



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA, COMO ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE, EN EL BARRIO LOS JARDINES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO-SAN MARTIN-2019”

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

BACH. NEVER ESCALANTE ALEGRÍA

BACH. TONY FERNANDO SANDOVAL PINEDO

ASESOR:

ING° M.Sc. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA

TARAPOTO - PERÚ 2019

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre por haberme enseñado el valor preciado de la humildad, ante todas las personas.

A mi hijo Russell, por darme el motivo de alcanzar todos mis sueños.

A todos los usuarios de EMAPA SAN MARTIN Tarapoto, para que con esta tesis puedan ahorrar el consumo y el desabastecimiento de agua.

A Dios por iluminar mis caminos y los desvíos.

NEVER ESCALANTE ALEGRÍA

Esta tesis se la dedico a mi Dios todo poderoso quien me guía, por el buen camino, me da fuerzas para seguir adelante y afrontar los problemas que a diario se dan en nuestras vidas, ante las adversidades y no pudiendo caer en el intento.

Dedico a mis padres: Warner Sandoval García y Martha Pinedo Grandes, por su soporte, opiniones, conocimiento, amor, por su paciencia, ayuda en todos los momentos difíciles y los recursos económicos indispensables para realizar mis estudios. Me han dado todo lo que soy como persona, mis virtudes, mis convicciones, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis metas y seguir con la frente en alto.

Dedico también a mis profesores, sencillo no ha sido el proceso pero muchas gracias por las ganas de transmitir sus conocimientos y dedicación, logrando en mi importantes logros y objetivos como la culminación del desarrollo de esta tesis con mucha satisfacción.

TONY FERNANDO SANDOVAL PINEDO

AGRADECIMIENTO

A cada docente de la Universidad Científica del Perú, en haberme nutrido de conocimiento y prepararnos en nuestra profesión, y de manera especial, la gratitud para nuestro asesor de esta tesis, al Ing M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta, quien ha afinado y guiado nuestro proyecto de tesis.

A mi padre, por enseñarme a estudiar desde muy pequeño, luchar por nuestros objetivos y por darme a una linda madre. Ella por despertarme temprano, por educarme, por afrontar nuestros problemas e inculcar nuestra fe en Dios, que con él todo es posible.

NEVER ESCALANTE ALEGRÍA

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, y por guiarme a lo largo de nuestra existencia, siendo el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a mis padres: Warner Sandoval García y Martha Pinedo Grandes, por ser fundamentalmente promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios inculcados.

TONY FERNANDO SANDOVAL PINEDO

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP**

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

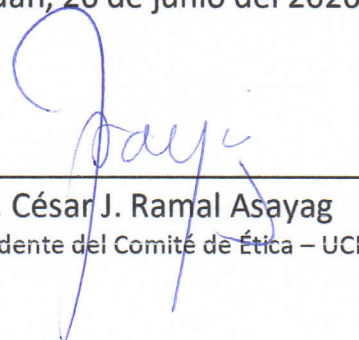
La Tesis titulada:

**"PROPUESTA DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA,
COMO ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE,
EN EL BARRIO LOS JARDINES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO – SAN MARTÍN -
2019"**

De los alumnos: **NEVER ESCALANTE ALEGRÍA Y TONY FERNANDO SANDOVAL PINEDO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **12% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 26 de junio del 2020.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

Urkund Analysis Result

Analysed Document: UCP_INGENIERIACIVIL_2020_TESIS_NeverEscalante_y_TonySandoval_V
(D75624867)
Submitted: 6/25/2020 6:32:00 PM
Submitted By: revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Significance: 12 %

Sources included in the report:

grandez_rp.pdf (D26828642)
1576298426_720_2.-
_Rainwater_system_proposal_as_an_alternative_to_save_drinking_water.pdf (D61040887)
<https://es.slideshare.net/petterherrera/proyecto-aula-29530368>

Instances where selected sources appear:

20

“Año de la Universalización de la Salud”
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

**FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 799-2019-UCP-FCEI del 18 de octubre de 2019, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- Ing. Caleb Ríos Vargas, M. Sc. Presidente
- Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc. Miembro
- Ing. Luis Paredes Aguilar, M. Sc. Miembro

Como Asesor: Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta. M. SC.

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 21 horas del día 06 de Julio del 2020, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA, COMO ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE, EN EL BARRIO LOS JARDINES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO – SAN MARTÍN - 2019”.

Presentado por los sustentantes:

NEVER ESCALANTE ALEGRÍA
y
TONY FERNANDO SANDOVAL PINEDO

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: ABSUELTAS

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: APROBADA POR MAYORÍA (15) QUINCE

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.

Presidente

Miembro

Miembro

Contáctanos:

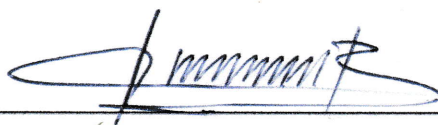
Iquitos – Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compagñon 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

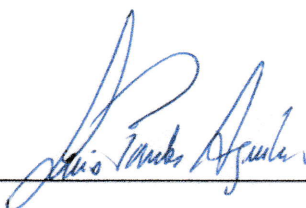
APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 06 de Julio del 2020 a las 9.00 p.m.



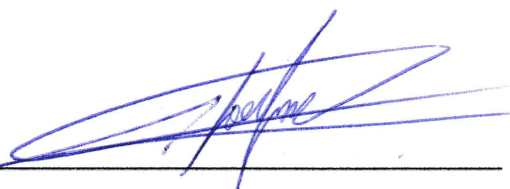
M.Sc. Ing. CALEB RÍOS VARGAS

PRESIDENTE DEL JURADO



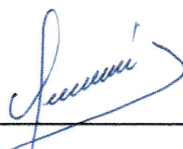
M.Sc. Ing. LUIS PAREDES AGUILAR

MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. Ing. JOEL PADILLA MALDONADO

MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA

ASESOR

Indice

| | |
|--|-----------|
| Carátula..... | 1 |
| Dedicatoria..... | 2 |
| Agradecimiento..... | 3 |
| Indice..... | 4 |
| Resumen..... | 8 |
| Abstract..... | 9 |
| | |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| | |
| 1.1 Introducción..... | 10 |
| 1.2 Planteamiento del problema..... | 10 |
| 1.2.1 Descripción del problema..... | 10 |
| 1.3 Formulación del problema..... | 12 |
| 1.3.1 Problema general..... | 12 |
| 1.3.2 Problema específico..... | 12 |
| 1.4 Objetivos..... | 13 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 13 |
| 1.4.2 Objetivos específicos..... | 13 |
| 1.5 Justificación de la Investigación..... | 13 |
| 1.6 Antecedentes de la ciudad de Tarapoto..... | 15 |
| 1.6.1 Temperatura..... | 15 |
| 1.6.2 Nubes..... | 16 |
| 1.6.3 Precipitación..... | 16 |
| 1.6.4 Lluvia..... | 17 |
| 1.6.5 Humedad..... | 17 |
| 1.6.6 Viento..... | 18 |
| 1.6.7 Topografía..... | 18 |
| | |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO..... | 22 |
| | |
| 2.1 Antecedentes del estudio..... | 22 |
| 2.2 Bases Teóricas..... | 24 |
| 2.2.1 El agua..... | 24 |
| 2.2.2 El ciclo hidrológico..... | 25 |
| 2.2.3 Cuenca Hidrográfica..... | 25 |
| 2.2.4 Precipitaciones..... | 26 |
| 2.2.5 Campos de aplicación..... | 27 |
| 2.2.6 Información básica en el diseño de un sistema de cosecha de agua de Lluvia..... | 29 |
| 2.2.7 Criterios para establecer la precipitación y demanda de diseño..... | 29 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.2.8 | Red de distribución de aguas pluviales y sistema de bombeo..... | 31 |
| 2.3 | Definición de términos básicos..... | 41 |
| 2.4 | Hipótesis..... | 45 |
| 2.5 | Variable, indicadores e índices..... | 45 |
| 2.5.1 | Variable independiente..... | 45 |
| 2.5.2 | Variable dependiente..... | 45 |
| CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS..... | | 46 |
| 3.1 | Tipo y diseño de investigación..... | 46 |
| 3.1.1 | Tipo de investigación..... | 46 |
| 3.1.2 | Diseño de la investigación..... | 46 |
| 3.2 | Población y Muestra..... | 47 |
| 3.2.1 | Población..... | 47 |
| 3.2.2 | Muestra..... | 47 |
| 3.3 | Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos..... | 47 |
| 3.3.1 | Técnicas de recolección de datos..... | 47 |
| 3.3.1.1 | Fuentes técnicas..... | 47 |
| 3.3.2 | Instrumentos de recolección de datos..... | 48 |
| 3.3.2.1 | Instrumentos bibliográficos..... | 48 |
| 3.3.3 | Procedimientos de recolección de datos..... | 48 |
| 3.3.4 | Procesamiento de datos y análisis estadísticos..... | 49 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS..... | | 50 |
| 4.1 | Determinación del caudal de la oferta hídrica..... | 50 |
| 4.1.1 | Precipitación en la zona..... | 50 |
| 4.1.2 | Cálculo de la precipitación pluvial neta..... | 52 |
| 4.2 | Sistema de captación y distribución de aguas pluviales..... | 52 |
| 4.2.1 | Cálculo del volumen de agua requerida..... | 52 |
| 4.2.1.1 | Beneficiarios del sistema..... | 52 |
| 4.2.1.2 | Dotación diaria..... | 53 |
| 4.2.1.3 | Demanda mensual de agua..... | 54 |
| 4.2.2 | Area de captación..... | 55 |
| 4.2.3 | Cálculo del volumen de agua de lluvia disponible..... | 56 |
| 4.2.4 | Balance de la demanda de agua y la oferta pluvial..... | 57 |
| 4.2.5 | Ingeniería del proyecto..... | 57 |
| 4.2.5.1 | Planteamiento del sistema..... | 57 |
| 4.2.5.2 | Captación de aguas pluviales..... | 58 |
| 4.2.5.3 | Area de captación de aguas pluviales..... | 58 |
| 4.2.5.4 | Volumen de almacenamiento..... | 59 |
| 4.2.5.5 | Sistema de distribución..... | 62 |
| 4.2.5.5.1 | Tanque elevado..... | 62 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.5.5.2 Volumen del Sedimentador por trampa de sólidos..... | 63 |
| 4.2.5.5.3 Sistema de bombeo..... | 64 |
| 4.2.5.5.4 Red de distribución..... | 67 |
| 4.3 Determinación del ahorro de agua potable..... | 72 |
| CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS..... | 75 |
| CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 78 |
| 6.1 Conclusiones..... | 78 |
| 6.2 Recomendaciones..... | 79 |
| CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA..... | 80 |
| Anexos..... | 82 |
| Anexo 01: Planos | 83 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| TABLA 1: DOTACIÓN DE AGUA DIARIA POR PERSONA..... | 31 |
| TABLA 2: VALORES DE REFERENCIA PARA COEFICIENTE (C) DE ESCORRIENTÍA, EN DIFERENTES TIPO DE SUPERFICIE Y COBERTURA..... | 35 |
| TABLA 3: MATERIAL RECOMENDADO EN DEPÓSITOS PARA ALMACENAR AGUA, SEGÚN SU CAPACIDAD..... | 40 |
| TABLA 4: PRECIPITACIÓN TOTAQL MENSUAL..... | 50 |
| TABLA 5: PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL..... | 51 |
| TABLA 6: PRECIPITACIÓN PLUVIAL NETA..... | 52 |
| TABLA 7: DOTACIÓN DIARIA DE SANITARIOS..... | 53 |
| TABLA 8: DOTACIÓN DE AGUA DIARIA POR PERSONA..... | 53 |
| TABLA 9: DEMANDA MENSUAL DE AGUA..... | 54 |
| TABLA 10: AREA .RECOLECTORA DE TECHOS..... | 55 |
| TABLA 11: VOLUMEN DE AGUA DE LLUVIA DISPONIBLE..... | 56 |
| TABLA 12: VOLUMEN MENSUAL DE AGUA DE LLUVIA DISPONIBLE Y REQUERIDA..... | 59 |
| TABLA 13: VOLUMENES ACUMULADOS DE OFERTA DISPONIBLE Y CONSUMO..... | 60 |
| TABLA 14: GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO HUNTER..... | 66 |
| TABLA 15: CONSUMO MENSUAL DE AGUA POTABLE FACTURADO POR EMAPA SAN MARTIN S.A..... | 72 |
| TABLA 16: CONSUMO MENSUAL DE AGUA DE LLUVIA EN INODOROS..... | 73 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 01: CANALETAS DE RECOLECCIÓN..... | 32 |
| FIGURA 02: CANALETAS HORIZONTALES..... | 34 |
| FIGURA 03: INTERCEPTOR DE LAS PRIMERAS AGUAS..... | 34 |

RESUMEN

La tesis que presentamos es el resultado de la investigación que nos permitió llevar a cabo en la Universidad Científica del Perú cuyo título se denomina **“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA, COMO ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE, EN EL BARRIO LOS JARDINES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO-SAN MARTIN-2019”**

El sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para el ahorro de consumo de agua potable, se inicia con la recolección de agua de lluvia mediante un área de captación de todos los techos de la vivienda en estudio cuya cobertura es calamina corrugada y mediante canaletas de aluminio se recoge y va a una montante de tubería de P.V.C. Ø 4”, la cual llega a un sedimentador que es un tanque de eternit de capacidad de 800 litros, ubicado a 2.07 m. del nivel de piso terminado del primer piso, luego por rebose el agua de lluvia se distribuye al equipo de almacenamiento de agua denominado cisterna que es de acero galvanizado y es enterrado y tiene una capacidad de 3500 litros que equivale a 3.5 m³ y está ubicada a 1.15 m. por debajo del nivel de terreno natural.

Luego mediante una Electrobomba de Ø 1”, se impulsa el agua de lluvia al Tanque Elevado de P.V.C. de capacidad 1,100 litros que equivale a 1.1 m³ ubicado en una plataforma de concreto sobre el tercer piso a una altura de 10.89 m. del nivel de piso terminado del primer piso y de ahí se distribuye el agua de lluvia a los inodoros ubicados de la siguiente manera: 8 en el primer piso y 5 en el tercer piso, que hacen un total de 13 inodoros. La distribución del tanque elevado a los inodoros se realiza mediante tubería P.V.C. Ø 3/4”.

Palabras clave:

Agua de lluvia

Captación

Almacenamiento

ABSTRACT

The thesis that we present is the result of the research that allowed us to carry out in the Scientific University of Peru whose title is called "PROPOSAL OF A RAINWATER USE SYSTEM, AS AN ALTERNATIVE FOR THE SAVINGS OF DRINKING WATER CONSUMPTION, IN THE GARDENS OF THE CITY OF TARAPOTO-SAN MARTIN-2019 "

The rainwater utilization system for the saving of drinking water consumption, begins with the collection of rainwater through a catchment area of all the roofs of the house under study whose coverage is corrugated calamine and through aluminum gutters is collected and goes to a pillar of PVC pipe $\varnothing 4$ ", which reaches a settler which is an 800 liter capacity eternit tank, located 2.07 m. from the finished floor level of the first floor, then by overflowing the rainwater is distributed to the water storage equipment called a cistern that is made of galvanized steel and is buried and has a capacity of 3500 liters equivalent to 3.5 m³ and is located at 1.15 m below the level of natural terrain.

Then, by means of a $\varnothing 1$ " electric pump, rainwater is propelled to the Elevated Tank of P.V.C. 1,100 liters capacity equivalent to 1.1 m³ located on a concrete platform on the third floor at a height of 10.89 m. from the finished floor level of the first floor and from there the rainwater is distributed to the toilets located as follows: 8 on the first floor and 5 on the third floor, which make a total of 13 toilets. The distribution of the elevated tank to the toilets is done by P.V.C. $\varnothing 3/4$ ".

Keywords:

Rain water

Catchment

Storage

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA, COMO ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE, EN EL BARRIO LOS JARDINES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO-SAN MARTIN-2019”

1.2. Planteamiento del Problema.

1.2.1. Descripción del Problema

El agua del mundo existe de manera natural bajo distintas formas y en distintos lugares: en el aire, en la superficie, bajo el suelo y en los océanos, pero sólo el 2.5% del agua total es agua dulce, aunque de éste valor no todo está disponible, pues únicamente el 0.4% del agua dulce está en condiciones aptas para ser utilizadas por los seres vivos. Éste pequeño valor, equivalente a 35'029,210 m³ de agua (según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (**IDEAM**), que es una entidad del gobierno de Colombia dependiente del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Se encarga del manejo de la información científica, hidrológica, meteorológica y todo lo relacionado con el medio ambiente en Colombia.), se ve claramente afectado por diversos factores que ponen en riesgo la sostenibilidad del recurso para garantizar el abastecimiento de las poblaciones, en donde la combinación de factores naturales y la acción del ser humano origina presiones sobre el mismo. Adicionalmente, el cambio climático y la variabilidad natural en la distribución y la presencia del agua, son las fuerzas naturales que complican dicho desarrollo sostenible.

