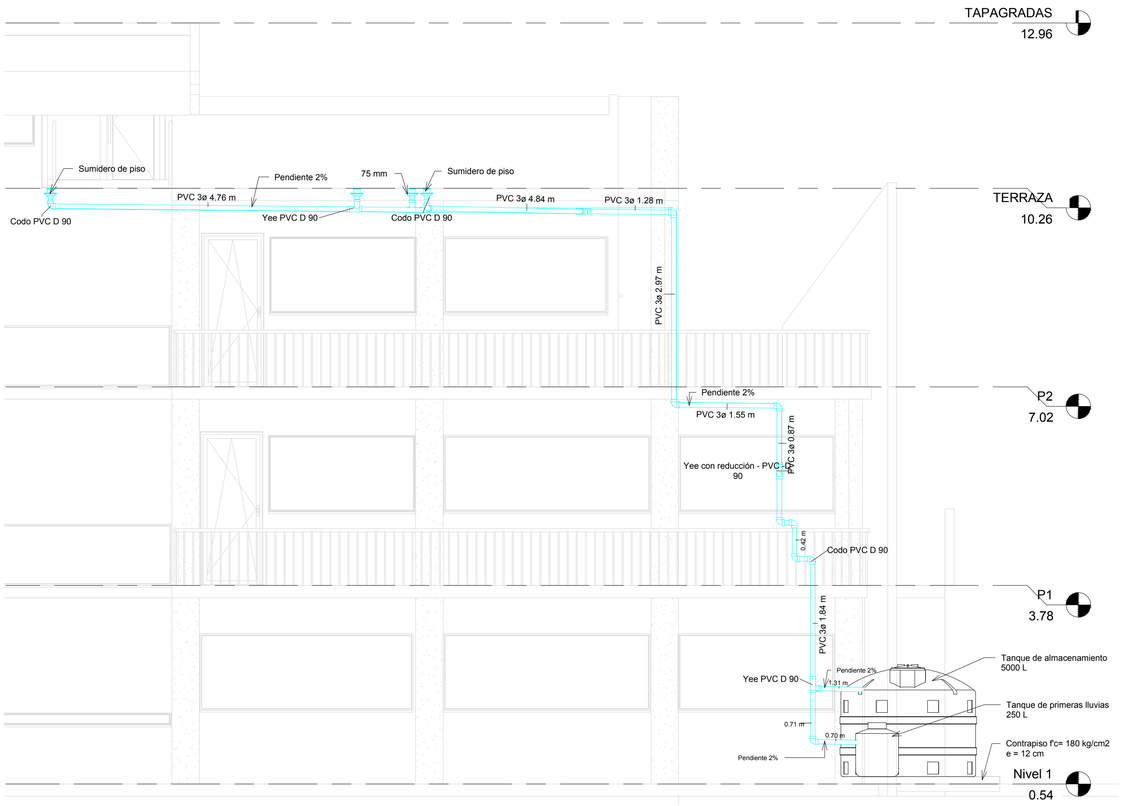
ESCALA:	LÁMINA:
Como se indica	1/3

REVISADO POR:

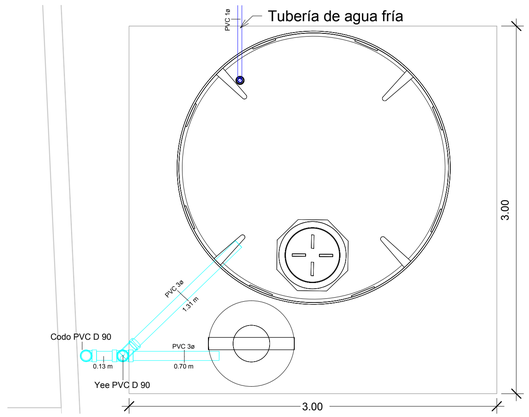
ING. DIEGO CHÉRREZ

REALIZADO POR:

IRMA SAAVEDRA

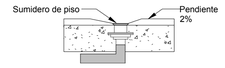


Vista sur desde el punto de captación del agua de lluvia al tanque de almacenamiento
1 : 50