Algunas de los principales factores que afectan al recurso hídrico son:

- El crecimiento de la población, en especial en regiones con escasez de agua.**
- Grandes cambios demográficos a medida que la población se desplaza de entornos rurales a urbanos.**
- Mayores demandas de seguridad alimentaria y de bienestar socioeconómico. - Mayor competencia entre usuarios y usos.**

-Contaminación de origen industrial, municipal y agrícola. (CRUZ CARRANZA, GUMBER JOSBAL.2014).

Se pueden mencionar algunas de las razones por las cuales el recurso hídrico se está viendo afectado muchísimo a lo largo de la historia. En primer lugar, está relacionado directamente al crecimiento de la población mundial, es decir, al haber más seres humanos (los cuales son los que consumen la mayor cantidad de agua en el planeta), se requiere un mayor abastecimiento de agua. Luego, está la necesidad de la gente de buscar nuevos lugares para establecerse y, por consiguiente, nuevas fuentes de aguas vírgenes que no habían sido aprovechadas antes. Otra razón es que la gente, al tener una mayor capacidad de desarrollo, requiere del recurso hídrico ya no solo para el consumo personal vital, sino también para otras actividades como limpieza de autos, limpieza de viviendas cada vez más grandes, regado de jardines mayores, realización de juegos acuáticos, etc. Por último, y no menos importante, está la contaminación por el uso industrial que se le da al agua, el cual termina por consumir el agua utilizada y no dejarla apta para seguir su camino en su ciclo natural. (UNESCO, 2006)

En la ciudad de Tarapoto, y distritos adyacentes, el problema principal se centra, en mal servicio de agua potable, cuya empresa que administra estos servicios es la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPA SAN MARTIN S.A), empresa paraestatal en el cual, prometió desde muchos años el megaproyecto que ejecutará el gobierno, pero en la cual no se llega a un proyecto conciso, por ello la población está sufriendo de un abastecimiento neto de agua potable.

La empresa concesionaria tiene varios puntos de almacenamiento de agua, pero la ciudad de Tarapoto y adyacentes como Morales y la Banda de Shilcayo, están en un crecimiento exponencial, y los proyectos de abastecimiento no están de acuerdo a la demanda que necesita la población, es por eso que el servicio se abastece por horas y, existen zonas donde la presión es casi nula.

Es por ello que surge el diseño de un sistema de aprovechamiento agua de lluvia ya sea para los quehaceres domésticos que no requieren de la calidad de agua potable, o para otros fines. Siendo esta propuesta aplicable en regiones donde la precipitación pluvial se presenta en forma regular, donde debe ser hasta cierto punto una obligación su utilización en forma organizada, pues resulta irracional que, por ejemplo, en nuestras viviendas continuemos utilizando agua potable cara y cada vez más escasa en servicios que no requieren agua de esta calidad, como son limpieza de servicios higiénicos, lavado de ropa, riego de jardines, etc.; siendo este volumen del orden del 40 al 50% del agua potable utilizada; cuando es factible la utilización de agua de lluvia para esta actividad. Esta alternativa permitirá optimizar el uso de agua potable, permitiendo que se dé una mayor cobertura del servicio con el mismo volumen de agua potable. La propuesta del aprovechamiento de agua de lluvia, para el ahorro de agua potable, constituye un medio importante para el desarrollo sostenible, permitiendo de esta manera alcanzar grandes logros de productividad, así como el desarrollo eficiente y racional del uso del agua potable, que permiten mejorar la calidad de vida de la población. (EDGAR ELI GRÁNDEZ TORRES, 2017)

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

El problema a formular obedece a la siguiente interrogante:

¿Es posible que la propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia, será una alternativa para el ahorro de consumo de agua potable, en el barrio los jardines de la ciudad de Tarapoto?

1.3.2. Problemas Específicos

¿Será posible calcular y determinar la oferta hídrica pluvial de las precipitaciones, en el barrio Los Jardines de la ciudad de Tarapoto?

¿Cuál sería la forma de definir el sistema de captación de agua de lluvia para ciertos usos domésticos?

¿Será posible que el uso de agua de lluvia nos permitirá un ahorro económico en el consumo de agua potable?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia, como alternativa para el ahorro de consumo de agua potable, en el barrio los jardines de la ciudad de Tarapoto – San Martín.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Determinar el caudal de la oferta hídrica, proveniente de las precipitaciones en el barrio Los Jardines de la ciudad de Tarapoto.
2. Desarrollar un sistema de captación y distribución de aguas pluviales en la vivienda ubicada en el Jirón Alfonso Ugarte 710 del barrio Los Jardines, para ciertos usos domésticos (inodoros, urinarios, jardinería, lavado de motos, etc.)
3. Determinar el costo-beneficio de la captación y distribución de aguas pluviales, comparando con los costos actuales de la concesionaria de agua potable, en la ciudad de Tarapoto.

1.5. Justificación de la Investigación.

Como temas importantes para investigar y considerar la implementación de las técnicas de captación de agua de lluvia, según mención de la FAO (1987) y el Banco Mundial (1988), son:

Uniformizar la terminología y técnicas en el diseño de los sistemas de captación de agua de lluvia. Establecer bancos de datos regionales y nacionales de información sobre nuevos y antiguos sistemas de captación de agua de lluvia, así sobre el clima, hidrología, geomorfología, uso de la tierra, etc.

Así como fortalecer a las instituciones relacionadas y desarrollar principalmente sistemas de captación de agua de lluvia con la experiencia local de técnicas tradicionales.

Integrar sistemas de captación de agua dentro del paquete de soluciones para contrarrestar el problema del medio ambiente, sequía y sobrepoblación y dar atención a los aspectos sociales (adopción y participación), económicos (costos y beneficios) y ambientales en la planificación y en el monitoreo de los sistemas de captación de agua de lluvia.

Ante la presencia de lluvias significativas en la región de la amazonia peruana, y la demanda insatisfecha del servicio de agua para consumo humano doméstico y otros en ámbitos urbanos y rurales, es muy importante el estudio y evaluación de aprovechamiento potencial del agua de lluvia a través de sistemas de micro captación. (CRUZ CARRANZA, 2014)

EMAPA SAN MARTÍN S.A. Sociedad Prestadora de Servicios de Saneamiento, de derecho privado, reconocida como tal por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento – SUNASS.

Se rige por lo establecido en su Estatuto, en la Ley General de Sociedades y en las disposiciones aplicables a las empresas de la Actividad Empresarial del Estado y entidades prestadoras de servicios de saneamiento, en virtud a lo dispuesto por la Ley N° 26338 – Ley General de Servicios de Saneamiento y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 09-95-PRES y modificado por D.S. N° 016-2005-VIVIENDA.

Comienza sus operaciones a fines de enero de 1991, las localidades del ámbito de su responsabilidad fueron las Provincias de San Martín, Moyobamba, Lamas, Mariscal Cáceres, Huallaga y Rioja, por sus respectivos Concejos Provinciales.

Empresa dedicada a brindar el servicio de agua potable y alcantarillado a diferentes distritos de la provincia de San Martín, tiene muchas deficiencias en cuanto a brindar el servicio en cual en nuestra región abunda el recurso hídrico, indispensable para la vida de todo ser vivo, tanto que en temporadas de lluvias aun así sufre la población, la carencia de este recurso, brindado en horas programadas en sectores por horarios definidos y en muchos casos la escases por varios días en distintos sectores de las población, el cual no es bien sustentado el porqué de esta carencia causando su malestar y disconformidad en la población, debido a que los tributos de pagos efectuados son elevados, aun contando con este mal servicio prestado por dicha entidad.

El presente tema de investigación orienta a brindar una mejoría en la calidad de vida y disminuir el costo y demanda del consumo de agua en el barrio Los Jardines de la ciudad de Tarapoto, ya que se aprovecharía la captación en épocas de lluvia.

1.6. ANTECEDENTES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO

1.6.1. Temperatura

La *temporada calurosa* dura 1,9 meses, del 14 de agosto al 9 de octubre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 34 °C. El día más caluroso del año es el 6 de septiembre, con una temperatura máxima promedio de 34 °C y una temperatura mínima promedio de 23 °C.

La *temporada fresca* dura 4,1 meses, del 15 de febrero al 18 de junio, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 31 °C. El día más frío del año es el 5 de julio, con una temperatura mínima promedio de 21 °C y máxima promedio de 32 °C.

1.6.2. Nubes

En Tarapoto, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía *extremadamente* en el transcurso del año.

La parte *más despejada* del año en Tarapoto comienza aproximadamente el *1 de mayo*; dura *5,2 meses* y se termina aproximadamente el *8 de octubre*. El *4 de agosto*, el *día más despejado* del año, el cielo está *despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 68 %* del tiempo y *nublado o mayormente nublado el 32 %* del tiempo.

La parte *más nublada* del año comienza aproximadamente el *8 de octubre*; dura *6,8 meses* y se termina aproximadamente el *1 de mayo*. El *14 de febrero*, el *día más nublado* del año, el cielo está *nublado o mayormente nublado el 84 %* del tiempo y *despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 16 %* del tiempo.

1.6.3. Precipitación

Un día *mojado* es un día con por lo menos *1 milímetro* de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Tarapoto varía durante el año.

La *temporada más mojada* dura *7,5 meses*, de *28 de septiembre* a *13 de mayo*, con una probabilidad de más del *30 %* de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del *43 %* el *6 de marzo*.

La *temporada más seca* dura *4,5 meses*, del *13 de mayo* al *28 de septiembre*. La probabilidad mínima de un día mojado es del *17 %* el *18 de agosto*.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen *solamente lluvia, solamente nieve* o una *combinación* de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es *solo lluvia*, con una probabilidad máxima del *43 %* el *6 de marzo*.

1.6.4. Lluvia

Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. Tarapoto tiene una variación *considerable* de lluvia mensual por estación.

Llueve durante el año en Tarapoto. La *mayoría de la lluvia* cae durante los 31 días centrados alrededor del *18 de marzo*, con una acumulación total promedio de *108 milímetros*.

La fecha aproximada con *la menor cantidad de lluvia* es el *12 de agosto*, con una acumulación total promedio de *33 milímetros*.

1.6.5. Humedad

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

En Tarapoto la humedad percibida varía *extremadamente*.

El *período más húmedo* del año dura *9,5 meses*, del *19 de septiembre* al *3 de julio*, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es *bochornoso*, *opresivo* o *insoportable* por lo menos durante el *54 %* del tiempo. El *día más húmedo* del año es el *11 de abril*, con humedad el *95 %* del tiempo.

El día *menos húmedo* del año es el *17 de agosto*, con condiciones húmedas el *40 %* del tiempo.

1.6.6. Viento

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a *10 metros* sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Tarapoto no varía considerablemente durante el año y permanece en un margen de más o menos *0,4 kilómetros por hora* de *3,3 kilómetros por hora*.

1.6.7. Topografía

Para fines de este informe, las coordenadas geográficas de Tarapoto son latitud: -6,501°, longitud: -76,366°, y elevación: 278 m.

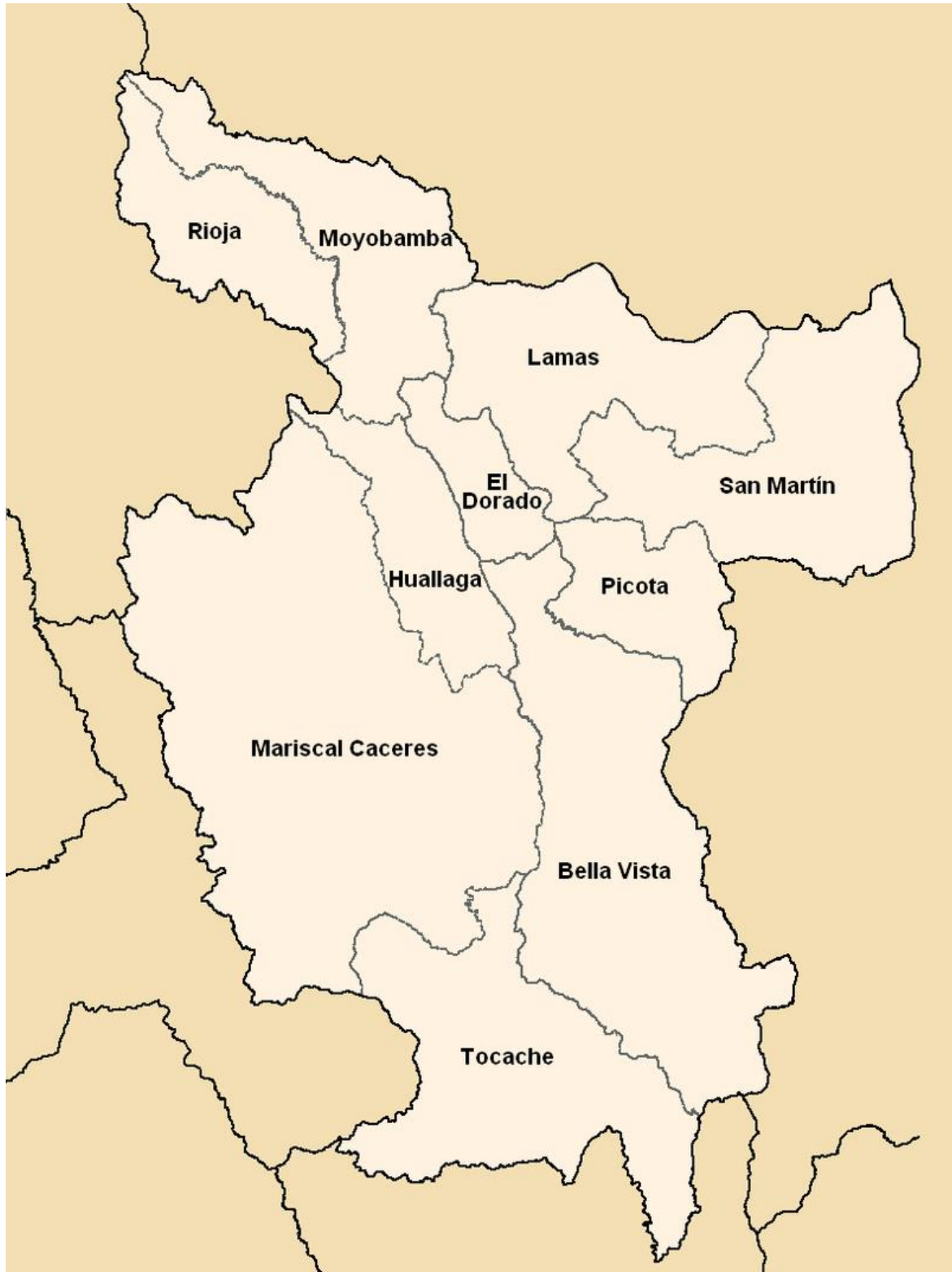
La topografía en un radio de *3 kilómetros* de Tarapoto tiene variaciones *grandes* de altitud, con un cambio máximo de altitud de *198 metros* y una altitud promedio sobre el nivel del mar de *286 metros*. En un radio de *16 kilómetros* contiene variaciones *grandes* de altitud (*1.456 metros*). En un radio de *80 kilómetros* también contiene variaciones *extremas* de altitud (*2.453 metros*).

El área en un radio de *3 kilómetros* de Tarapoto está cubierta de *arbustos* (34 %), *tierra de cultivo* (30 %) y *árboles* (26 %), en un radio de *16 kilómetros* de *árboles* (69 %) y *tierra de cultivo* (22 %) y en un radio de *80 kilómetros* de *árboles* (83 %) y *tierra de cultivo* (11 %).

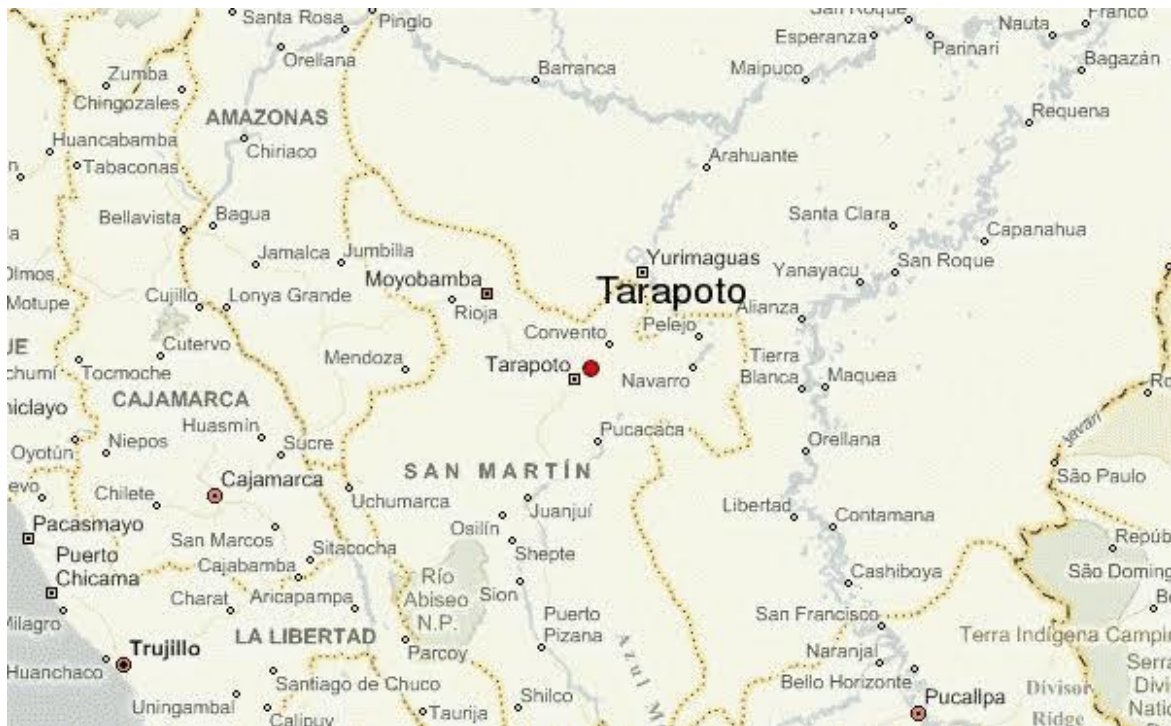
MAPA: PERÚ



MAPA: DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN



MAPA: CIUDAD DE TARAPOTO



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

INTERNACIONAL

Tesis de Post Grado, Universidad Nacional Autónoma de México, denominada “SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO PLUVIAL PARA UN ECOBARRIO DE LA CD. DE MÉXICO”, en la que se concluye que:

El sistema de aprovechamiento pluvial propuesto es sencillo de manera intencional para que pueda instalarse con conocimientos técnicos básicos. Además es modular para que pueda implementarse sólo el nivel de tratamiento necesario. También es un sistema escalable para que, una vez iniciado, pueda seguirse ampliando con el tiempo y crecimiento según las necesidades de cada usuario. Todo lo anterior lo hace replicable en beneficio de los interesados. (García Velázquez Jesús Hiram, 2,012)

Tesis Escuela de Post Grado de la Universidad Autónoma de México, denominada “ECOTECNIA PARA LA CAPTACIÓN Y RECICLAJE DE AGUAS PLUVIALES EN CASAS DE INTERES SOCIAL EN PACHUCA, HIDALGO”, en la que concluye:

Una de las soluciones para hacer frente a la escasez de agua es el aprovechamiento eficiente el agua de lluvia, tradición milenaria que se practica desde 5000 años. A lo largo de distintas épocas, culturas en todo el mundo desarrollaron métodos para recoger y utilizar el recurso pluvial. (AVILES ALVA, 2,013)

NACIONAL

Tesis en Ingeniería Civil, Escuela de Post Grado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, denominada “APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS PLUVIALES EN ZONAS RESIDENCIALES”, en la que se menciona que:

Se puede concluir que los sistemas de abastecimiento a través de agua de lluvia son en realidad factibles en algunas zonas donde la precipitación es

considerable, y que su poco uso hoy en día se debe únicamente a que la facilidad de abastecerse a través de aguas superficiales frenó el desarrollo de las tecnologías en cuanto a captación pluvial. Con el estudio, queda demostrado que estos sistemas realmente funcionan en algunos lugares en donde las personas pueden abastecerse completamente con agua de lluvias. (LEÓN ROMERO LUIS MARTÍN, 2,016)

También se encuentra la tesis para optar el grado de Maestro en: Tecnología de la Construcción de la Universidad Nacional de Ingeniería "APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE RESIDENCIAL, presentado por. En este trabajo se arribó a la conclusión que:

En regiones con importante precipitación pluvial, la cosecha de agua de lluvia, es una alternativa, que puede ser utilizada en actividades, como limpieza de inodoros, pisos, e incluso lavado de ropa; permitiendo ello optimizar el uso del agua potable; más aún si tenemos en consideración que por tratarse de zonas lluviosas, las edificaciones, disponen desde ya, de coberturas adecuadas y sistemas de evacuación de las aguas pluviales, y por lo tanto lo que se requiere adicionar básicamente es un tanque de almacenamiento. (GRANDEZ RODRIGUEZ PEGGY, 2,015)

LOCAL

En la Universidad Nacional de San Martín encontramos la tesis titulada "Diseño de un sistema de captación de aguas pluviales, para el uso doméstico en viviendas del barrio La Florida del distrito de Yurimaguas – provincia de Alto Amazonas– región Loreto - 2017 ", que en sus conclusiones nos indica:

El crecimiento poblacional en progresión geométrica genera que se incremente el consumo de agua por persona, la oferta de agua potable es cada año más escaso en muchos lugares, a consecuencia de que se están deteriorando los ecosistemas. El agua se ha gestionado, básicamente, desde el lado de la oferta no dándole atención a la demanda; así tenemos que, en las actividades diarias del hombre, existen varias de ellas, en las cuales se

utiliza agua potable, cuando por su naturaleza, estas pueden realizar con agua que no tenga esta calidad, estimándose que una dotación diaria de 151 litros, aproximadamente tan solo 61 litros requieren que tenga la calidad de potable. En regiones con importante precipitación pluvial, la cosecha de agua de lluvia, es una alternativa, que puede ser utilizada en actividades, como limpieza de inodoros, lavado de ropa y limpieza de pisos. (Grández Torres, Edgar Eli, 2017, p.81)

En la Universidad Nacional de San Martín encontramos la tesis titulada "Evaluación del Potencial del Aprovechamiento del Agua de Lluvia en la Facultad de Ecología-UNSM-T, Moyobamba- San Martín- 2014", que en una conclusión nos indica que:

La sustentabilidad es uno de los motivos por los cuales el aprovechamiento del agua de lluvia se ha vuelto popular recientemente. Es una manera responsable de diseñar paisajes y jardines. La presencia del agua de lluvia de los proyectos de aprovechamiento ayuda a limitar la erosión del suelo, las escorrentías y la contaminación del agua. Es un paso hacia la autosuficiencia local que reduce la necesidad de importar agua de recursos externos no sustentables. Además, les da a las personas una lección concreta acerca del uso y la conservación del agua, ya que puede ver claramente cuánta agua produce el clima local. (RUIZ CARRANZA, GUMBER JOSBAL, 2014)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El agua

El agua es una sustancia natural que se encuentra en el medio ambiente, formada por hidrogeno y oxigeno (H₂O), existiendo en la naturaleza en tres estados: liquido, sólido y gaseoso. Actualmente existe cierto consenso en afirmar que el agua posee cinco características básicas: es un recurso natural escaso, limitado por sus sistemas de regeneración, irremplazable para la vida y el desarrollo, irregular en su distribución espacial y temporal, vulnerable y susceptible de usos alternativos y sucesivos.

2.2.2. El ciclo hidrológico.

Las aguas de nuestro planeta, constituyen un volumen que no se incrementa, es un volumen único, tienen un ciclo permanente, que empieza con la evaporación de las aguas de los océanos y lagos, la circulación del vapor de agua en la atmósfera, hasta formar nubes, continua con la condensación del vapor de éstas en forma de precipitaciones, la lluvia que al caer en las partes altas del planeta, se convierten en hielo y también en aguas superficiales de los ríos, lagos y grandes embalses, las que finalmente cierran el ciclo hidrológico, regresando nuevamente dichas aguas al mar. Una parte del agua superficial, se infiltra en el terreno, formando las aguas subterráneas. Las actividades humanas (asentamientos, industria y desarrollos agrícolas) pueden alterar los componentes del ciclo natural mediante desviaciones del uso del suelo y a través de la utilización, reutilización y vertido de residuos en los recorridos naturales de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. (Medina Heriberto 2011)

2.2.3. Cuenca Hidrográfica.

Según Allen Bateman (2007), “se denomina cuenca hidrográfica al espacio geográfico que se puede aislar de forma que, si ésta fuese impermeable, toda el agua que escurriría por ella drenaría por un mismo punto”

Esta definición, según Aparicio (1992), “corresponde solo a las cuencas superficiales, existiendo también cuencas subterráneas asociadas a las superficiales, por lo que en la definición de cuenca es necesario poner como condición la impermeabilidad”

Existen a su vez dos tipos de cuencas, un primer tipo llamadas cuencas endorreicas, las cuales desembocan en un lago central, generalmente dentro de los límites de la cuenca (Figura 5a), y un segundo tipo de cuencas, reconocidas como exorreicas, las cuales drenan fuera de la unidad hidrológica, desembocando en otras corrientes, mares u océanos.

Aparicio (1992) afirma: “La delimitación de una cuenca se realiza trazando una línea llamada divisoria, cortaguas o parteaguas, que separa las precipitaciones que caen en la cuenca hidrográfica en cuestión y en cuencas vecinas, las cuales desembocan su caudal a sistemas fluviales distintos”

2.2.4. Precipitaciones

La precipitación es cualquier tipo de agua que cae desde la atmósfera y se deposita en la tierra. Es además, el componente más importante del ciclo hidrológico debido a que representa la principal fuente para la existencia de agua dulce en la tierra. La precipitación tiene su foco de generación en las nubes, en donde las gotas de agua aumentan de tamaño generando la saturación de las nubes. (Linsley y Franzini 1970).

Este proceso se da por acción de la temperatura y luego las gotas caen por acción de la gravedad.

Para que la precipitación tenga lugar menciona que se deben cumplir dos requisitos: Primero, presencia de núcleos de condensación, en donde se pueda iniciar la condensación propiamente dicha, para así evitar que el aire pueda llegar a sobresaturarse. Segundo, que las gotas de agua no se evaporen cuando pasen por aire más seco y logren alcanzar un tamaño que permita que caigan por acción de la gravedad hacia la tierra. (Kiely, 1999)

La lluvia y lloviznas es la precipitación líquida, es una de los tipos de precipitación que vamos a estudiar en este anteproyecto de tesis, Según la Organización Meteorológica Mundial, la lluvia es la precipitación de partículas líquidas de agua, de diámetro mayor de 0.5mm o de gotas menores, pero muy dispersas. (Leon Romero, 2016).

2.2.5. Campos de aplicación.

El agua de lluvia como alternativa para optimizar el uso del agua potable.

La cosecha de agua de lluvia es una técnica que se ha utilizado desde hace miles de años, práctica que luego fue dejada de lado, pero que por la escasez crítica de agua que padecen muchas de las grandes ciudades alrededor del mundo, actualmente está resurgiendo en diversas áreas urbanas. (GLEASON ARTURO, 2005).

Beneficios de la cosecha de agua de lluvia:

Aumenta la cantidad de agua potable disponible y reduce la dependencia por el uso de agua entubada.

Reduce los escurrimientos de agua pluvial hacia el sistema de drenaje.

Genera una cultura sobre la importancia del aprovechamiento de agua lluvia.

La cosecha de agua de lluvia constituye una alternativa cuando:

La dotación de agua potable es insuficiente.

El abasto a través de agua entubada resulta muy costoso.

Existen abundantes lluvias.

Se otorgan incentivos para cosechar agua de lluvia.

El agua de lluvia puede ser aprovechada en las siguientes actividades domésticas:

- En inodoros.**
- En la limpieza de inmuebles: pisos, baños y cocinas.**
- Lavado de enseres domésticos y ropa.**
- Riego de jardines y huertos.**

También, el agua de lluvia puede ser utilizada en la industria, los comercios y equipamientos urbanos, públicos y privados; pudiendo ampliarse el espectro de actividades propicias para el uso del agua de lluvia, mediante procesos específicos de filtración para garantizar la calidad del agua. (GLEASON ARTURO, 2005).

Sistemas para aprovechamiento de agua de lluvia.

Un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia, tiene la finalidad de **captar, conducir y almacenar el agua de lluvia**, para su posterior uso, para lo cual básicamente dispone como elementos básicos: el área de captación; el sistema de conducción; una infraestructura de almacenamiento y un sistema de distribución (FAO 2000 - Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas).

Área de captación

Es la superficie de recolección del agua de lluvia, la cual debe ser lo menos permeable, tener una adecuada pendiente que facilite el escurrimiento de las aguas. Las áreas que generalmente se utilizan para este fin son los techos de las edificaciones; debiendo cuidarse que estas superficies no impregnen de colores, olores o sustancias nocivas a las aguas que por allí escurran (FAO 2000).

El área de captación debe ser la suficiente para recolectar el volumen de agua requerida, de acuerdo a la precipitación pluvial; es importante señalar que solo se debe considerar la proyección horizontal del área de captación; El área de captación viene dada por:

$$A=V/(P*Ce) \dots\dots\dots\text{ecuación (1)}$$

Donde

A: Área horizontal de la superficie de captación (m²)

P: Precipitación pluvial (mm)

V: Volumen de agua requerido (litros)

Ce: Coeficiente de escurrimiento. (FAO 2000).

El coeficiente de escurrimiento, representa la eficiencia en la captación y conducción de las aguas hasta llegar a la cisterna, eliminando perdidas por evaporación, infiltración, etc.; este valor dependerá de factores como la temperatura promedio, vientos, tipo de superficie y de impermeabilizante; a continuación, se presenta una tabla de valores de Ce, según el tipo de techo (FAO 2000).

2.2.6. Información básica en el diseño de un sistema de cosecha de agua de lluvia

Según Idecalli (2006), antes de emprender el diseño de un Sistema de Cosecha de Agua de Lluvia, es necesario tener en cuenta los aspectos siguientes:

- ✓ Precipitación en la zona; se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años.
- ✓ Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación.
- ✓ Número de personas beneficiadas
- ✓ Demanda de agua.

2.2.7. Criterios para establecer la Precipitación y Demanda de Diseño:

Precipitación promedio mensual

A partir de la información sobre las precipitaciones mensuales del período en estudio, se obtiene el valor promedio mensual de total de años evaluados. Este valor puede ser expresado en términos de milímetros de precipitación por mes, o litros por metro cuadrado y por mes, que es capaz de colectarse en la superficie horizontal del techo; viene dado por la relación siguiente:

$$PP_i = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}$$

Donde:

N : número de años evaluados.

P_i : valor de precipitación mensual del mes "i", (mm).

P_{pi}: precipitación promedio mensual del mes "i" de los años evaluados, (mm).

Demanda de diseño

Para establecer la demanda de un SCALL, debemos precisar previamente la población beneficiaria y la dotación diaria de agua necesaria por cada usuario beneficiado. A partir de la dotación diaria establecida por usuario beneficiado, podemos determinar la cantidad de agua que se requiere mensualmente para atender las necesidades de la población beneficiada; este valor viene dado por la relación siguiente:

$$D_i = \frac{Nu * Nd * Dot}{1000}$$

Donde:

Nu* : Número de usuarios que se benefician del sistema

Nd : Número de días del mes analizado.

Dot : Dotación (lt/persona.día)

Di : Demanda mensual (m3).

Dotación de agua diaria por persona

Siendo el agua indispensable para todas las funciones vitales del organismo, debe ser consumido por el hombre, para su existencia, pero además lo requiere para preparar sus alimentos, para su limpieza e higiene, lavado de ropa, etc.; en tal sentido diariamente requiere un volumen de agua, el mismo que varía, entre otros factores, por el clima predominante de cada lugar, sin embargo se puede señalar que en lo que respecta al agua distribuida, en zonas urbanas, mediante tuberías. Se estima una dotación de 151 litros por persona y por día, los cuales son distribuidos aproximadamente de la forma siguiente:

Tabla 1:
Dotación de agua diaria por persona

| Concepto | Cantidad (litros/día/persona) |
|----------------|-------------------------------|
| Baño, ducha | 3 |
| Inodoro | 3 |
| Lavado ropa | 4 |
| Limpieza | 1 |
| Lavaplatos | 0 |
| Lavamanos | 1 |
| Cocinar, beber | 0 |
| TOTAL | 1 |

Fuente: SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento)

2.2.8. Red de distribución de aguas pluviales y sistema de bombeo

Sistema de Distribución

Este sistema tiene por finalidad conducir las aguas pluviales, desde el lugar de almacenamiento hasta el punto de uso de dichas aguas; en tal sentido y considerando que los puntos de uso, generalmente, están por sobre el tanque de almacenamiento, se requerirá un sistema de bombeo, para impulsar las aguas hasta un tanque elevado, desde el cual, mediante una red, se distribuirá el agua hacia las unidades sanitarias; otra opción podría ser un equipo hidroneumático.

Está conformado por el conjunto de ductos, canaletas, tubos y accesorios que sirven para coleccionar las aguas recogidas en el área de captación y conducir las al tanque de almacenamiento; para lo cual se utilizan canales (media caña), casi horizontales, que son colocados en los bordes más bajos del techo, hacia donde las aguas captadas escurrirán por gravedad, para luego mediante tubos verticales (bajantes) dirigirlos hacia los lugares de almacenamiento de las aguas. Los techos de las edificaciones, generalmente disponen ya un diseño específico de salidas y canales para desahogar el agua de lluvia, este debe ser aprovechado para los fines del sistema de captación, para lo cual se debe centralizar en algún punto el volumen del agua que recibe el área de captación (FAO 2000).



Figura 01 : canaletas de recolección

Fuente: (Adecuado para esta explicación por Edgar Eli Grández Torres:

<http://anabarco.files.wordpress.com/2007/01/ciclo-del-agua.jpg>)

El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de evitar las fugas de agua, los materiales más usados son el acero galvanizado y el PVC; el ancho de las mismas está en función al caudal de agua que deberán evacuar, generalmente oscilan entre 7.5 y 15 centímetros.

Las canaletas de metal son las que más duran y menos mantenimiento necesita, sin embargo, son más costosas; las canaletas de PVC son más fáciles de obtener, durables y son más económicas. Para sistemas de agua potable, no deben usarse canaletas con soldaduras de plomo, pues este puede ser disuelto y contaminar el agua.