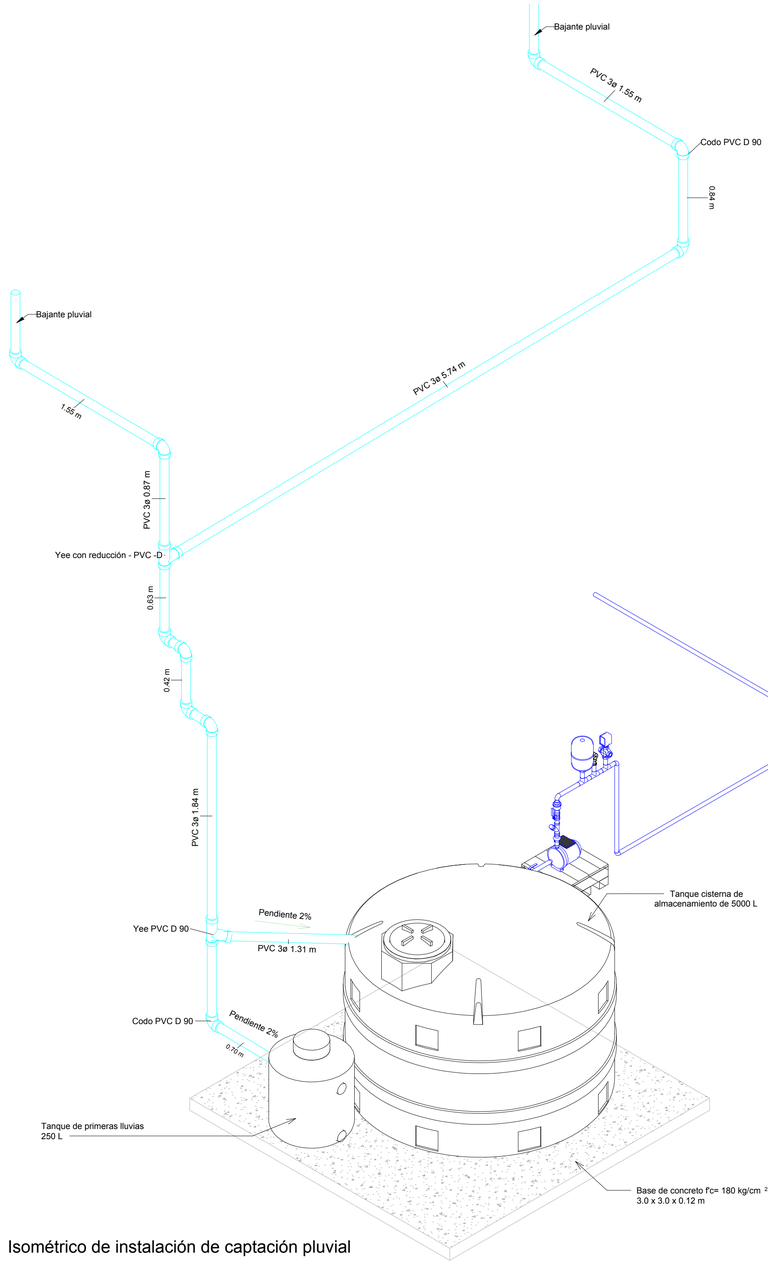


Vista en planta de conexión de tuberías de desague
1 : 25

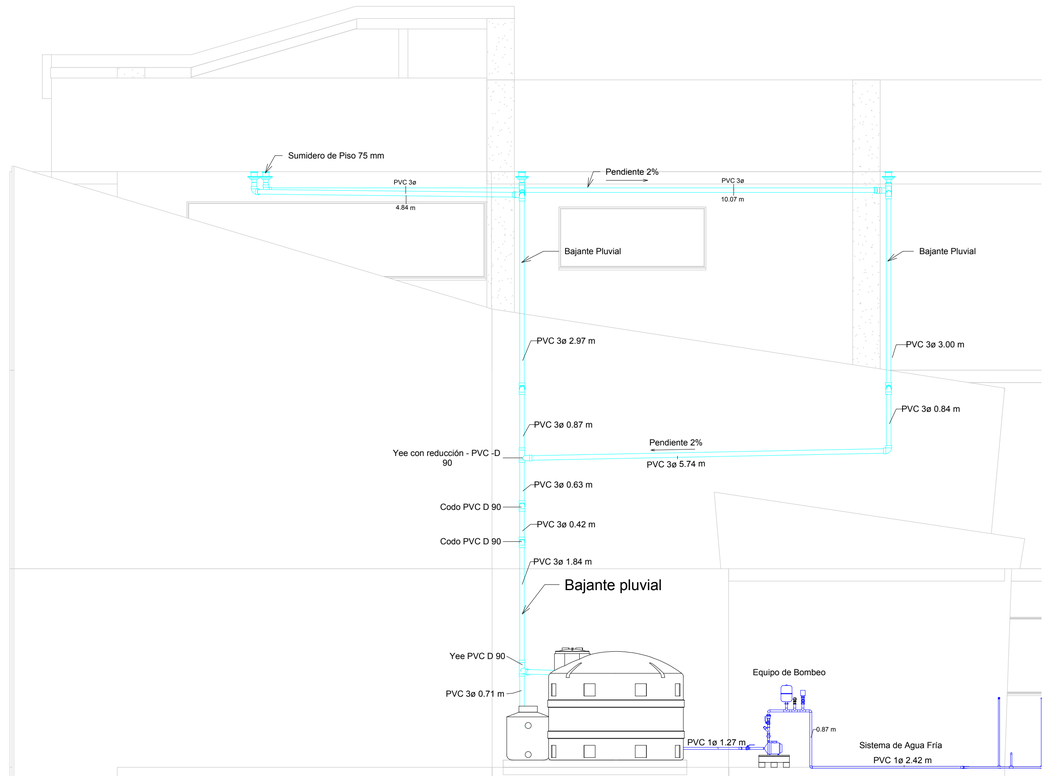
REFERENCIA DIAMETRO	
13.88 mm	1/2"
18.85 mm	3/4"
24.30 mm	1"
32.46 mm	1 1/2"
50 mm	2"
75 mm	3"
100 mm	4"
150 mm	6"



Sumidero Pluvial
1 : 25



Isométrico de instalación de captación pluvial



Vista lateral del almacenamiento de captación de agua de lluvia
1 : 50

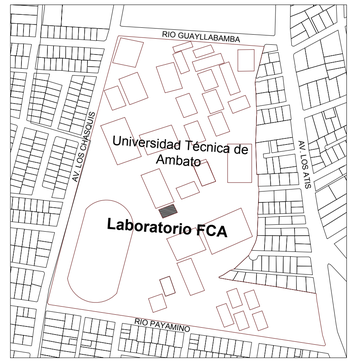
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN

PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
TUNGURAHUA	AMBATO	HUACHI CHICO



COORDENADAS

ESTE:	NORTE:
764335.77 m	764335.77 m

TEMA:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA (SCALL), PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI CHICO

CONTIENE:

PLANO HIDROSANITARIO

FECHA:

JULIO 2025

ESCALA:	LÁMINA:
Como se indica	**2/3**

REVISADO POR:

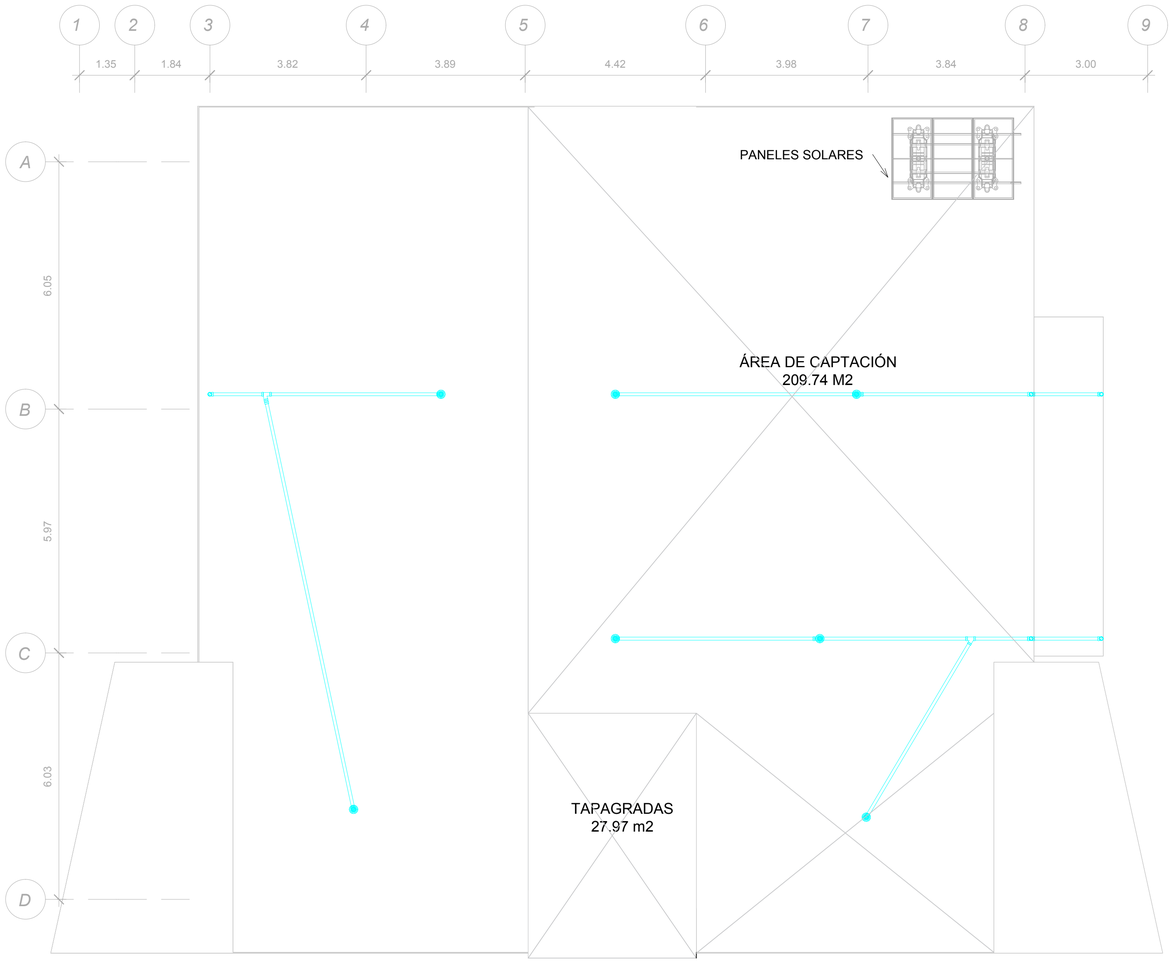
ING. DIEGO CHÉRREZ

REALIZADO POR:

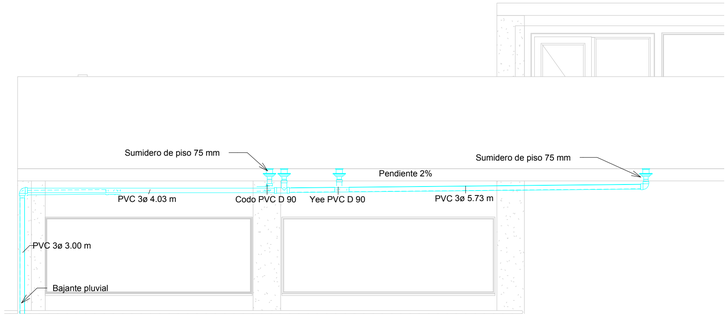
IRMA SAAVEDRA

ANEXO 3

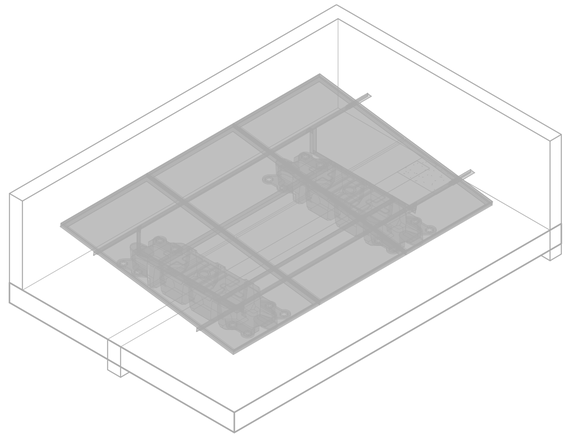
DISEÑO DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA



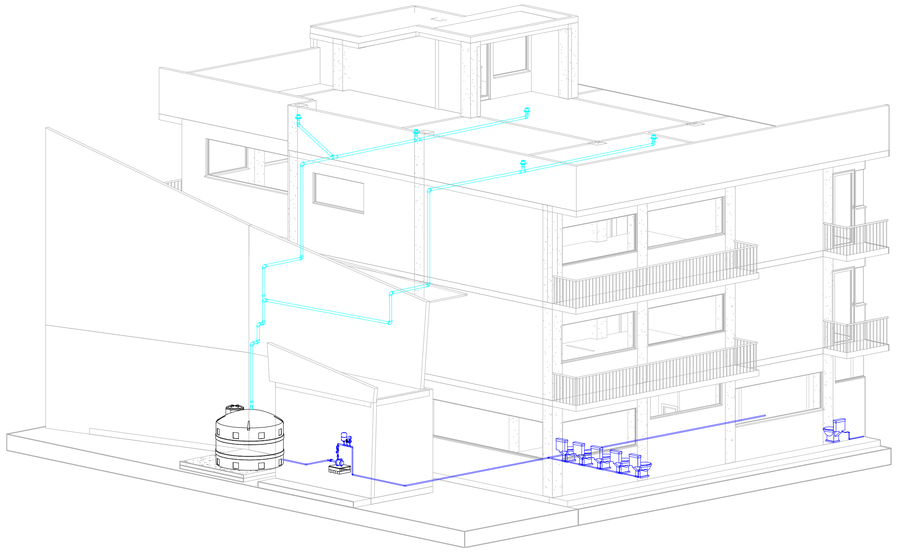
Área de captación para el SCALL
1 : 75



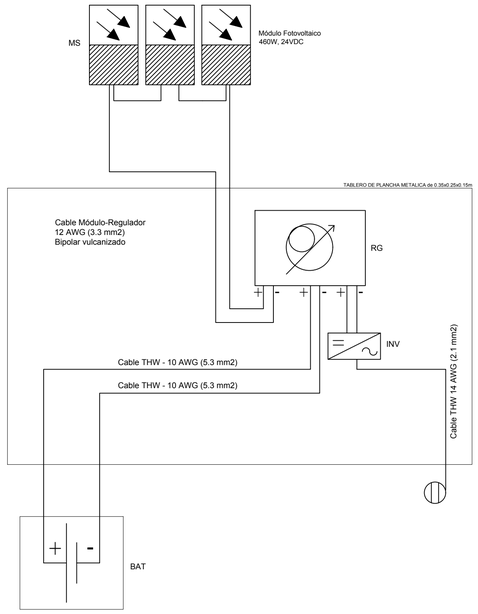
Vista norte sistemas de recolección
1 : 50



Detalle de paneles solares



Diseño del sistema de Captación de Agua de lluvia



Esquema conexión eléctrica del Panel Solar

Leyenda	
MS	Módulo Fotovoltaico 580W.
RG	Regulador (40 Amp.)
BAT	Bateria 24V
	Bomba Centrifuga 746W

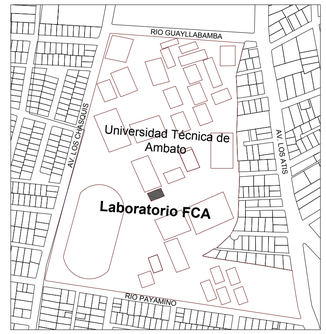
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN

PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
TUNGURAHUA	AMBATO	HUACHI CHICO



COORDENADAS

ESTE: 764335.77 m	NORTE: 764335.77 m

TEMA:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA (SCALL), PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI CHICO

CONTIENE:

PLANO HIDROSANITARIO

FECHA:

JULIO 2025

ESCALA:	LÁMINA:
Como se indica	**3/3**

REVISADO POR:

ING. DIEGO CHÉRREZ

REALIZADO POR:

IRMA SAAVEDRA

ANEXO 4

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Presupuesto referencial

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	P. unitario US$	P. Total US$
Trabajos preliminares					
1	Limpieza y desbroce del terreno	m^2	3.00	3.21	9.64
2	Picado de pared	m^2	3.05	3.73	11.37
Albañilería					
3	Base de concreto resistencia f'c 180 kg/cm^2	m^3	1.92	66.91	128.47
Recolección y conducción					
4	Bajante tubería PVC 75 mm	m	4.56	12.25	55.84
5	Bajante tubería PVC 50 mm	m	7.7	8.47	65.19
Filtración					
6	Rejilla piso sifonada	u	5.00	1.30	6.50
Almacenamiento					
7	Tanque primeras lluvias 250 L	u	1.00	74.96	74.96
8	Tanque de almacenamiento 5000 L	u	1.00	874.40	874.40
Distribución					
Red hidrosanitaria					
9	Sum. e inst. de tubería PVC 1/2"	m	5.79	4.61	26.67
10	Sum. e inst. de tubería PVC 3/4"	m	6.39	6.55	41.88
11	Sum. e inst. de tubería PVC 1"	m	8.12	7.36	59.80
12	Tanque hidroneumático	u	1.00	140.00	140.00
13	Bomba centrífuga	u	1.00	271.72	271.72
PANELES SOLARES					
14	Kit voltaico	u	1.00	2249.03	2249.03
Acabados					
15	Acabado de superficies	m^2	3.05	16.04	48.92
			TOTAL		**4294.79**

SON: CUATRO MIL DOS CIENTOS NOVENTA Y CUATRO DOLARES 79/100 CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 1 DE 15

RUBRO: 1

DETALLE: LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO **UNIDAD:** m^2

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)					0.13
SUBTOTAL M					0.13

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor	C1	1.00	4.55	4.55	0.20	0.91
Albañil	D2	1.00	4.10	4.10	0.40	1.64
SUBTOTAL N						2.55

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
				0.00
				0.00
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		2.68
INDIRECTOS (%)	20%	0.54
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		3.21
VALOR UNITARIO		3.21

SON: TRES DOLARES 21/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 2 DE 15

RUBRO: 2

DETALLE: PICADO DE PARED **UNIDAD:** m^2

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)					0.15
SUBTOTAL M					0.15

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor	C1	1.00	4.55	4.55	0.20	0.91
Albañil	D2	1.00	4.10	4.10	0.50	2.05
SUBTOTAL N						2.96

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
				0.00
				0.00
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3.11
INDIRECTOS (%)	20%	0.62
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		3.73
VALOR UNITARIO		3.73

SON: TRES DOLARES 73/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3 DE 15

RUBRO: 3
BASE DE CONCRETO
DETALLE: RESISTENCIA F'C 180 KG/CM2 **UNIDAD:** m^3

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)					0.21
Mezcladora	1.00	5.62	5.62	0.80	4.50
Vibrador	1.00	3.50	3.50	0.80	2.80
SUBTOTAL M					7.51

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor	C1	1.00	4.55	4.55	0.20	0.91
Albañil	D2	1.00	4.10	4.10	0.80	3.28
SUBTOTAL N						4.19

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
Cemento Portland	u	5.67	7.75	43.94
Arena	m^3	0.11	0.70	0.08
Grava	m^3	0.02	1.10	0.02
Agua	m^3	0.10	0.22	0.02
SUBTOTAL O				44.06

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		55.76
INDIRECTOS (%)	20%	11.15
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		66.91
VALOR UNITARIO		66.91

SON: SESENTA Y SEIS DOLARES 91/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 4
DETALLE: TUBERÍA DESAGUE PVC 75 MM **UNIDAD:** m

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)					0.21
SUBTOTAL M					0.21

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor C1	1.00	4.55	4.55	0.20	0.91
Plomero D2	1.00	4.10	4.10	0.80	3.28
SUBTOTAL N					4.19

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
Bajante PVC	u	1.00	1.66	1.66
Soporte Bajante	u	0.50	0.94	0.47
Tubo PVC de desagüe	u	0.33	6.58	2.17
Tee diámetro 75 mm	u	0.33	3.85	1.27
Codo de bajante 90º	u	0.01	4.30	0.04
Sellador de juntas	u	0.01	11.58	0.12
Adhesivo para PVC	u	0.01	7.50	0.08
SUBTOTAL O				5.81

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		10.21
INDIRECTOS (%)	20%	2.04
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		12.25
VALOR UNITARIO		12.25

DOCE DOLARES 25/100
SON: CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato,junio2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 5 DE 15

RUBRO: 5
TUBERÍA DESAGUE PVC 50
DETALLE: MM **UNIDAD:** m

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)					0.21
SUBTOTAL M					0.21

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor	C1	1.00	4.55	4.55	0.20	0.91
Plomero	D2	1.00	4.10	4.10	0.80	3.28
SUBTOTAL N						4.19

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
Tuvería PVC 2"	m	1.00	1.66	1.66
Soporte Canal	u	0.10	1.09	0.11
Codo	u	0.06	3.53	0.21
Sellador de juntas	u	0.01	5.78	0.06
Bajante PVC	u	0.10	4.09	0.41
	u	0.01	2.04	0.02
	u	0.01	11.58	0.12
	u	0.01	7.50	0.08
SUBTOTAL O				2.66

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		7.05
INDIRECTOS (%)	20%	1.41
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		8.47
VALOR UNITARIO		8.47

OCHO DOLARES 47/100
SON: CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato,junio2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 6 DE 15

RUBRO: 6

DETALLE: REJILLA PISO SIFONADA **UNIDAD:** u

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)					0.03
SUBTOTAL M					0.03

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor	C1	1.00	4.55	4.55	0.05	0.23
Plomero	D2	1.00	4.10	4.10	0.10	0.41
SUBTOTAL N						0.64

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
Rejilla sifonada piso	u	4.00	3.91	15.64
SUBTOTAL O				15.64

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		16.31
INDIRECTOS (%)	20%	3.26
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		19.57
VALOR UNITARIO		19.57

SON: DIECINUEVE DOLARES 57/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 7 DE 15

RUBRO: 7
TANQUE PRIMERAS LLUVIAS 250 L
DETALLE: PVC **UNIDAD:** u

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)					0.03
SUBTOTAL M					0.03

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor	C1	1.00	4.55	4.55	0.05	0.23
Plomero	D2	1.00	4.10	4.10	0.10	0.41
SUBTOTAL N						0.64

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
Tanque primeras lluvias 250 L Plastigama	u	1.00	61.80	61.80
SUBTOTAL O				61.80

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		62.47
INDIRECTOS (%)	20%	12.49
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		74.96
VALOR UNITARIO		74.96

SON: SETENTA Y CUATRO DOLARES 96/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 8 DE 15