Dimensionamiento

CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente), el cálculo de la sección de las canaletas y tubos debe ser proporcional a la cantidad de lluvia en el lugar y el área de la superficie de captación, pues el agua que conduzcan está en función a dichas variables.

Este cálculo de canaletas se realiza por medio de la fórmula de Manning (ver ecuación 2):

$$Q = A \cdot R^{2/3} S^{1/2} / n \dots\dots\dots \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

Q: Caudal de la canaleta en m/seg.

A: Área de la sección Transversal en m²

n: Coeficiente de rugosidad de la canaleta de .01 a .015

R: Radio hidráulico en m: A/p

P: perímetro mojado en m

S: Pendiente

Las canaletas deben colocarse con una pendiente mínima del 0.5 %; en el caso de que la canaleta esté expuesta a captar materiales indeseables, tales como hojas, etc.; el sistema debe tener mallas que retengan estos objetos para evitar que obturen las tuberías.



Figura 02: Canaletas Horizontales.

Fuente: Adecuado para esta explicación por Edgar Eli Grández Torres:

Dispositivo para primeras aguas

Usualmente los sistemas de cosecha de aguas pluviales, tienen un dispositivo de descarga de las primeras aguas, provenientes del lavado del techo, que contiene todos los materiales que en él se encuentren en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada. En el diseño de este dispositivo, se debe tener en cuenta el volumen de agua requerido para lavar el techo, y que se estima en 1 litro por m² de techo (CEPIS, 2004).

El volumen de agua resultante del lavado del techo es recolectado en un tanque, el cual debe diseñarse en función del área del techo para lo cual se podrán emplear recipientes de distintas capacidades

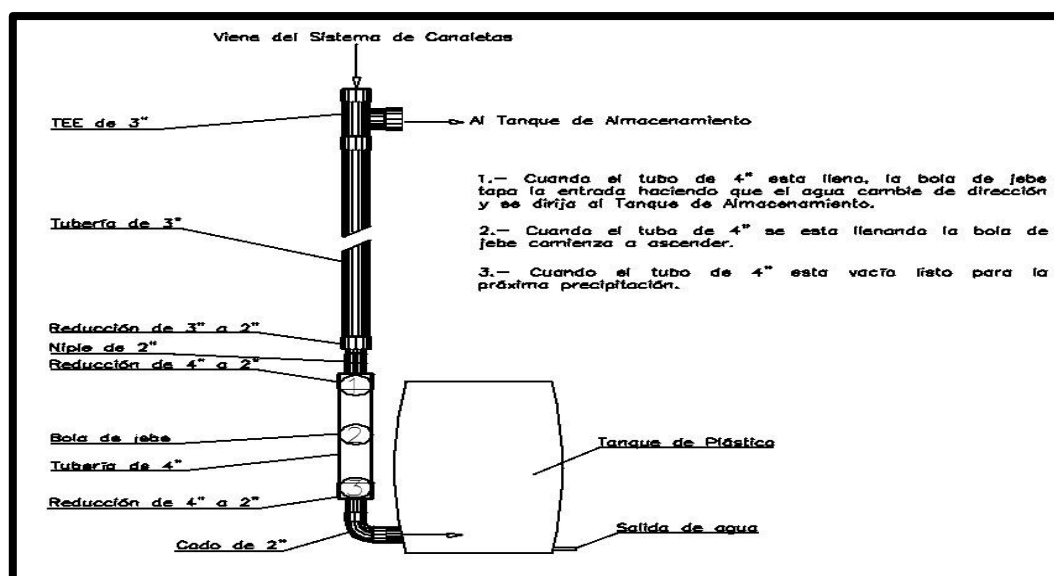


Figura 03: interceptor de las primeras aguas

Fuente: Manual de captación y aprovechamiento de agua de lluvia, FAO año 2010

FAO (2000), Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas, el coeficiente de escurrimiento, representa la eficiencia en la captación y conducción de las aguas hasta llegar a la cisterna, eliminando pérdidas por evaporación, infiltración, etc.; este valor dependerá de factores como la temperatura promedio, vientos, tipo de superficie y de impermeabilizante.

A continuación, se presenta una tabla de valores de C_e , según el tipo de techo.

Tabla 2 :

Valores de referencia para coeficientes de escorrentía (c), en diferentes tipos de superficie y coberturas.

| Material de la superficie de captación | Coefficiente de Escurrimiento (C) |
|---|--|
| Lámina Galvanizada lisa | > 0.9 |
| Lámina metálica corrugada | 0.7 a 0.9 |
| Lámina de asbesto | 0.8 a 0.9 |
| Teja | 0.6 a 0.9 |
| Losa de concreto | 0.7 a 0.85 |

Fuente: Manual de captación y aprovechamiento de agua de lluvia, FAO 2013

Infraestructura de almacenamiento

CEPIS (2004), Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario. El almacenamiento es el componente que demanda más espacio y el más caro del sistema de captación de agua de lluvia.

La unidad de almacenamiento debe ser duradera y cumplir con las especificaciones siguientes:

- Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración, dotado de tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar.
- Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias.
- La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales. Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje. Esto último para los casos de limpieza o reparación del tanque de almacenamiento.

Dimensionamiento

El dimensionamiento del reservorio es uno de los puntos más críticos para implantar el sistema, porque:

Generalmente, es el elemento más caro, impactando significativamente en el tiempo de retorno de la inversión.

Es el principal factor para la confiabilidad del sistema, pues desempeña un papel fundamental para atender la demanda.

Por lo tanto, el correcto dimensionamiento del reservorio es importante para evitar gastos innecesarios, cuando el reservorio es sobredimensionado; o una baja eficiencia cuando el reservorio es sub dimensionado.

La eficiencia y la fiabilidad de la utilización de los sistemas de agua de lluvia depende fundamentalmente del dimensionamiento del depósito de almacenamiento de agua, lo que exige combinar adecuadamente el volumen, con el costo del mismo, de lo que resultara una mayor eficiencia, con un menor gasto posible.

Para la determinación del dimensionamiento del tanque o cisterna, el criterio principal será la **capacidad de reserva** o tiempo que se desea almacenar agua; si se consumirá durante la misma temporada de lluvia o se concentrará para consumirla durante el periodo de estiaje o sequía, o se realizarán las dos acciones; consumirla durante y guardar una reserva para el final de la temporada de lluvia.

Existen diferentes métodos para dimensionar el reservorio de almacenamiento, siendo estos:

Método de Rippl

CEPIS (2004), Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, en este método, al volumen de agua acumulada, captada, se le resta la demanda acumulada, de agua en el mismo intervalo de tiempo. La máxima diferencia positiva determina el volumen del depósito de almacenamiento. Cuanto menor sea el intervalo de análisis, más exacto es el resultado (ver ecuación 3).

$$\text{Vripl} = \sum S \text{ (como indicar que la sumatoria es desde 1 hasta d) } \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

Vripl = volumen de depósito obtenido por el Método Rippl Litros)

d = número de días en período analizado (igual al número de días de la serie de precipitaciones utilizado);

S = diferencia entre la demanda diaria de agua de lluvia y el volumen de agua que se captura (Litros).

El resultado de la aplicación del indicado método o cualquier otro método, que se utilice, deberá ser analizado considerando por criterios prácticos, de espacio y/o económicos, tal vez no siempre será conveniente satisfacer con agua de lluvia toda la demanda; y que no siempre será económicamente favorable almacenar toda la lluvia precipitada; otro factor a considerarse es si, el agua proveniente de la será

la única fuente, en cuyo caso tendría que adoptarse los criterios más conservadores a fin de no desperdiciar agua de lluvia.

Características

Conociéndose el volumen que se requiere para el depósito de almacenamiento, luego la decisión a tomar es si su ubicación, será superficial o enterrada.

Superficial

En este caso se construye una estructura sobre el suelo o alguna otra superficie, con la ventaja de menos gasto al evitar la excavación, y más facilidad de mantenimiento o reparación. La desventaja es que ocupa más espacio.

Enterrada

En este caso será necesario excavar un hoyo de las dimensiones adecuadas y conocer el tipo de suelo si es arcilloso, rocoso, etc, y la posible incidencia de inundaciones que pudieran afectar la estructura de la misma.

Lo siguiente es elegir entre un depósito prefabricado o uno construido en el sitio; en el primero de los casos existen en el mercado depósitos de material sintético o de metal; estos últimos tienen la ventaja de una larga duración, y menor costo de instalación; si se opta por construirse en el sitio lo más usual es utilizar concreto.

Sin embargo, la adopción del tipo de material del depósito, también depende del volumen de almacenamiento requerido y costos, al respecto se consigna la tabla publicada por el Manual de Texas sobre la Cosecha del Agua de Lluvia, donde se recomienda el tipo de material más adecuado, según el volumen de almacenamiento requerido.

Método Azevedo Netto:

Azevedo Netto y Acosta Guillermo (2011), obtiene el volumen del reservorio de agua de lluvia según la siguiente ecuación (4):

$$V_{an} = 0.042 * P_a * A * T \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

V_{an} = volumen reservorio (litros);

P_a = precipitación media anual (mm / año = litros / m² por año);

A = área de captación. (m²);

T = número de meses de poca lluvia o la sequía (adimensional).

Método práctico alemán:

Ballén S, J.A., Galarza G., M.A. and Ortiz M. (2006), es un método empírico, según el cual se toma el menor entre los siguientes valores para el volumen del reservorio: 6% del volumen anual de consumo, o el 6% del volumen anual de precipitación aprovechada.

$$V = \text{mínimo entre } (V, D) * 0.06 \dots\dots\dots \text{ecuación (5)}$$

Donde:

V = volumen anual de agua de lluvia captada;

D = demanda anual de agua

El resultado de la aplicación de cualesquiera de los métodos antes descritos deberá, ser adoptado considerando que por criterios prácticos, físicos y económicos, tal vez no siempre será posible satisfacer con agua de lluvia toda la demanda; y que no siempre será conveniente almacenar toda la lluvia precipitada; otro factor a considerarse es si, el agua proveniente de la lluvia será la única fuente, en cuyo caso tendría que adoptarse los criterios más conservadores a fin de no desperdiciar agua.

Tabla 3:

Material recomendado en depósitos para almacenar agua, según su capacidad

| Material | Costos US \$/Litro | | Tamaño Litros | | Comentarios |
|--|-----------------------|------|------------------|---------|--|
| Fibra de vidrio | 0.13 | 0.5 | 2000 | 8000 | Puede durar por varias décadas, las reparaciones son fáciles y se puede pintar |
| Concreto | 0.07 | 0.31 | 40000 | | Tienen riesgos por grietas, el olor y el sabor del agua cambian. |
| Metal | 0.13 | 0.38 | 600 | 10000 | Es de peso ligero y de fácil transportación la oxidación se pueden resolver con una pintura |
| Polipropileno | 0.09 | 0.25 | 1200 | 40000 | Es de peso ligero y el agua se calienta si el tanque está expuesta a la luz del sol, los tanques blancos fomentan el crecimiento de las algas. |
| Madera | 0.5 | | 3000 | 200000 | Se instalan en zonas residenciales |
| Geomembrana | 0.01 | | 4000000 | | Recomendables para zonas sísmicas |
| Polietileno | 0.19 | 0.42 | 120 | 20000 | |
| Acero soldado con autogena | 0.2 | 1 | 120000 | 4000000 | |
| Barril para almacenamiento de agua de lluvia | 100 | | 200 | 400 | Se deben evitar barriles que no desprendan material tóxico e instalar una rejilla para evitar los mosquitos |

Fuente: The Texas Manual on Rainwater Harvesting, 2005.

Tanque Elevado

El tanque elevado, tiene por finalidad mantener un volumen de agua, a una cierta altura, que permita a ésta llegar a todos los puntos de uso, por gravedad; estos tanques disponen de un sistema que permite el llenado del mismo en forma automática, cuando los niveles de sus aguas alcancen una determinada altura, establecida previamente.

Además, deben estar previstos de un sistema de rebose de las aguas, y una válvula de purga para eliminar las aguas del mismo. El material de éstos tanques, puede ser de concreto, construidos in situ, o prefabricados, encontrándose en el mercado de diferentes materiales y capacidades.

Dimensionamiento:

(RNE, 2010) El volumen del tanque elevado se determina en función de la Dotación Diaria, de acuerdo a lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma IS-010, ítem 2.4.

Cuando solo existe tanque elevado, su capacidad será como mínimo igual a la dotación diaria, con un volumen no menor de 1000 lt. Cuando sea necesario emplear una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las $\frac{3}{4}$ partes de la dotación diaria y la del segundo no menor de $\frac{1}{3}$ de dicho volumen.

Sistema de Bombeo

Pita Luis (2000), está compuesto por una bomba Hidráulica, electrobomba, sus accesorios de control y regulación.

Dimensionamiento Los elementos para calcular la potencia de una bomba son la altura a la que subirá una cantidad determinada de litros de agua por minuto, el número de filtros por los que deba pasar, y la distancia horizontal hasta el contenedor final.

$$PB = Qb * HDT / 75 * e$$

Donde:

PB = Potencia de bomba en HP

Qb = Caudal de Bombeo en Lt/seg.

HDT = Altura Dinámica Total en m.

e = Eficiencia, 0.60

2.3. Definición de términos básicos

Para el desarrollo del presente trabajo es necesario definir conceptos básicos, los cuales comprenden la descripción de términos y expresiones con un lenguaje bastante comprensible.

- **Abastecimiento:**

Proveer de aquello que es necesario para la supervivencia.

- **Agua entubada:**

Se denomina agua entubada o agua para consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud.

- **Agua de lluvia:**

La lluvia es agua que se condensa a partir del vapor de agua atmosférico y cae a la tierra.

- **Agua potable:**

Al agua que podemos consumir o beber sin que exista peligro para nuestra salud. El agua potable no debe contener sustancias o microorganismos que puedan provocar enfermedades o perjudicar nuestra salud.

- **Crecimiento poblacional:**

Es el cambio en la población en un cierto plazo, y puede ser cuantificado como el cambio en el número de individuos en una población por unidad de tiempo para su medición.

- **Colapso de redes:**

Cuando hay una obstrucción en las tuberías impidiendo su normal funcionamiento.

- **Cortaguas o parteaguas:**

La línea divisoria de las aguas, divisoria de drenaje o simplemente divisoria es el límite entre las cuencas hidrográficas contiguas de dos cursos de agua. A cada lado de la divisoria, las aguas de lluvia acaban siendo recogidas por los ríos principales de las cuencas respectivas.

- **Costo beneficio:**

Es un estudio del retorno, no sólo financiero de nuestras inversiones, sino también de aspectos sociales y medioambientales de lo que el proyecto tiene alguna o toda influencia.

- **Demanda insatisfecha:**

Aquella Demanda que no ha sido cubierta en el Mercado y que pueda ser cubierta, al menos en parte, por el Proyecto; dicho de otro modo, existe Demanda insatisfecha cuando la Demanda es mayor que la Oferta

- **Desarrollo sostenible:**

Satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.

- **EMAPA SAN MARTIN:**

La Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de San Martín Sociedad Anónima.

- **INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática)**, a nivel nacional, hasta el año 2012, solamente el 82.3% de la población tiene acceso sostenible a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua; y a nivel departamental, en el caso de Loreto este porcentaje se reduce al 43.4%; lo cual nos indica que existe una brecha importante por atender, además del incremento natural por crecimiento poblacional; todo lo cual presiona por un mayor volumen de agua potable.

- **Oferta hídrica pluvial:**

Es aquella porción de agua que después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo – cobertura vegetal, escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes

superficiales, alimenta lagos, lagunas y reservorios, confluye con otras corrientes y llega directa o indirectamente al mar.

- **OTASS:**

Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento.

- **Precipitación meteorológica:**

Es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pero no, neblina ni rocío, que son formas de condensación y no de precipitación.

- **Precipitación Media Anual**

Es el promedio de la precipitación pluvial anual, durante el período observado. Se obtiene sumando el total de la precipitación de cada año y dividiéndolo por el número de años considerados.

- **Precipitación Media Mensual**

Es el promedio de la precipitación pluvial mensual, durante el período observado. Se obtiene sumando el total de la precipitación de cada mes, y dividiéndolo por el número de años en el período considerado.

- **Recurso hídrico:**

Constituye uno de los temas naturales renovables más importante para la raza humana. Tanto es así que las recientes investigaciones del Planeta Saturno se dirigen a buscar vestigios de agua en éste y en otros planetas y lunas, como indicador de la posible existencia de vida en ellos.

- **SENAMHI**

Actualmente el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI, es un organismo público ejecutor adscrito al Ministerio del Ambiente.

- **SUNNAS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento)**

Institución que regula el agua potable. Su función es normar, regular, supervisar y fiscalizar a las empresas a nivel nacional.

2.4 Hipótesis

Con el sistema de aprovechamiento de agua de lluvia, será posible el ahorro de consumo de agua potable en el barrio Los Jardines de Tarapoto.

2.5 Variables, Indicadores e Índices

2.5.1 Variable Independiente.

- Precipitación Pluvial en el Barrio los Jardines de la Ciudad de Tarapoto- San Martin
- Capacidad de almacenamiento de agua de lluvia en la vivienda en el Jirón Alfonso Ugarte 710
- Sistema de acondicionamiento de redes de distribución
- Costos del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia

2.5.2 Variable dependiente.

Sistema de captación de aguas de lluvia.

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

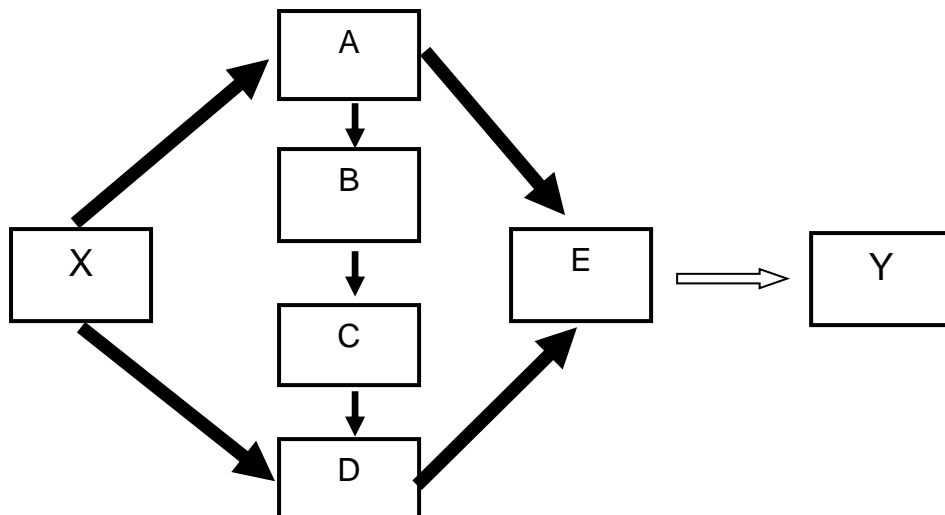
3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación: La investigación a realizar es de tipo cuantitativa, porque se usará herramientas (formatos) para obtener los resultados esperados.

3.1.2. Diseño de la Investigación: La investigación pertenece a un diseño no experimental de tipo cuantitativo.

La presente investigación se realizará en Gabinete y en el campo.

El diseño de investigación es el siguiente:



X: Situación inicial problematizada que requiere la intervención de estudio.

A: Precipitación Pluvial en el Barrio los Jardines de la Ciudad de Tarapoto- San Martin

B: Capacidad de almacenamiento de agua de lluvia en la vivienda en el Jirón Alfonso Ugarte N°710

C: Sistema de acondicionamiento de redes de distribución

D: Costos del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia

E: Análisis de los Resultados que respaldan la toma de decisión para definir la alternativa de solución.

Y: Resultado de la intervención que presenta la alternativa de solución del Sistema de Agua de Lluvia.

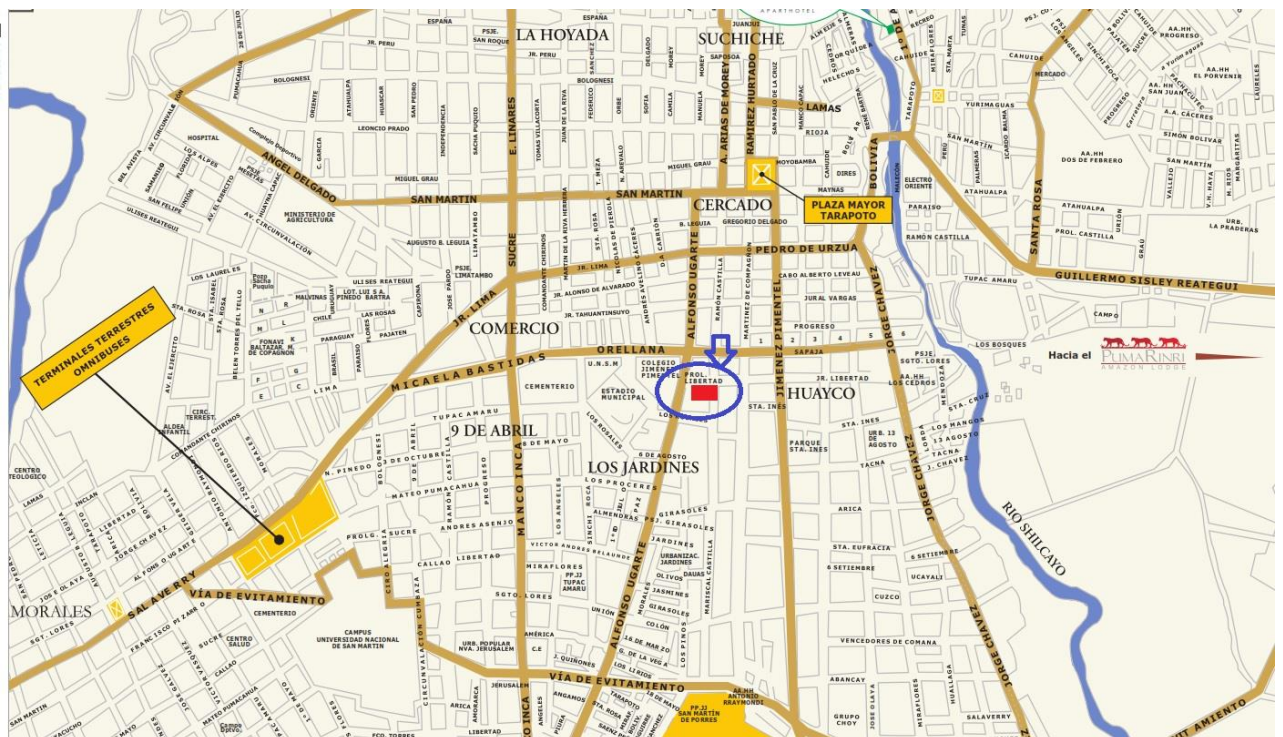
3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

Viviendas del Barrio Los Jardines de Tarapoto

3.2.2. Muestra.

Vivienda ubicada en el Jr. Alfonso Ugarte N°710 – Barrio Los Jardines -Tarapoto,



3.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos

3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos

3.3.1.1 Fuentes Técnicas

Para la investigación se utilizará Bibliografía de ingeniería y revistas especializadas particulares, proyecto de tesis relacionadas con el estudio a realizar, también se

hará uso de la biblioteca virtual (INTERNET), normatividad y Reglamentos con respecto al tema a desarrollar.

Fuentes Técnicas:

- Investigación de datos y antecedentes.
- Precipitación Pluvial en el Barrio los Jardines de la Ciudad de Tarapoto
- Capacidad de almacenamiento de agua de lluvia.
- Sistema de acondicionamiento de redes de distribución de agua de lluvia
- Costos del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia
- Análisis de datos.
- Determinación del sistema de captación de agua de lluvia.

3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Los datos que serán recopilados en campo deberán ser sometidos a los Análisis respectivos y estos se llevarán a cabo en gabinete.

3.3.2.1 Instrumentos Bibliográficos.

Se hará uso de los libros que traten del tema en forma general y también de aquellos textos, tesis, informes, investigaciones afines y revistas que tocan el tema en forma particular básicamente sobre todo lo correspondiente al sistema de captación de agua de lluvia.

3.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos

El procedimiento a seguir en la recolección de datos es el siguiente:

- Obtener registro de datos de Precipitación Pluvial Mensual y Anual, en la Ciudad de Tarapoto para el Período 2010 – 2019, en SENAMHI.
- Aplicación de los registros de datos, teniendo en cuenta los siguientes pasos:
 - .- Se hará una tabla estadística año por año de las precipitaciones pluviales acaecidas en la ciudad de Tarapoto.

- Recolección de datos de los registros obtenidos de SENAMHI
- Validación y confiabilidad de los datos.
- Organización de los datos.
- Análisis e interpretación de los resultados.
- Elaboración del informe final de la tesis.
- Presentación del informe de la tesis.
- Aprobación del informe de la tesis.
- Sustentación de la tesis.

3.3.4. Procesamiento de datos y análisis estadísticos

Los análisis e interpretación de datos recolectados en campo se realizarán para cada componente del sistema de captación de agua de lluvia en el barrio Los Jardines de la ciudad de Tarapoto:

- Análisis e interpretación de la captación de agua de lluvia
- Precipitación Pluvial en el Barrio los Jardines de la Ciudad de Tarapoto
- Análisis de la capacidad de almacenamiento de agua de lluvia.
- Análisis del sistema de redes de distribución de agua de lluvia.
- Análisis de los costos del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia
- Análisis de datos.
- Determinación del sistema de captación de agua de lluvia.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS


4.1. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE LA OFERTA HÍDRICA

4.1.1. Precipitación en la zona

La precipitación total mensual, expresada en mm, en la ciudad de Tarapoto, durante el período 2010 – 2019, obtenida de SENAMHI, se presenta a continuación

Tabla 4:

Precipitación Total Mensual

|  PERÚ Ministerio del Ambiente Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI Dirección Zonal 9 | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|-------|-------|---------------|
| ESTACION CO "TARAPOTO" | | | | | | | | | | | | | |
| Latitud : 06° 28' Longitud : 76° 22' Altura : 356 m.s.n.m. | | | | | | | | | | Departamento : San Martín Provincia : San Martín Distrito : Tarapoto | | | |
| PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (m.m.) | | | | | | | | | | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 2010 | 71.7 | 156.2 | 113.7 | 254.7 | 103.7 | 64.7 | 17.9 | 70.2 | 43.9 | 100.5 | 207.5 | 116.2 | 1320.9 |
| 2011 | 84.4 | 53.3 | 270.7 | 135.2 | 125.1 | 179.2 | 93.3 | 27.1 | 68.0 | 90.4 | 183.2 | 164.8 | 1474.7 |
| 2012 | 193.7 | 125.1 | 175.3 | 298.4 | 125.1 | 87.1 | 59.1 | 14.3 | 95.5 | 137.3 | 59.3 | 223.3 | 1593.5 |
| 2013 | 140.8 | 144.3 | 168.0 | 77.9 | 112.3 | 99.7 | 49.7 | 128.4 | 105.3 | 65.2 | 217.6 | 85.0 | 1394.2 |
| 2014 | 154.7 | 134.2 | 296.6 | 128.9 | 145.1 | 50.4 | 81.1 | 51.8 | 82.7 | 196.8 | 102.2 | 85.5 | 1510.0 |
| 2015 | 141.6 | 204.8 | 116.6 | 271.3 | 145.7 | 72.2 | 43.9 | 71.5 | 26.6 | 116.8 | 144.2 | 227.6 | 1582.8 |
| 2016 | 62.4 | 197.7 | 192.5 | 79.3 | 182.6 | 114.9 | 50.7 | 23.7 | 77.8 | 78.2 | 68.7 | 106.0 | 1234.5 |
| 2017 | 239.5 | 170.7 | 292.5 | 158.6 | 107.5 | 134.2 | 47.1 | 82.0 | 171.8 | 43.6 | 129.7 | 156.2 | 1733.4 |
| 2018 | 130.3 | 151.7 | 251.2 | 233.4 | 92.5 | 71.0 | 71.5 | 51.4 | 123.2 | 137.3 | 78.1 | 144.5 | 1536.1 |
| 2019 | 278.8 | 279.5 | 92.1 | 122.2 | 106.7 | 37.9 | 139.6 | 56.8 | 136.3 | | | | 1249.9 |
| NOTA: LA PRESENTE INFORMACION METEOROLÓGICA SOLO SERA EMPLEADA PARA EL PROPÓSITO DE LA SOLICITUD, QUEDANDO PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL. | | | | | | | | | | | | | |

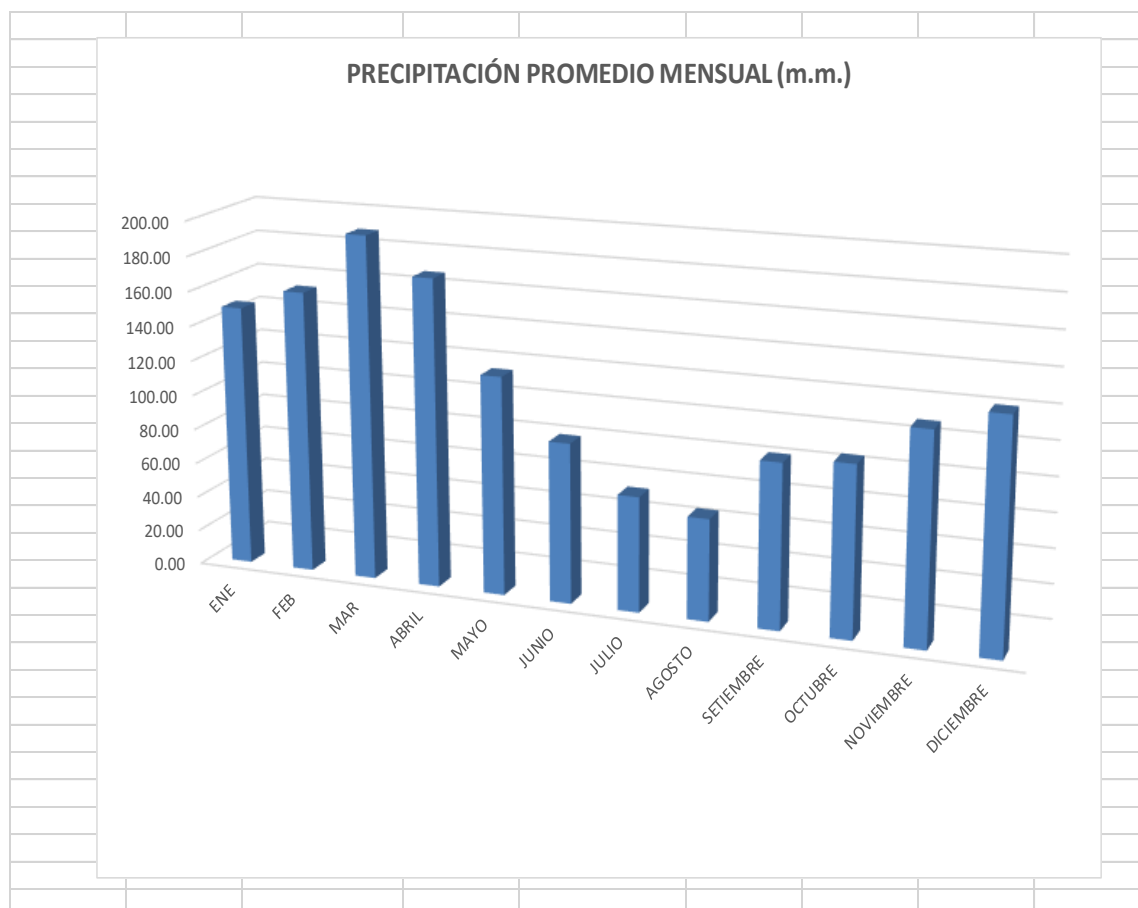
Fuente: SENAMHI

Tabla 5

Precipitación Media Mensual (m.m.)

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|---------------|
| MEDIA | 149.8 | 161.8 | 196.9 | 176.0 | 124.6 | 91.1 | 65.4 | 57.7 | 93.1 | 96.6 | 119.1 | 130.9 | 1463.0 |

Fuente: elaboración propia (Con datos del SENAMHI)



Fuente: Elaboración Propia

Los datos analizados muestran en promedio, **el mes más lluvioso del año es Marzo, con valores de 196.9 m.m.**, y que **el mes más seco es Agosto con 57.7 mm**; asimismo se observa la irregularidad de la precipitación en el tiempo, la que determina, que aun cuando la precipitación anual, teóricamente permita disponer del volumen de agua requerido, con determinada área de captación, es necesario disponer de una estructura de almacenamiento de volumen importante, si se quiere atender los requerimientos, exclusivamente con agua de lluvia.

4.1.2. Cálculo de la Precipitación Pluvial Neta

Considerando el Coeficiente de Escurrimiento $C_e = 0.8$, por ser el material del área de captación calamina corrugada, la precipitación pluvial neta es como sigue:

Tabla 6

Precipitación Pluvial Neta

| Concepto | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|---------|
| Precipitación | | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 149.8 | 161.8 | 196.9 | 176.0 | 124.6 | 91.1 | 65.4 | 57.7 | 93.1 | 96.6 | 119.1 | 130.9 | 1463.00 |
| Coeficiente de | | | | | | | | | | | | | |
| Escurrientía | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | |
| Precipitación | | | | | | | | | | | | | |
| Promedio Neta | 120 | 129 | 156 | 141 | 100 | 73 | 52 | 46 | 74 | 77 | 95 | 105 | 1170.00 |

Fuente: elaboración propia (Con datos del SENAMHI)

4.2. SISTEMA DE CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUAS PLUVIALES

4.2.1.- Cálculo del Volumen de Agua Requerida

4.2.1.1 Beneficiarios del Sistema

Los beneficiarios del sistema son las personas que habitan en el predio ubicado en el Jr. Alfonso Ugarte N°710 – Barrio Los Jardines -Tarapoto,

Personas: **36 personas**

4.2.1.2 Dotación Diaria

La SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento) nos da valores de Dotación Diaria:

Tabla 7

Dotación Diaria de Sanitarios

| Norma | Uso | Dotación Diaria Total | Dotación diaria Sanitarios |
|--------|----------|-----------------------|----------------------------|
| SUNASS | Vivienda | 151 Lts/per/día | 80 Lts/Per/Día |

Fuente: SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento)

Tabla 8

Dotación de Agua Diaria por Persona

| Concepto | Cantidad (litros/persona/día) |
|----------------|-------------------------------|
| Baño, ducha | 35 |
| Inodoro | 35 |
| Lavado de Ropa | 45 |
| Limpieza | 10 |
| Lavaplatos | 07 |
| Lavamanos | 15 |
| Cocinar, beber | 04 |
| Total | 151 |

Fuente: SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento)

Volúmen de agua requerida

Como el estudio de investigación es el uso de agua de lluvia para inodoros entonces la **Dotación Diaria por persona será de 35 Lts**

Si consideramos un coeficiente de 0.6, entonces la **dotación diaria sería de 21 litros/persona / día**, con la cual trabajaremos.