RUBRO: 8
TANQUE DE ALMACENAMIENTO 5000 L
DETALLE: PVC **UNIDAD:** u

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)					0.03
SUBTOTAL M					0.03

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor	C1	1.00	4.55	4.55	0.05	0.23
Plomero	D2	1.00	4.10	4.10	0.10	0.41
SUBTOTAL N						0.64

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
Tanque 5000 L Rotoplas	u	1.00	728.00	728.00
SUBTOTAL O				728.00

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		728.67
INDIRECTOS (%)	20%	145.73
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		874.40
VALOR UNITARIO		874.40

SON: OCHOCIENTOS SETENTA Y CUATRO DOLARES 40/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 9 DE 15

RUBRO: 9

DETALLE: SUM. E INST. DE TUBERÍA PVC 1/2" **UNIDAD:** m

EQUIPO						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)						0.09
SUBTOTAL M						0.09
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor	C1	1.00	4.55	4.55	0.05	0.23
Plomero	D2	1.00	4.10	4.10	0.20	0.82
Ayudante de Plomero	E2	1.00	4.10	4.05	0.20	0.81
SUBTOTAL N						1.86

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
Tubo PVC 1/2"	m	0.17	7.86	1.34
Soldadura PVC Polipega	lt	0.01	21.09	0.21
Codo PVC 90º 1/2"	u	0.48	0.46	0.22
Tee PVC 1/2"	u	0.08	0.62	0.05
Cruz PVC 1/2"	u	0.03	2.35	0.07
SUBTOTAL O				1.89

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3.84
INDIRECTOS (%)	20%	0.77
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		4.61
VALOR UNITARIO		4.61

SON: CUATRO DÓLARES 61/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 10

DETALLE: SUM. E INST. DE TUBERÍA PVC 3/4" **UNIDAD:** m

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)					0.07
SUBTOTAL M					0.07

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor	C1	1.00	4.55	4.55	0.05	0.23
Plomero	D2	1.00	4.10	4.10	0.10	0.41
Ayudante de Plomero	E2	1.00	4.10	4.05	0.20	0.81
SUBTOTAL N						1.45

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
Tubo PVC 3/4"	m^3	0.17	21.24	3.61
Soldadura PVC Polipega	lt	0.01	21.09	0.21
Codo PVC 90º 3/4"	u	0.05	0.46	0.02
Tee PVC 3/4"	u	0.11	0.62	0.07
Reductor PVC 3/4" x 1/2"	u	0.22	0.13	0.03
SUBTOTAL O				3.94

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		5.46
INDIRECTOS (%)	20%	1.09
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		6.55
VALOR UNITARIO		6.55

SON: SEIS DOLARES 55/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 11 DE 15

RUBRO: 11

DETALLE: SUM. E INST. DE TUBERÍA PVC 1" **UNIDAD:** m

EQUIPO						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)						0.07
SUBTOTAL M						0.07

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor	C1	1.00	4.55	4.55	0.05	0.23
Plomero	D2	1.00	4.10	4.10	0.10	0.41
Ayudante de Plomero	E2	1.00	4.10	4.05	0.20	0.81
SUBTOTAL N						1.45

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
Tubo PVC 1"	m	1	3.995	4.00
Soldadura PVC Polipega	lt	0.01	21.09	0.21
Codo PVC 90º 1"	u	0.21	1.81	0.38
Reductor PVC 1" X 3/4"	u	0.07	0.44	0.03
SUBTOTAL O				4.62

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		6.14
INDIRECTOS (%)	20%	1.23
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		7.36
VALOR UNITARIO		7.36

SON: SIETE DOLARES Y 36/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 12 DE 15

RUBRO: 12

DETALLE: TANQUE HIDRONEUMÁTICO **UNIDAD:** u

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)					0.03
SUBTOTAL M					0.03

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor	C1	1.00	4.55	4.55	0.05	0.23
Plomero	D2	1.00	4.10	4.10	0.10	0.41
SUBTOTAL N						0.64

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
Tanque hidroneumático 60 lt	u	1.00	116.00	116.00
SUBTOTAL O				116.00

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		116.67
INDIRECTOS (%)	20%	23.33
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		140.00
VALOR UNITARIO		140.00

SON: CIENTO CUARENTA DÓLARES 00/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 13 DE 15

RUBRO: 13
BOMBA
DETALLE: CENTRÍFUGA **UNIDAD:** u

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)					0.02
SUBTOTAL M					0.02

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor	C1	0.00	4.55	0.00	0.05	0.00
Plomero	D2	1.00	4.10	4.10	0.10	0.41
SUBTOTAL N						0.41

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
Bomba Centrifuga 1 HP	u	1.00	226.00	226.00
SUBTOTAL O				226.00

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		226.43
INDIRECTOS (%)	20%	45.29
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		271.72
VALOR UNITARIO		271.72

SON: DOS CIENTOS SETENTA Y UNO 72/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 14 DE 15

RUBRO: 14
DETALLE: KIT VOLTAICO **UNIDAD:** u

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)					0.19
SUBTOTAL M					0.19

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor	C1	1.00	4.55	4.55	0.10	0.46
Electricista	D2	1.00	4.10	4.10	0.80	3.28
SUBTOTAL N						3.74

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
Panel Solar 580 Wp Monocristalino	u	3.00	115.00	345.00
Controlador de carga	u	0.33	75.00	24.75
Inversor de corriente	u	0.33	135.00	44.55
Baterias	u	1.00	1423.00	1423.00
Tubería EMT 1/2 pulgada	u	6.00	1.40	8.40
Conector EMT 1/2 pulgada	u	2.00	0.30	0.60
Tablero Metálico	u	1.00	23.28	23.28
Cable 14AWG	m	0.33	1.20	0.40
Cable 10AWG	m	0.27	1.06	0.29
Cable 8AWG	m	0.01	0.99	0.01
SUBTOTAL O				1870.27

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1874.19
INDIRECTOS (%)	20%	374.84
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		2249.03
VALOR UNITARIO		2249.03

SON: DOS MIL DOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE DOLARES 03/100 CENTAVOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 15 DE 15

RUBRO: 15

DETALLE: ACABADO DE SUPERFICIES **UNIDAD:** m^2

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Herramienta menor (5% M.O)					0.10
SUBTOTAL M					0.10

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**	**R**	**D=CxR**
Maestro mayor	C1	1.00	4.55	4.55	0.10	0.46
Albañil	D2	1.00	4.10	4.10	0.40	1.64
SUBTOTAL N						2.10

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
Pintura	m^2	0.25	15.95	3.99
Sellador	u	0.25	19.71	4.93
Mortero	m^2	0.25	9.01	2.25
SUBTOTAL O				11.17

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
		A	**B**	**C=AxB**
		0.00		0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		13.37
INDIRECTOS (%)	20%	2.67
UTILIDAD (%)	0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		16.04
VALOR UNITARIO		16.04

SON: DIECISEIS DOLARES 04/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANEXO 5

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. Limpieza y desbroce del terreno

Descripción: Consiste en ejecutar todas las labores necesarias para preparar y acondicionar el área del proyecto, mediante la remoción manual, como maleza, hierba, raíces expuestas, arbustos y residuos sólidos de cualquier tipo. Se incluye también el retiro de materiales sueltos como piedras, basura, ramas, objetos metálicas o plásticos, con el propósito de dejar el área limpia y apta para los procesos de trazado, replanteo y excavaciones.