Por lo Tanto, el Volúmen de Agua Requerida será:

Número de Personas : 36
Dotación Diaria por Persona: 21 Lts.

Volúmen de agua requerida= 756 Litros/ día = 0.76 m³/día

La demanda diaria es de **0.76 m³/día**, correspondiente a la vivienda de estudio compuesta por 36 personas.

Volúmen de Agua requerida por mes= 756 lts/día x 30 días
= 22,680 Litros = 22.78 m³/ mes

4.2.1.3. Demanda Mensual de Agua

Tabla 9

Demanda Mensual de agua

| Mes | Nº de días | Demanda Diaria (m ³) | Consumo Total (m ³) |
|--------------|------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Enero | 31 | 0.76 | 23.26 |
| Febrero | 28 | 0.76 | 21.28 |
| Marzo | 31 | 0.76 | 23.26 |
| Abril | 30 | 0.76 | 22.80 |
| Mayo | 31 | 0.76 | 23.26 |
| Junio | 30 | 0.76 | 22.80 |
| Julio | 31 | 0.76 | 23.26 |
| Agosto | 31 | 0.76 | 23.26 |
| Setiembre | 30 | 0.76 | 22.80 |
| Octubre | 31 | 0.76 | 23.26 |
| Noviembre | 30 | 0.76 | 22.80 |
| Diciembre | 31 | 0.76 | 23.26 |
| Total | | | 275.30 |

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2.- Area de Captación

El área recolectora de los techos de la vivienda en estudio es según la tabla siguiente:

Tabla 10

Area recolectora de Techos

| Descripción | Tipo de Techo | Area Total (m2) | Area Neta (m2) |
|--------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------|
| Techo N° 01 | Cobertura Calamina | 146.38 | 146.38 |
| Techo N° 02 | Cobertura Calamina | 108.08 | 108.08 |
| Techo N° 03 | Cobertura Calamina | 29.64 | 29.64 |
| Techo N° 04 | Cobertura Calamina | 138.97 | 138.97 |
| Techo N° 05 | Cobertura Calamina | 9.16 | 9.16 |
| Total | | 432.23 | 432.23 |

Fuente: Elaboración Propia

El área de captación debe ser la suficiente para recolectar el volumen de agua requerida, de acuerdo a la precipitación pluvial; es importante señalar que solo se debe considerar la proyección horizontal del área de captación; El área de captación está dada por la fórmula siguiente:

$$A=V / (P*Ce) \dots\dots\dots\text{ecuación (1)}$$

$$Pn= P*Ce$$

$$A= V / Pn$$

Donde

A: Área horizontal de la superficie de captación (m2)

P: Precipitación pluvial (mm)

V: Volumen de agua requerido (litros)

Ce: Coeficiente de escurrimiento. (FAO 2000).

Pn: Precipitación Neta

Según la Tabla N° 02, el coeficiente de escurrimiento **Ce= 0.8** por ser el material del techo de captación de calamina corrugada.

El Area de captación será:

Area= Volúmen Requerido / Precipitación Neta

Area= 275.30 / 1.17 = **235.30 m2**

Como el área requerida es 235.30 m2 menor al área que existe en el predio en estudio que es de 432.23 m2, entonces consideramos como área lo real del predio que es igual a **432.23 m2**

4.2.3.- Cálculo del Volúmen de Agua de Lluvia disponible

Considerando el área de Captación y la Precipitación Promedio Neta Mensual, determinamos el Volúmen de Agua de Lluvia Disponible, según la siguiente tabla:

Tabla 11

Volúmen de agua de Lluvia Disponible

| Mes | Precipitación Promedio Neta | | Area de Captación (m2) | Volúmen de Agua Disponible m3/mes |
|---------|-----------------------------|-------|--------------------------|-----------------------------------|
| | mm | m. | | |
| Enero | 120 | 0.120 | 432.23 | 51.87 |
| Febrero | 129 | 0.129 | 432.23 | 55.76 |
| Marzo | 156 | 0.156 | 432.23 | 67.43 |
| Abril | 141 | 0.141 | 432.23 | 60.94 |
| Mayo | 100 | 0.100 | 432.23 | 43.22 |
| Junio | 73 | 0.073 | 432.23 | 31.55 |
| Julio | 52 | 0.052 | 432.23 | 22.48 |
| Agosto | 46 | 0.046 | 432.23 | 19.88 |

| | | | | |
|--------------|-----|-------|--------|---------------|
| Setiembre | 74 | 0.074 | 432.23 | 31.99 |
| Octubre | 77 | 0.077 | 432.23 | 33.28 |
| Noviembre | 95 | 0.095 | 432.23 | 41.06 |
| Diciembre | 105 | 0.105 | 432.23 | 45.38 |
| Total | | | | 508.84 |

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4.- Balance de la Demanda de agua y la oferta pluvial.

Haciendo un balance de los resultados vemos lo siguiente:

Demanda anual de agua para sanitarios= **275.30 m3** (Tabla 9)

Volúmen de Agua de Lluvia Disponible = **508.84 m3** (Tabla 11)

Como el volumen de agua de lluvia disponible es mayor que la demanda anual de agua que se requiere para sanitarios, es factible cubrir dicha demanda con el área de captación escogida.

4.2.5. Ingeniería del Proyecto

4.2.5.1 Planteamiento del Sistema

El sistema se inicia con la recolección de agua de lluvia mediante un área de captación de todos los techos de la vivienda en estudio cuya cobertura es calamina corrugada y mediante canaletas de aluminio se recoge y va a una montante de tubería de P.V.C. Ø 4", la cual llega a un desarenador que es un tanque de eternit de capacidad de 800 litros, ubicado a 2.07 m. del nivel de piso terminado del primer piso, luego por rebose el agua de lluvia se distribuye al equipo de almacenamiento de agua denominado cisterna que es de acero galvanizado y es enterrado y tiene una capacidad de 2682 litros que equivale a 2.64 m3 y está ubicada a 1.15 m. por debajo del nivel de terreno natural.

Luego mediante una Electrobomba de Ø 1", se impulsa el agua de lluvia al Tanque Elevado de P.V.C. de capacidad 1,500 litros que equivale a 1.5 m3 ubicado en una plataforma de concreto sobre el tercer piso a una altura de 10.89

m. del nivel de piso terminado del primer piso y de ahí se distribuye el agua de lluvia a los inodoros ubicados de la siguiente manera: 8 en el primer piso y 5 en el tercer piso, que hacen un total de 13 inodoros. La distribución del tanque elevado a los inodoros se realiza mediante tubería P.V.C. Ø 3/4”.

4.2.5.2. Captación de Aguas Pluviales

La captación del sistema de recolección de agua de lluvia se realizará sobre el techo de la vivienda en estudio el cual es de cobertura de calamina galvanizada corrugada, la cual se encuentra en buenas condiciones.

4.2.5.3. Area de Captación de Aguas Pluviales

El área de captación de aguas pluviales está dada por el área de los techos correspondientes a la vivienda ubicada en Jr. Alfonso Ugarte N° 710 - Barrio Los Jardines – Tarapoto. Según Tabla 10, el área de captación de agua de lluvia es de **432.23 m²**.

Según los resultados vemos que el volumen anual de agua de lluvia ofertado (508.84 m³) es mayor que el volumen de agua requerido (275.30 m³), pero como existen meses que la precipitación pluvial no cubre con los volúmenes de la demanda de esos meses, entonces veremos el volumen de almacenamiento que se requiere para cubrir dicho déficit que son los meses de Julio y Agosto.

Tabla 12

Volúmen Mensual de agua de Lluvia Disponible y Requerida

| Mes | Volúmen de Agua Disponible (m3/mes) | Volúmen de Agua Requerida (m3/mes) | Volúmen de Agua Excedente (m3/mes) |
|--------------|--|---|---|
| Enero | 51.87 | 23.26 | 28.61 |
| Febrero | 55.76 | 21.28 | 34.48 |
| Marzo | 67.43 | 23.26 | 44.17 |
| Abril | 60.94 | 22.80 | 38.14 |
| Mayo | 43.22 | 23.26 | 20.42 |
| Junio | 31.55 | 22.80 | 8.75 |
| Julio | 22.48 | 23.26 | -0.78 |
| Agosto | 19.88 | 23.26 | - 3.38 |
| Setiembre | 31.99 | 22.80 | 9.19 |
| Octubre | 33.28 | 23.26 | 10.02 |
| Noviembre | 41.06 | 22.80 | 18.26 |
| Diciembre | 45.38 | 23.26 | 22.12 |
| Total | 508.84 | 275.30 | |

Fuente: Elaboración Propia

4.2.5.4. Volúmen de Almacenamiento

Para conocer el volumen de almacenamiento de la cisterna se debe encontrar la diferencia del volumen de agua de lluvia disponible y el volumen de la demanda de agua para inodoros de cada mes, de esta manera el mayor valor obtenido de esta diferencia será el volumen del tanque a usar.

Tabla 13

Volúmenes Acumulados de Oferta Disponible y Consumo

| Mes | Prec. Prom. Neta (m.) | Area de Captación (m2) | Oferta Disponible (m3) | Consumo (m3) | Oferta Acumulada (m3) | Consumo Acumulado (m3) | Diferencia |
|-----------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------------------|------------------------------|------------|
| Enero | 0.120 | 432.23 | 51.87 | 23.26 | 51.87 | 23.26 | 28.61 |
| Febrero | 0.129 | 432.23 | 55.76 | 21.28 | 107.63 | 44.54 | 63.09 |
| Marzo | 0.156 | 432.23 | 67.43 | 23.36 | 175.06 | 67.90 | 107.16 |
| Abril | 0.141 | 432.23 | 60.94 | 22.80 | 236.00 | 90.70 | 145.30 |
| Mayo | 0.100 | 432.23 | 43.22 | 23.26 | 279.22 | 113.96 | 165.26 |
| Junio | 0.073 | 432.23 | 31.55 | 22.80 | 310.77 | 136.76 | 196.81 |
| Julio | 0.052 | 432.23 | 22.48 | 23.26 | 333.25 | 160.02 | 173.23 |
| Agosto | 0.046 | 432.23 | 19.88 | 23.26 | 353.13 | 183.28 | 169.85 |
| Setiembre | 0.074 | 432.23 | 31.99 | 22.80 | 385.12 | 206.08 | 179.04 |
| Octubre | 0.077 | 432.23 | 33.28 | 23.26 | 418.40 | 229.34 | 189.06 |
| Noviembre | 0.095 | 432.23 | 41.06 | 22.80 | 459.46 | 252.14 | 207.32 |
| Diciembre | 0.105 | 432.23 | 45.38 | 23.26 | 504.84 | 275.40 | 229.44 |

Fuente: Elaboración Propia

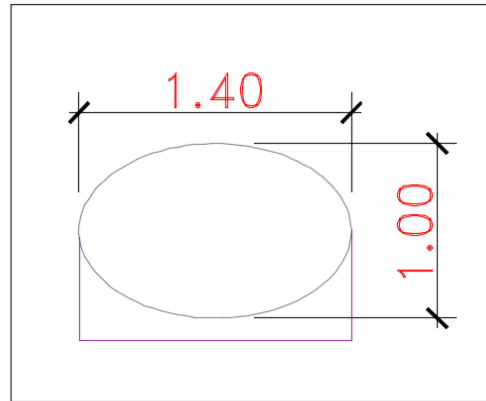
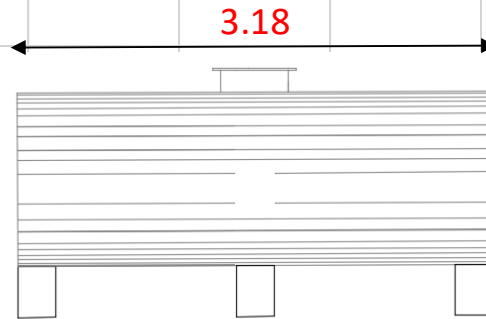
De la Tabla 13, determinamos que esta alternativa cubriría la demanda de agua de lluvia de 10 meses del año, los meses donde la demanda supera a la oferta disponible sería los meses de Julio y Agosto, por lo que para cubrir este déficit de agua de lluvia, se tendría que almacenar un volumen de:

$$173.23 \text{ m}^3 - 169.85 \text{ m}^3 = 3.38 \text{ m}^3$$

Por lo tanto según los cálculos la cisterna será de una capacidad de **3.38 m³**.

En nuestro caso estamos considerando una cisterna enterrada de acero galvanizado, con una capacidad de almacenamiento de 3,500 litros equivalente a 3.50 m³.

VOLUMEN DEL CISTERNA PARA ALMACENAR AGUA PLUVIAL



| | | |
|-----|------|---|
| L= | 2.44 | m |
| ra= | 0.7 | m |
| rb= | 0.5 | m |
| π= | 3.14 | |

FORMULA DE SUPERFICIE DE UN ELIPSE

$$A = \pi \times r_a \times r_b$$

$$A = 1.100 \quad \text{m}^2$$

$$\text{Volulen} = A * L \quad \text{m}^3$$

| | | |
|------------------|-------------|---------------|
| VOLUMEN = | 3.50 | m3 |
| | 3500 | litros |

4.2.5.5. Sistema de distribución

Este sistema está conformado por un tanque elevado y la red de distribución de agua de lluvia que sale del tanque elevado y lo conduce a los inodoros.

4.2.5.5.1. Tanque Elevado

Tiene por finalidad mantener un volumen de agua, a una cierta altura, que permita a ésta llegar a todos los puntos de uso, por gravedad; estos tanques disponen de un sistema que permite el llenado del mismo en forma automática, cuando el nivel de sus aguas alcancen una determinada altura, establecida previamente. Además deben estar provistos de un sistema de rebose de las aguas, y una válvula de purga para eliminar las aguas del mismo. El material de éstos tanques, puede ser de concreto, construidos in situ, o prefabricados, encontrándose en el mercado de diferentes materiales y capacidades.

Dimensionamiento: (RNE,2010)

El volumen del tanque elevado se determina en función de la Dotación Diaria, De acuerdo a lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma IS-010, ítem 2.4 Cuando solo existe tanque elevado, su capacidad será como mínimo igual a la dotación diaria, con un volumen no menor de 1000 lt. Cuando sea necesario emplear una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las $\frac{3}{4}$ partes de la dotación diaria y la del segundo no menor de $\frac{1}{3}$ de dicho volumen. .

En nuestro caso, se está empleando cisterna, electrobomba y tanque elevado, por lo que para calcular la capacidad del tanque elevado aplicaremos que el volumen no sea menor a $\frac{1}{3}$ del volumen de almacenamiento diario en la cisterna (V_c).

$$V_{te} = \frac{1}{3} V_c$$

$$V_{te} = \frac{1}{3} (3.38)$$

$$V_{te} = 1.13 \text{ m}^3$$

Por lo que asumiremos un tanque elevado con capacidad de 1.10 m³

El tanque elevado será prefabricado de polietileno (P.V.C.) y estará ubicado en el tercer piso sobre una plataforma de concreto y almacenará agua exclusivamente para limpieza de inodoros. El volumen considerado es de 1.10 m3. El automatismo estará dispuesto para accionar el sistema de bombeo, según el nivel de agua existente en la cisterna, cuando en el proceso de vaciado del tanque elevado, el agua llegue al 50% de altura; se acciona el automatismo para bombear de la cisterna agua pluvial; circuito que se interrumpirá cuando las aguas en el tanque elevado alcancen su altura de llenado.

4.2.5.5.2. Volúmen del Sedimentador por trampa de sólidos

El sedimentador permite recolectar las aguas de lluvia que caen y lavan el área recolectora, por lo que primero tiene que sedimentarse los sólidos atrapados para que el agua ingrese a la cisterna sin ningún tipo de solidos-

Según CEPIS, se requiere 1 litro de agua de lluvia para lavar 1 m2 de área de techo.

El volumen del tanque sedimentador se calcula con la fórmula siguiente:

$$V_{sed} = (1 \text{ lt/m}^2 * A_{techo}) / 1000$$

V_{sed} = Volúmen del sedimentador (m3)

A_{techo} = Area de captación del techo (m2)

1000 = Factor de conversión de litros a m3

$$V_{sed} = \frac{1 \text{ lt/m}^2 * A_{techo}}{1000} = \frac{1 * 432.23}{1000}$$

$$V_{sed} = 0.432 \text{ m}^3$$

En nuestro caso colocaremos un Tanque de P.V.C. de 800 litros que equivale a 0.800 m³

4.2.5.5.3. Sistema de Bombeo

Estará constituido por una electrobomba, ubicada contigua a la cisterna, la que mediante un sistema de automatismo, accionará cuando el tanque elevado, demande ser abastecido y la disponibilidad de agua pluvial, en la cisterna lo permita.

Se presenta a continuación el procedimiento del cálculo de la potencia requerida por la electrobomba, para elevar el agua desde la cisterna (agua de lluvia) hasta el tanque elevado. Para llevar a cabo dicho procedimiento se tendrá en cuenta las características de la bomba, el motor, la tubería de impulsión y de succión; así como las cotas entre los puntos de inicio (cisterna) y llegada (tanque elevado). Los principales parámetros a tener en cuenta son:

Potencia de la bomba:

$$PB = \frac{Qb * HDT}{75 * e}$$

Donde:

PB = Potencia de bomba en Hp

Qb = Caudal de Bombeo en lt/seg

HDT = Altura Dinámica Total en m.

e = Eficiencia, 0.60

Se determina el caudal de bombeo: según RNE ítem 2.5.e.

Qb= MDS

De la Tabla 14 obtenemos por interpolación que el gasto probable para los 13 inodoros existentes en la vivienda en estudio es 1.15 lts.

$$MDS = 1.15 \text{ lt/s}$$

$$Q_b = 1.15 \text{ lt/s}$$

Diámetro de la tubería de impulsión: 3/4"

Longitud tubería de impulsión : 10.89 m

Diámetro de la tubería de succión : 1"

Longitud tubería de succión : 4.10 m

$$\mathbf{HDT = H + Hf(succión+impulsión) + Ps}$$

H = 12.04 m (altura desde el inicio de la succión hasta la entrega al T.E.)

$$H_{fimpulsión} = 10.89 \text{ m}$$

$$H_{fsucción} = 1.15 \text{ m}$$

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

$$HDT = 12.04 + (1.15 + 10.89) + 2$$

$$HDT = 26.08 \text{ m.}$$

Entonces:

$$PB = \frac{1.15 \text{ lt/s} * 26.08 \text{ m}}{75 * 0.60}$$

$$PB = 0.66 \text{ Hp}$$

Como esa potencia de la bomba no es comercial entonces tomaremos como **potencia de la bomba de 3/4 hp.**

Tabla 14
Gastos probables para aplicación del método Hunter

| N° de unidades | Gasto Probable | | N° de unidades | Gasto Probable | | N° de unidades |
|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|---------|----------------|
| | Tanque | Valvula | | Tanque | Valvula | |
| 3 | 0,12 | | 120 | 1,83 | 2,12 | 1100 |
| 4 | 0,16 | | 130 | 1,91 | 2,80 | 1200 |
| 5 | 0,23 | 0,Q1 | 140 | 1,98 | 2,85 | 1300 |
| 6 | 0,25 | 0,Q4 | 150 | 2,06 | 2,95 | 1400 |
| I | 0,28 | 0,Q1 | 160 | 2,14 | 3,04 | 1500 |
| 8 | 0,2Q | 1,00 | 110 | 2,22 | 3,12 | 1600 |
| Q | 0,32 | 1,03 | 180 | 2,29 | 3,20 | 1100 |
| 10 | 0,43 | 1,06 | 190 | 2,31 | 3,25 | 1800 |
| 12 | 0,38 | 1,12 | 200 | 2,45 | 3,36 | 1900 |
| 14 | 0,42 | 1,11 | 210 | 2,53 | 3,44 | 2000 |
| 16 | 0,46 | 1,22 | 220 | 2,60 | 3,51 | 2100 |
| 18 | 0,50 | 1,21 | 230 | 2,65 | 3,58 | 2200 |
| 20 | 0,54 | 1,33 | 240 | 2,15 | 3,65 | 2300 |
| 22 | 0,58 | 1,31 | 250 | 2,84 | 3,11 | 2400 |
| 24 | 0,61 | 1,42 | 260 | 2,91 | 3,19 | 2500 |
| 26 | 0,61 | 1,45 | 210 | 2,99 | 3,81 | 2600 |
| 28 | 0,11 | 1,51 | 280 | 3,01 | 3,94 | 2100 |
| 30 | 0,15 | 1,55 | 290 | 3,15 | 4,04 | 2800 |
| 32 | 0,1Q | 1,59 | 300 | 3,32 | 4,12 | 2900 |
| 34 | 0,82 | 1,63 | 320 | 3,31 | 4,24 | 3000 |
| 36 | 0,85 | 1,61 | 340 | 3,52 | 4,35 | 3100 |
| 38 | 0,88 | 1,10 | 380 | 3,61 | 4,46 | 3200 |

| N° de unidades | Gasto Probable | | N° de unidades | Gasto Probable | | N° de unidades | Gasto Probable |
|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|---------|--|----------------|
| | Tanque | Valvula | | Tanque | Valvula | | |
| 48 | 1,09 | 1,92 | 460 | 4,42 | 5,08 | 3700 | 19,23 |
| 50 | 1,13 | 1,97 | 480 | 4,57 | 5,20 | 3800 | 19,75 |
| 55 | 1,19 | 2,04 | 500 | 4,71 | 5,31 | 3900 | 20,17 |
| 60 | 1,25 | 2,11 | 550 | 5,02 | 5,57 | 4000 | 20,50 |
| 65 | 1,31 | 2,17 | 600 | 5,34 | 5,83 | PARA EL NUMERO DE UNIDADES DE ESTA COLUMNA ES INDIFERENTE QUE LOS APARATOS SEAN DE TANQUE O DE VALVULA | |
| 70 | 1,36 | 2,23 | 650 | 5,85 | 6,09 | | |
| 75 | 1,41 | 2,29 | 700 | 5,95 | 6,35 | | |
| 80 | 1,45 | 2,35 | 750 | 6,20 | 6,61 | | |
| 85 | 1,50 | 2,40 | 800 | 6,60 | 6,84 | | |
| 90 | 1,56 | 2,45 | 850 | 6,91 | 7,11 | | |
| 95 | 1,62 | 2,50 | 900 | 7,22 | 7,36 | | |
| 100 | 1,67 | 2,55 | 950 | 7,53 | 7,61 | | |
| 110 | 1,75 | 2,60 | 1000 | 7,84 | 7,85 | | |

| APARATOS SANITARIOS | | | | | | | |
|---------------------------------|----------|-------------------|-------------------------------|--------|---------------------|-----------------------------|----------|
| | INODOROS | LAVAMANOS | LAVANDERIA DE ROPAS Y TRASTES | DUCHAS | GRIFO DE JARDINERIA | GRIFO PARA LAVADORA DE ROPA | URINARIO |
| PRIMER PISO | 8 | 3 | 5 | 4 | 1 | 1 | 1 |
| SEGUNDO PISO | | 1 | | 1 | | | |
| TERCER PISO | 5 | 5 | 2 | 5 | 1 | 1 | |
| TOTAL | 13 | 9 | 7 | 10 | 2 | 2 | 1 |
| NUMERO DE HABITANTES DEL PREDIO | | | 33 ADULTOS | | | | |
| | | | 3 NIÑOS MAYORES | | | | |
| | | TOTAL DE PERSONAS | 36 | | | | |

4.2.5.5.4. Red de distribución

En cuanto a la distribución la red solo llegará a los puntos donde se utilizará el agua de lluvia, es decir a los inodoros.

Según la norma OS 050

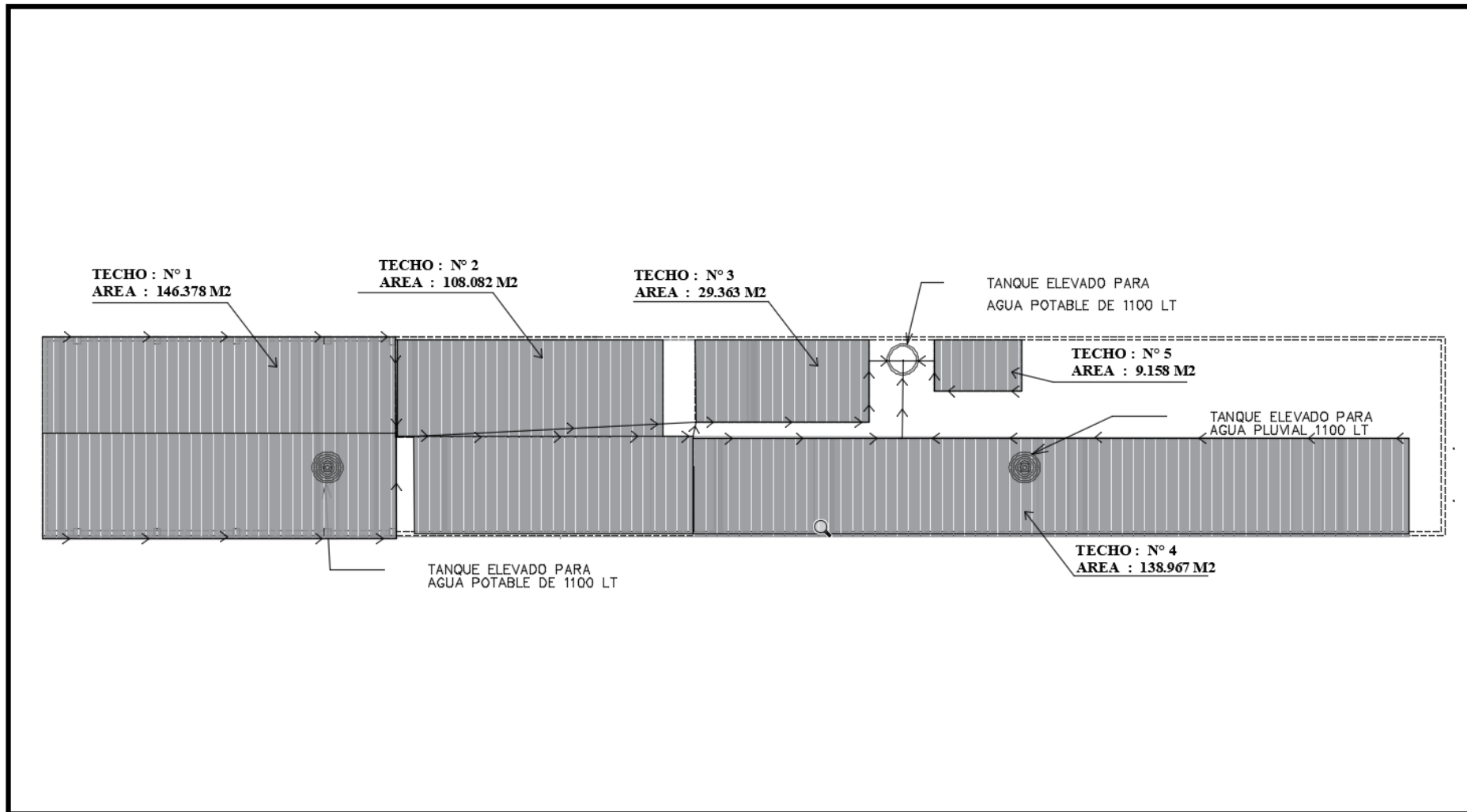
REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

5. CONEXIÓN PREDIAL

5.4. Diámetro mínimo

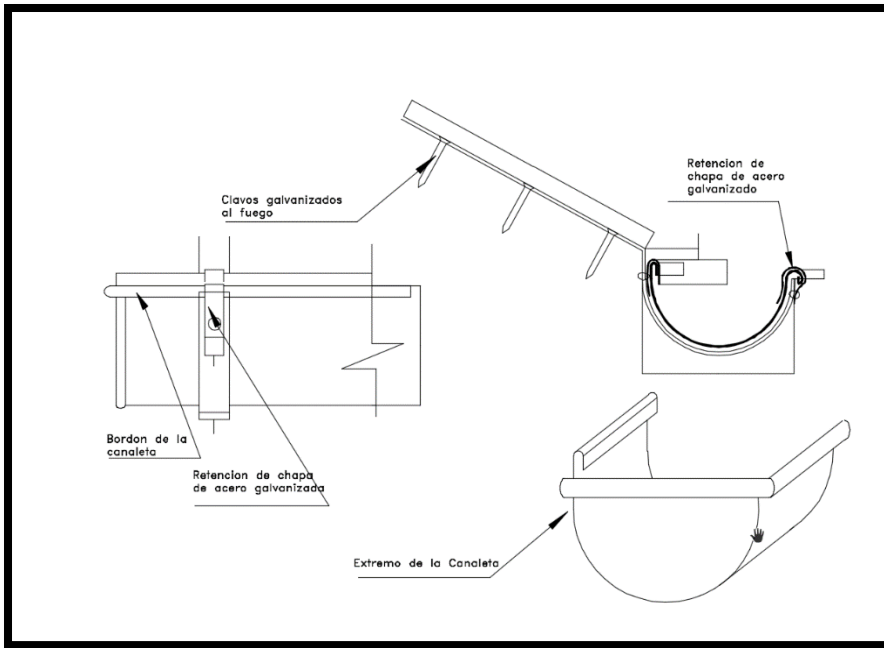
El diámetro mínimo de la conexión predial será de 12,50 mm.

Por lo tanto se está considerando la tubería de distribución de agua de lluvia de 12.5 m.m. que equivale a Ø ½"