Materiales:

N/A

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de trabajo:

Si definirá y marcará previamente el perímetro del área que será sometida a limpieza, iniciando luego el desbroce manual mediante la remoción cuidadosa de maleza, arbustos y cualquier otro tipo de vegetación presente en la zona destinada a la instalación del sistema. Se deberá que el terreno, se mantenga en condiciones óptimas para evitar bloqueos o interferencias con el sistema de drenaje pluvial. El trabajo debe ejecutarse con sumo cuidado para no dañar la vegetación circundante ni afectar las construcciones en áreas adyacentes. Todo el material generado durante esta labor deberá ser trasladado y depositado únicamente en áreas designadas.

Métodos de pago:

La medición y el pago se llevarán a cabo basándose en la cantidad de metros cuadrados m^2 de área que haya sido limpiada adecuadamente. El pago se realizará únicamente cuando la inspección correspondiente certifique que se han cumplido los criterios y condiciones requeridos.

2. Picado de pared

Descripción:

Se llevará a cabo el retiro selectivo y dirigido del recubrimiento existente en una pared, con el propósito de permitir la adecuada incorporación de tuberías u otros elementos pertenecientes al sistema hidrosanitario. Esta actividad resulta fundamental para garantizar que la instalación de las conducciones y sus respectivas uniones se realice con precisión, asegurando un funcionamiento óptimo del sistema.

Materiales:

N/A

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de ejecución:

Se delimitará el área y volumen de pared que será removido, especificando dimensiones y se protegerá el entorno para evitar la dispersión de polvo y escombros, asegurando que la zona esté segura y libre de obstrucciones. Se empezará con el picado manual desde la parte superior de la pared para controlar mejor la caída de escombros. Trabajar de manera uniforme y cuidadosa para evitar daños en la estructura subyacente. Se recogerá y retirará los escombros desprendidos, garantizando la limpieza de la superficie y su correcta disposición. Se verificará que la superficie quede lista para la instalación de tuberías y posterior rehabilitación del acabado.

Métodos de pago:

La cuantificación y el correspondiente pago se realizarán considerando la superficie total en m^2 de muro interviniendo mediante picado, de acuerdo con las dimensiones especificadas en los planos del proyecto y previa verificación por parte del Fiscalizador. La cancelación del rubro se hará efectiva únicamente cuando se confirme el cumplimiento de los requisitos técnicos y las condiciones establecidas durante el proceso de inspección.

3. Contrapiso de hormigón simple f'c= 180 kg/cm^2

Descripción: Este ítem comprende todas las labores necesarias para la construcción de un contrapiso de hormigón simple con resistencia a la compresión de 180kg/cm^2, con un espesor uniforma de 12 cm, incluyendo desde la preparación del terreno hasta el vertido, curado del hormigón y colocación de malla electrosoldada para reforzamiento. Se considera también la compactación previa del suelo mediante capas de piedra bola y lastre

Materiales:

Cemento Portland, arena, ripio, agua, malla electrosoldada, tablas para encofrado, lámina de polietileno.

Equipo mínimo:

Herramienta menor, mezcladora, vibrador.

Procedimiento de ejecución:

Se efectuará una compactación mecánica del fondo de excavación, sobre la cual se colocarán una capa de piedra bola seguida de una capa de lastre, ambas compactadas con rodillo o plancha vibratoria.

Luego se instalará una lámina de polietileno para evitar la migración de humedad desde el terreno hacia el hormigón. La mezcla de hormigón deberá tener resistencia 180kg/cm^2 a 28 días y se colocará con espesor uniforme de 12 cm sobre la superficie preparada.

Antes del vaciado se realizará hormigón elaborado en obra o premezclado, de acuerdo con las exigencias del proyecto. Solo se realizará encofrado lateral en bordes expuestos, usando madera con altura de 12 cm.

Se deberá verificar la instalación de la impermeabilización y se marcarán los niveles, la compactación del hormigón será continua conforme avanza el vaciado, empleando herramientas que garanticen uniformidad.

Métodos de pago:

La cuantificación y cancelación del presente ítem se realizará en metros cúbicos (m^3), considerando exclusivamente el volumen del hormigón vaciado, compactado y acabado según especificaciones técnicas. El cálculo se efectuará sobre las dimensiones reales ejecutadas en obra, los cuales deberán ser verificadas y coincidir con los planos aprobados del proyecto.

4. Tubería desague PVC 75 mm

Descripción: los efluentes generados por equipos sanitarios como fregaderos y sumideros de piso serán transportados a través de tuberías de policloruro de vinilo PVC clase B, con un diámetro nominal de 75 mm. Estas líneas serán instaladas en zanjas previamente excavadas sobre el terreno natural, asegurando una inclinación mínima del 1% al 2% para garantizar el desplazamiento gravitacional del líquido. Se deberá disponer una cobertura mínima de 0.6 metros sobre la generatriz superior de la tubería.

Materiales:

Bajante PVC, soporte bajante, tubo PVC de desagüe, tee diámetro 75mm, codo de bajante 90º, sellador de juntas, adhesivo para PVC.

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de ejecución

Las tuberías de 75 mm deberán enlazarse respetando las longitudes y disposiciones detalladas en los planos constructivos. Deberán cumplir con los requisitos establecidos por la norma técnica INEN 1374.

Las uniones se efectuarán utilizando limpiador y adhesivo especializado, previa limpieza total de los extremos (espiga y campana), eliminando cualquier residuo o contaminante como polvo, grasa u otros. Se ejecutarán pruebas hidrostáticas aleatorias llenando las líneas con agua, para verificar la hermeticidad de todas las juntas, sin permitir filtraciones.

Ensayos y tolerancias:

Realizar pruebas de estanqueidad y flujo para asegurar que no exista fugas y el sistema funcione correctamente.

Métodos de pago:

Se reconocerán los metros lineales de tubería efectivamente instalados y aceptados por el ente de supervisión técnica.

5. Tubería desague PVC 50 mm

Descripción: Se evacuarán conducciones de PVC de 50 mm de diámetro. La instación podrá requerir trabajos preliminares tales como el corte o demolición. La instalación podrá requerir trabajos preliminares tales como el corte o demolición parcial de elementos estructurales (pisos o muros) para permitir el paso de las tuberías, conforme al trazado establecido en el diseño hidrosanitario. La pendiente mínima va del 1% al 2%.

Materiales:

Tubo PVC Ø 50 mm, codos, tee, uniones, soldadura polipega.

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de ejecución:

Las tuberías de 50 mm enlazarán los distintos dispositivos como sumideros, bajantes, cajas de revisión, conforme al trazado definido en los planos técnicos. El producto deberá cumplir con la norma INEN 1374. Las conexiones se realizarán utilizando solvente limpiador y adhesivo líquido para PVC, luego de limpiar completamente las zonas de unión.

Ensayos y tolerancias:

Se someterán a ensayos hidrostáticos aleatorios, llenando las conducciones con agua, para asegurar que no existan pérdidas en los empalmes.

Métodos de pago:

La medición y pago se realizará por metro lineal (m) de tubería instalada correctamente, según verificación del Fiscalizador.

6. Rejilla de piso sifonada

Descripción: Provisión y colocación de drenaje sifónico de piso, con un diámetro nominal de 75 mm fabricado en PVC, destinado a la captación eficiente de aguas pluviales o residuales en zonas internas o externas. El diseño incluye un sistema de cierre hidráulico que evita el paso de gases mediante sifón incorporado.

Materiales:

Sumidero sifonado de PVC Ø 75 mm con rejilla removible, codo inferior, tubo vertical, adhesivo tipo polipega, mortero para anclaje.

Equipo mínimo:

Herramienta menor (cincel, martillo, brocha, segueta, cuchara de albañil), nivel de burbuja.

Procedimiento de ejecución:

Se marcará la ubicación exacta del sumidero según los planos hidrosanitarios.

Se abrirá el espacio en el piso para alojar el cuerpo del sumidero.

Se colocará el sumidero conectado a la red de tuberías de conducción mediante adhesivo PVC, garantizando pendiente adecuada.

Se asegurará que quede nivelado con la superficie terminada y con la rejilla visible y removible.

Se rellenará el entorno con mortero para fijación y se realizarán pruebas de estanqueidad y drenaje.

Ensayos y tolerancias:

Se comprobará que no existan fugas y que el sifón retenga el nivel adecuado de agua para bloquear olores.

Método de pago:

La medición y pago se efectuará por unidad (u) instalada, conforme a lo establecido en planos y verificación del Fiscalizador. El pago incluirá todos los accesorios, materiales y la correcta instalación.

7. Tanque primeras lluvias 250 L Plastigama

Descripción: Depósito empleado para recibir las primeras lluvias, diseñado para interceptar y evacuar el primer caudal de lluvia proveniente de superficies recolectoras el cual suele contener mayor carga de impurezas sedimentos y material particulado. Su propósito es permitir que solo el agua con mejor calidad ingrese al sistema de recolección o almacenamiento principal.

Materiales:

Tanque 250 L, llave de paso, válvula de retención check

Herramienta menor

Herramientas manuales básicas como llaves, cinta métrica, nivel, etc.

Procedimiento de ejecución:

Se ubicará el tanque sobre una superficie firme de hormigón, verificando su alineación y asegurando una posición fija que evite desplazamientos. Se conectará la bajante al tanque utilizando los accesorios y uniones provistas.

Ensayos y tolerancias:

Operatividad de los dispositivos de control como las válvulas y llaves, así como la eficiencia del llenado inicial del tanque para asegurar que cumpla su función de purga del primer lavado.

Métodos de pago:

El cálculo y remuneración se efectuará por unidad colocada conforme a los valores unitarios establecidos en el presupuesto contractual, incluyendo materiales, instalación y verificación funcional.

8. Tanque de almacenamiento 5000 L Rotoplas

Descripción: Abastecimiento e implementación de un contenedor de gran capacidad de 5000 litros marca Rotoplas, diseñado para la acumulación de agua de lluvia recolectada mediante el sistema de captación instalado. Su función principal es garantizar la disponibilidad del recurso hídrico para usos posteriores.

Materiales:

Tanque 5000 L Rotoplas.

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de ejecución:

Se instalará un tanque sobre una base estructural de concreto previamente nivelada y dimensionada, asegurando su correcta fijación para evitar desplazamientos o inestabilidad. Se conectará la bajante al tanque mediante accesorios adecuados, asegurando uniones firmes. Se incorporarán válvulas de paso y llaves de control en los puntos indicados para regular el ingreso y extracción del líquido contenido.

Ensayos y tolerancias

Se realizarán ensayos funcionales para validar el correcto funcionamiento de válvulas así como pruebas de llenado del tanque, verificando su hermeticidad y operatividad.

Métodos de pago:

Se efectuarán por cada unidad instalada conforme al valor establecido en el análisis de precios unitarios, incluyendo materiales como montaje y comprobaciones operativas.

9. Suministro e instalación de tuberías PVC ½”

Descripción: tubería de policloruro de vinilo de ½, destinada a la conducción de agua en sistema hidrosanitarios, según el trazado especificado en los planos del proyecto.

Materiales:

Conducción PVC 1/2 , codos de 90 1/2, Tee 1/2, cruces 1/2.

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de ejecución:

Tramos de tubería y accesorios de acuerdo con los esquemas del sistema hidrosanitario. Cortar las tuberías a la longitud necesaria, asegurando cortes perpendiculares para evitar obstrucciones o fallas en uniones. Se provisionarán conductores en su lugar, verificando su alineación horizontal y el cumplimiento de la pendiente establecida para el flujo adecuado. Se aplicará adhesivo PVC uniendo cada tramo y accesorio. Se revisarán todas las uniones para confirmar que estén firmemente selladas y no presenten fugas

Ensayos y tolerancias

Se realizará una verificación de estanqueidad en toda la red instalada, así como la validación del cumplimiento dimensional y de alineación del sistema.

Métodos de pago:

La cuantificación se efectuará en metros lineales de tubería efectivamente colocada y aprobada por la supervisión. El valor incluirá todos los accesorios y elementos empleados conforme al análisis de precios unitarios.

10. Suministro e instalación de tuberías PVC ¾ ”

Descripción: tubería de policloruro de vinilo de ¾, destinada a la conducción de agua en sistema hidrosanitarios, según el trazado especificado en los planos del proyecto.

Materiales :

Conducción PVC 3/4 , codos de 90 3/4, Tee 3/4, cruces 3/4 .

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de ejecución:

Tramos de tubería y accesorios de acuerdo con los esquemas del sistema hidrosanitario. Cortar las tuberías a la longitud necesaria, asegurando cortes perpendiculares para evitar obstrucciones o fallas en uniones. Se provisionarán conductores en su lugar, verificando su alineación horizontal y el cumplimiento de la pendiente establecida para el flujo adecuado. Se aplicará adhesivo PVC uniendo cada tramo y accesorio. Se revisarán todas las uniones para confirmar que estén firmemente selladas y no presenten fugas

Ensayos y tolerancias

Se realizará una verificación de estanqueidad en toda la red instalada, así como la validación del cumplimiento dimensional y de alineación del sistema.

Métodos de pago:

La cuantificación se efectuará en metros lineales de tubería efectivamente colocada y aprobada por la supervisión. El valor incluirá todos los accesorios y elementos empleados conforme al análisis de precios unitarios.

11. Suministro e instalación de tuberías PVC 1”

Descripción: Conducto cilíndrico fabricado en policloruro de vinilo empleado para la distribución o conducción de agua a presión o por gravedad. Es resistente a la corrosión liviana de fácil manipulación y compatible con múltiples accesorios de conexión. Considera la provisión e instalación de dichas tuberías dentro del sistema de abastecimiento o evacuación, conforme al diseño técnico establecido.

Materiales
Tubo PVC 1’’, soldadura PVC polipega, codo PVC 90º 1’’ , reductor PVC 1 ’.

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de ejecución:

Se identificará el trazado y puntos de conexión según el plano hidrosanitario del proyecto. Las tuberías serán cortadas con precisión, asegurando cortes perpendiculares para evitar restricciones o fallas en el sistema. Las tuberías serán cortadas con precisión, asegurando cortes perpendiculares para evitar restricciones o fallas en el sistema. Se colocarán los tramos de conducción en las ubicaciones ´revistas, manteniendo nivel y pendiente adecuada para el correcto flujo. Se aplicará el adhesivo PVC en las uniones entre tubos y accesorios, conforme a las instrucciones del fabricante y se verificará que todas las juntas estén bien ajustadas, selladas y libres de fugas.

Ensayos y tolerancias:

Se llevará a cabo una prueba de hermeticidad para asegurar que el sistema no presente filtraciones, además de una inspección general para validar alineación y ejecución correcta.

Métodos de pago:

Se computará la longitud de tubería efectivamente instalada en metros lineales incluyendo los accesorios utilizados. El pago se realizará con base en precio unitario aprobado en presupuesto.

12. Tanque Hidroneumático

Descripción: Suministro e instalación de tanque hidroneumático de 60 litros, marca Pearl, para sistemas de presión constante en redes hidrosanitarias.

Materiales:

Tanque de presión Pearl de 60 L, válvula check, manómetro, conexiones de entrada y salida.

Equipo mínimo:

Llave de tubo, nivel, herramienta menor.

Procedimiento de ejecución:

Se colocará el tanque sobre base firme y nivelada, conectado a la red de distribución de agua y a la bomba. Se verificarán las presiones de arranque y parada del presostato. Se comprobará que no existan fugas ni ruidos anormales. Se realizarán las pruebas de funcionamiento antes de su entrega.

Métodos de pago:

La medición se realizará por unidad (u) efectivamente instalada y operativa. El pago incluirá todos los accesorios de instalación y puesta en funcionamiento.

13. Bomba centrífuga 1 HP

Descripción: La bomba centrífuga de 1 HP se utilizará para la circulación y bombeo de agua en el sistema de captación de agua lluvia. Esta bomba se seleccionó con características adecuadas para garantizar el flujo continuo y eficiente del agua.

Materiales:

bomba centrífuga 1 HP.

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento ejecución:

Se Inspeccionará la bomba para confirmar que cumpla con las especificaciones técnicas, y que no presente defectos físicos o funcionamiento. Se preparará una base firme, nivelada y estable que garantice una correcta sujeción del equipo y evite desplazamiento o vibraciones excesivas. Se procederá a conectar los extremos de succión y descarga de la bomba a las tuberías del sistema, asegurando un sellado hermético en las uniones. Se realizará la conexión eléctrica del motor a la red, comprobando que el voltaje y la corriente coincidan con los parámetros del fabricante.

Ensayos y tolerancias:

Se debe realizar una prueba de funcionalidad.

Métodos de pago:

El pago se realizará por unidad completamente instalada y aprobada de acuerdo con los precios unitarios del presupuesto, incluyendo todos los materiales y elementos del montaje necesario.

14. Kit Voltaico

Descripción: Este rubro abarca el suministro e instalación de un sistema fotovoltáico completo para la generación, almacenamiento y distribución de energía solar hacia la bomba. EL kit incluye todos los componentes necesarios para que el sistema funcione de manera eficiente y segura,

Materiales:

Panel Solares 580 Wp Monocristalino, controlador de carga, inversor de corriente, baterías, tubería EMT ½'', conector EMT ½'', tablero metálico, cable 14 AWG, cable 10 AWG y cable 8 AWG.

Equipo mínimo:

Herramienta menor, equipo eléctrico.

Procedimiento de ejecución:

Se verificará que todos los componentes del kit voltaico sean de las especificaciones requeridas. Confirmar la potencia total de los paneles, capacidad de baterías y compatibilidad del inversor.

Se identificará el área donde se instalará los paneles solares y montarlos sobre el techo, sujetándolos y con la inclinación adecuada; conectar los paneles como se especifica en los planos, y siguiendo instrucciones del fabricante.

Instalar el inversor de corriente en un lugar ventilado y seguro dentro del tablero metálico y se conectará el controlador de carga entre los paneles solares y baterías, para regular la carga de las mismas.

Se utilizará tuberías EMT para proteger los cables que conectan todo el circuito, asegurarse que todas las conexiones sean seguras y aisladas.

Se verificará que los paneles solares generen la cantidad esperada de electricidad y que el inversor convierta correctamente la corriente continua en alterna. Comprobar que las baterías se carguen correctamente y que el controlador de carga regule el voltaje.

Ensayos y tolerancias:

Se debe realizar una prueba de funcionalidad, prueba de seguridad eléctrica y prueba de tolerancia de instalación.

Medición de pago:

La medición y pago se realizará por el suministro e instalación completa del sistema fotovoltaico, considerando cada uno de los componentes del kit en unidades (u). El pago se efectuará de acuerdo con los precios unitarios establecidos, incluyendo accesorios utilizados.

15. Acabado de superficies

Descripción: El acabado de superficies comprende actividades relacionadas con la preparación, tratamiento y acabado de superficies para garantizar la estética, durabilidad y resistencia de la estructura.

Materiales:

Yeso, mortero, masilla

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de ejecución:

Se realizará el empaste de paredes en una sola cada de espesor mínimo 0.5 cm, emparejando cualquier irregularidad del trabajo de enlucido.

Se limpiará las superficies enlucidas y se esperará que estén listas y secas, en un promedio de 4 a 6 horas, y se aplicará un sellador adecuado para la superficie.

Aplicar la pintura en capas uniformes, dejando secar entre cada capa. Asegurar que la superficie se seque completamente.

Ensayos y tolerancias:

N/A

Métodos de pago:

La medición y pago se efectuará en metros cuadrados (m^2) de superficie acabada. El pago se efectuará de acuerdo con los precios unitarios establecidos, incluyendo accesorios utilizados.