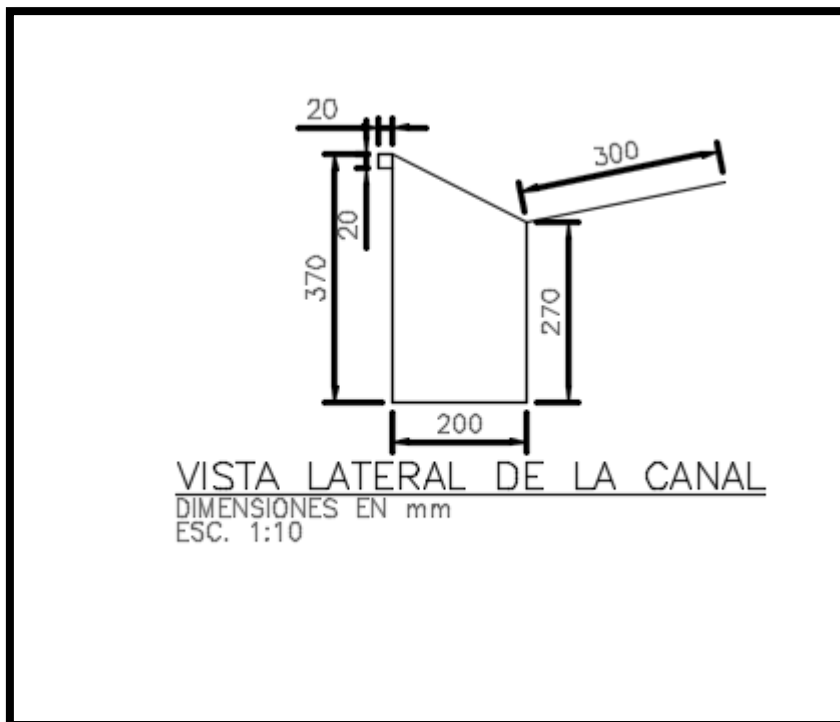


PLANTA GENERAL DE CAPTACIÓN: Áreas Recolectoras

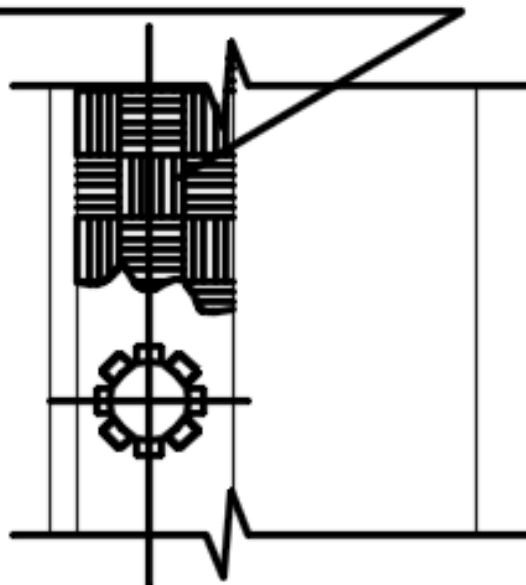
DETALLE DE CANALETA TIPO SEMICIRCULAR



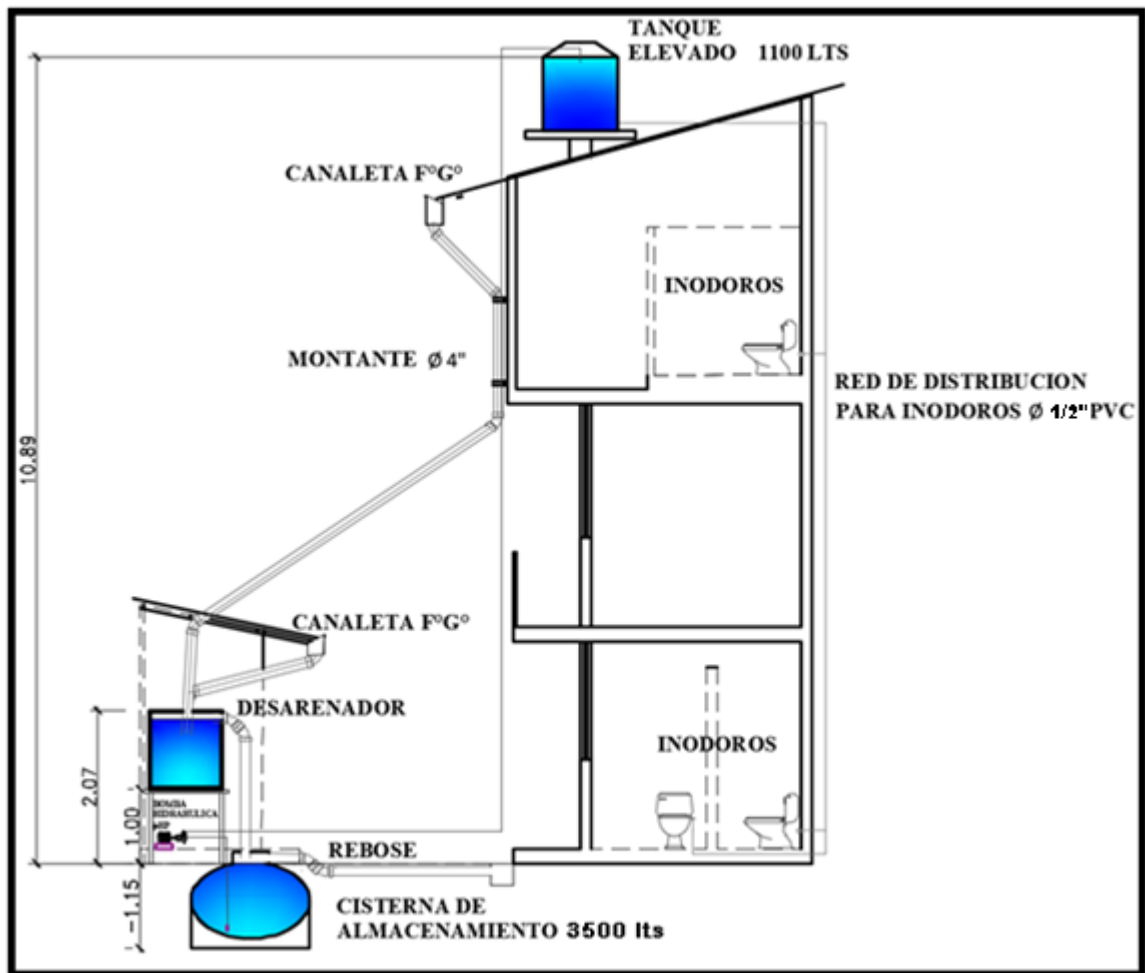
DETALLE DE CANALETA POLIGONAL



CAPA DE ZINCADO



VISTA DE PLANTA DE LA CANAL
DIMENSIONES EN mm
ESC. 1:10

SISTEMA DE CAPTACIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN

4.3. DETERMINACIÓN DEL AHORRO DE AGUA POTABLE

Del récord de facturación otorgado por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPA SAN MARTIN S.A), se ha obtenido los consumos mensuales por cada mes durante el año 2019, considerando el costo de **S/ 2.16 el m3 de agua potable según lo facturado**

Tabla 15

Consumo mensual de agua potable facturado por EMAPA SAN MARTÍN

| MES | NÚMERO DE DIAS | CONSUMO MENSUAL | CONSUMO TOTAL |
|--------------|----------------|-----------------|---------------|
| ENERO | 31 | 72 | 72 |
| FEBRERO | 28 | 70 | 70 |
| MARZO | 31 | 96 | 96 |
| ABRIL | 30 | 90 | 90 |
| MAYO | 31 | 117 | 117 |
| JUNIO | 30 | 74 | 74 |
| JULIO | 31 | 76 | 76 |
| AGOSTO | 31 | 125 | 125 |
| SETIEMBRE | 30 | 55 | 55 |
| OCTUBRE | 31 | 40 | 40 |
| NOVIEMBRE | 30 | 37 | 37 |
| DICIEMBRE | 31 | 51 | 51 |
| TOTAL | 365 | 903 | 903 |

Fuente: Elaboración propia

COSTO TOTAL DE AGUA POTABLE

En el año 2019 se consumió 903 m3 de agua potable

Costo= 903 x S/ 2.16 = S/ 1,950.48

Tabla 16*Consumo mensual de agua de lluvia en inodoros*

| MES | NÚMERO DE DIAS | CONSUMO MENSUAL | CONSUMO TOTAL |
|--------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| ENERO | 31 | 23.26 | 23.26 |
| FEBRERO | 28 | 21.28 | 21.28 |
| MARZO | 31 | 23.26 | 23.26 |
| ABRIL | 30 | 22.80 | 22.80 |
| MAYO | 31 | 23.26 | 23.26 |
| JUNIO | 30 | 22.80 | 22.80 |
| JULIO | 31 | 23.26 | 23.26 |
| AGOSTO | 31 | 23.26 | 23.26 |
| SETIEMBRE | 30 | 22.80 | 22.80 |
| OCTUBRE | 31 | 23.26 | 23.26 |
| NOVIEMBRE | 30 | 22.80 | 22.80 |
| DICIEMBRE | 31 | 23.26 | 23.26 |
| TOTAL | 365 | 275.30 | 275.30 |

Costo= 275.30 x S/ 2.16 = S/ 594.65

El ahorro de consumo de agua potable utilizando agua de lluvia solo para inodoros es de 275.30 m³ en un año y se ahorraría S/ 594.65



EMAPA SAN MARTIN S.A.

FEDERICO SANCHEZ 900
Ruc:20143612431

Página : 1 de 11

Fecha : 12 / 02 / 2020

Hora : 09:55:12

RECORD DE FACTURACION

Sucursal: 001

Sector: 004

Codigo : 5374

Catastro : 001001004007000200

Categoria : 015 COMERCIAL

Cliente : ALEGRIA ESCALANTE LLOISI

Direccion : JR. ALFONSO UGARTE 706

Referencia:

Est.Servicio : OPERATIVO CON SERVICIO-ACTIVO

| Datos del medidor | | Datos de la conexion de agua | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------------|
| Nro Medidor: E16M261374 | | Diametro: 1/2ø - 15mm | Vereda: CONCRETO |
| Diametro Medidor: 1/2ø - 15mm | | Material Tubo: PVC | Fecha Instal.: 1/01/1999 00:00:00 |
| Tipo Medidor: CHORRO MULTIPLE DE 1/2ø | | Localiza caja: ADELANTE | Caja: CONCRETO |
| Marca Medidor: ELSTER | | Pavimentacion: TIERRA | Estado Caja: BUEN ESTADO |
| Capacidad Medidor: 3 mts x hra | | Tipo corte: [Ninguno] | Tapa: CONCRETO |
| Fecha Instalación: 1/01/2018 18:25:00 | | Estado Conexión: MEDIDOR | Estado tapa: BUEN ESTADO |
| Tipo promedio: 0 | | Llaves Medidor: ANTES Y DESPUES | Fugas: NO HAY |

| Fecha Pago | Anio | Mes | Serie | Nro.Doc | Total | Total Deuda | Total Mes | Agua | Int.Agua | Desague | Int.Desg | Cargo Fijo | Int. C.Fijo | Otros Conc | Int.Otros | Igv | Int. Igv | Otr. Var. | Int. O.Var. | Red.Ant | Red.Act | R |
|------------------|------|-----|-------|---------|--------|-------------|-----------|--------|----------|---------|----------|------------|-------------|------------|-----------|------|----------|-----------|-------------|---------|---------|--------------------------|
| 12/02/2020 09:31 | 2020 | Ene | 0001 | 397217 | 157.90 | 0.00 | 157.90 | 122.07 | 0.00 | 32.64 | 0.00 | 3.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | -0.03 | <input type="checkbox"/> |
| 20/01/2020 15:25 | 2019 | Dic | 0001 | 364982 | 141.90 | 0.00 | 141.90 | 109.49 | 0.00 | 29.21 | 0.00 | 3.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | -0.02 | <input type="checkbox"/> |
| 17/12/2019 08:26 | 2019 | Nov | 0001 | 332788 | 103.50 | 0.00 | 103.50 | 79.16 | 0.00 | 21.55 | 0.00 | 2.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.05 | -0.02 | <input type="checkbox"/> |
| 16/11/2019 09:20 | 2019 | Oct | 0001 | 300624 | 113.00 | 0.00 | 113.00 | 86.51 | 0.00 | 23.55 | 0.00 | 2.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.05 | <input type="checkbox"/> |
| 19/10/2019 09:48 | 2019 | Set | 0001 | 268497 | 155.00 | 0.00 | 155.00 | 119.60 | 0.00 | 32.57 | 0.00 | 2.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.03 | <input type="checkbox"/> |
| 19/09/2019 16:35 | 2019 | Ago | 0001 | 236440 | 164.40 | 0.00 | 164.40 | 126.96 | 0.00 | 34.57 | 0.00 | 2.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | <input type="checkbox"/> |
| 19/08/2019 09:42 | 2019 | Jul | 0001 | 204442 | 228.32 | 0.00 | 228.32 | 164.57 | 0.00 | 60.98 | 0.00 | 2.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | -0.01 | <input type="checkbox"/> |
| 22/07/2019 08:32 | 2019 | Jun | 0001 | 172531 | 206.50 | 0.00 | 206.50 | 160.05 | 0.00 | 43.59 | 0.00 | 2.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.01 | <input type="checkbox"/> |
| 13/06/2019 15:21 | 2019 | May | 0001 | 140658 | 323.50 | 0.00 | 323.50 | 251.98 | 0.00 | 68.64 | 0.00 | 2.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | <input type="checkbox"/> |
| 22/05/2019 11:22 | 2019 | Abr | 0001 | 108850 | 269.50 | 0.00 | 269.50 | 194.65 | 0.00 | 71.98 | 0.00 | 2.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.04 | -0.01 | <input type="checkbox"/> |
| 22/04/2019 15:21 | 2019 | Mar | 0001 | 77095 | 285.30 | 0.00 | 285.30 | 206.24 | 0.00 | 76.20 | 0.00 | 2.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.04 | <input type="checkbox"/> |
| 20/03/2019 13:03 | 2019 | Feb | 0001 | 45421 | 209.00 | 0.00 | 209.00 | 150.39 | 0.00 | 55.82 | 0.00 | 2.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | -0.02 | <input type="checkbox"/> |
| 19/02/2019 18:11 | 2019 | Ene | 0001 | 13817 | 215.20 | 0.00 | 215.20 | 154.94 | 0.00 | 57.46 | 0.00 | 2.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | -0.04 | <input type="checkbox"/> |

CAPITULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Precipitación

Con los datos sobre precipitación en la ciudad de Tarapoto para el período del año 2000 al año 2019, obtenida de SENAMHI, se ha encontrado que en promedio, **el mes más lluvioso del año es Marzo, con valores de 196.9 m.m.**, y que **el mes más seco es Agosto con 57.7 mm**; asimismo se observa la irregularidad de la precipitación en el tiempo, la que determina, que aun cuando la precipitación anual, teóricamente permita disponer del volumen de agua requerido, con determinada área de captación, es necesario disponer de una estructura de almacenamiento de volumen importante, si se quiere atender los requerimientos, exclusivamente con agua de lluvia.

Considerando el Coeficiente de Esguerrimiento $C_e = 0.8$, por ser el material del área de captación calamina corrugada, hemos encontrado la precipitación pluvial neta

Sistema de Captación y Distribución de Aguas Pluviales

El área recolectora de los techos de la vivienda en estudio es de 432.23 m² y el área requerida es 235.30 m² que es menor al área que existe en el predio en estudio por lo que se ha considerado como área lo real del predio que es igual a **432.23 m²**

Como el volumen de agua de lluvia disponible es mayor que la demanda anual de agua que se requiere para sanitarios, es factible cubrir dicha demanda con el área de captación escogida.

Demanda anual de agua para sanitarios= **275.30 m³** (Tabla 9)

Volúmen de Agua de Lluvia Disponible = **508.84 m³** (Tabla 11)

Volumen de Almacenamiento

Cisterna

Para conocer el volumen de almacenamiento de la cisterna se ha encontrado la diferencia del volumen de agua de lluvia disponible y el volumen de la demanda de agua para inodoros de cada mes, de esta manera el mayor valor obtenido de esta diferencia es el volumen del tanque que nos dio 3.38 m³ pero hemos considerado un volumen de cisterna de 3.5 m³

Tanque Elevado

En nuestro caso, se está empleando cisterna, electrobomba y tanque elevado, por lo que para calcular la capacidad del tanque elevado se aplicó que el volumen no sea menor a 1/3 del volumen de almacenamiento diario en la cisterna (Vc).

$$V_{te} = 1/3 V_c$$

$$V_{te} = 1/3 (3.38) = 1.13 \text{ m}^3$$

Por lo que se ha asumido un tanque elevado con capacidad de 1.10 m³

Volumen del Sedimentador por trampa de sólidos

El volumen del tanque sedimentador se ha calculado con la fórmula siguiente:

$$V_{sed.} = (1 \text{ lt/m}^2 * A_{techo}) / 1000$$

Lo cual nos da un volumen de 0.432 m³, pero en nuestro caso se ha considerado un tanque de P.V.C. de 800 litros equivalente a 0.8 m³

Sistema de Bombeo

Está constituido por una electrobomba, ubicada contigua a la cisterna, la que mediante un sistema de automatismo, accionará cuando el tanque elevado, demande ser abastecido y la disponibilidad de agua pluvial, en la cisterna lo permita.

Según el procedimiento de cálculo de la potencia requerida por la electrobomba, para elevar el agua desde la cisterna (agua de lluvia) hasta el tanque elevado. Se ha obtenido una electrobomba de potencia 0.66 HP, pero como no es una potencia comercial, se ha considerado una electrobomba de 0.75 HP

Red de distribución

En cuanto a la distribución la red solo llegará a los puntos donde se utilizará el agua de lluvia, es decir a los inodoros.

Según la norma OS 050 el diámetro mínimo es de ½", el cual hemos considerado

Ahorro de Agua Potable

Considerando los consumos de agua potable del año 2019 y el costo de 1 m³ de agua a S/ 2.16, se ha obtenido un ahorro de 275.30 m³ en un año y se ahorraría S/ 594.65, utilizando agua de lluvia solo para inodoros

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Los sistemas de captación de agua de lluvia representan una opción tecnológica no compleja, económica y ecológica para abastecer en cantidad y calidad con este recurso vital a las poblaciones.

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede decir que el proyecto cumple el objetivo principal en cuanto a que es técnicamente viable para hacer un uso eficiente del agua dentro de la vivienda prototipo, pues con la precipitación de la zona y el espacio disponible, se logra abastecer completamente los inodoros durante diez (10) meses del año, y los dos (2) meses restantes se abarca la demanda, utilizando el sistema de bombeo.

Se debe tener presente que el sistema está diseñado para las condiciones hidrológicas presentadas en la Tabla 4, en las cuales se detallan las precipitaciones correspondientes al periodo de diseño seleccionado (10 años), por lo tanto, el diseño puede variar si las condiciones no se asemejan a las presentadas anteriormente, y el volumen posible de ser captado puede ser mayor o menor, dependiendo de estos factores.

Se concluye que haciendo uso de agua de lluvia solo para inodoros existe un ahorro de 275.30 m³ que equivale al 30% del consumo total en la vivienda en un año

6.2. RECOMENDACIONES

Debe normarse el manejo de las aguas pluviales, con fines de aprovechamiento en determinadas actividades domésticas, lo que disminuirá la presión sobre las actuales fuentes hídricas; que podría realizarse inicialmente a través de las Municipalidades Provinciales.

Se debe realizar el mantenimiento del sistema de agua de lluvia cada 6 meses. Para evitar la pérdida de agua, se puede programar el mantenimiento en los meses en los que el tanque se encuentre con menor cantidad de agua almacenada.

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ballén S., G. y otros (2006) "Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia" VI SEREA Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano; España.

Capra, G. (1998) "Ingeniería Sanitaria y Pluvial", UMSA, Bolivia.

Cepis (2004) "Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente; Guía de Diseño para Captación de Agua de Lluvia"; 1era edición, Lima.

Idecalli (2006) *Centro Internacional de Demostración y Captación en el Aprovechamiento de Agua de Lluvia*, Mexico.

Fatorelli, S. y Fernández P. (2011) "Diseño Hidrológico", ediciones Fernández Dorca, 2da edición, Italia.

FAO (2013) *Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas*, Maval Ltda, Santiago de Chile.

Fernández, I.(2009), "Aprovechamiento de Aguas Pluviales". Departamento de Construcciones Arquitectónicas II – UPC; 2da edición, Perú.

Gleason, A. (2005) "Manual de Aprovechamiento de Aguas Pluviales en Centros Urbanos"; Universidad de Guadalajara; Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño; 2da edición, México.

Grandez Torres, Eli (2017), "Diseño de un sistema de captación de agua pluviales para el uso doméstico en viviendas del barrio La Florida del distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas-región Loreto", Tarapoto

Grandez Rodríguez, Peggy, (2015), "Aprovechamiento de agua de lluvia para optimizar el uso de agua potable residencial", Lima

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), *Informe de fuentes mejoradas de abastecimiento de agua*.

FAO (2000) *“Manual de captación y aprovechamiento de agua de lluvia, experiencias en América Latina”*.

Pita, L. (2000) *“Diseño de Instalaciones Sanitarias en la Construcción”*, Ediciones MIANO, Perú.

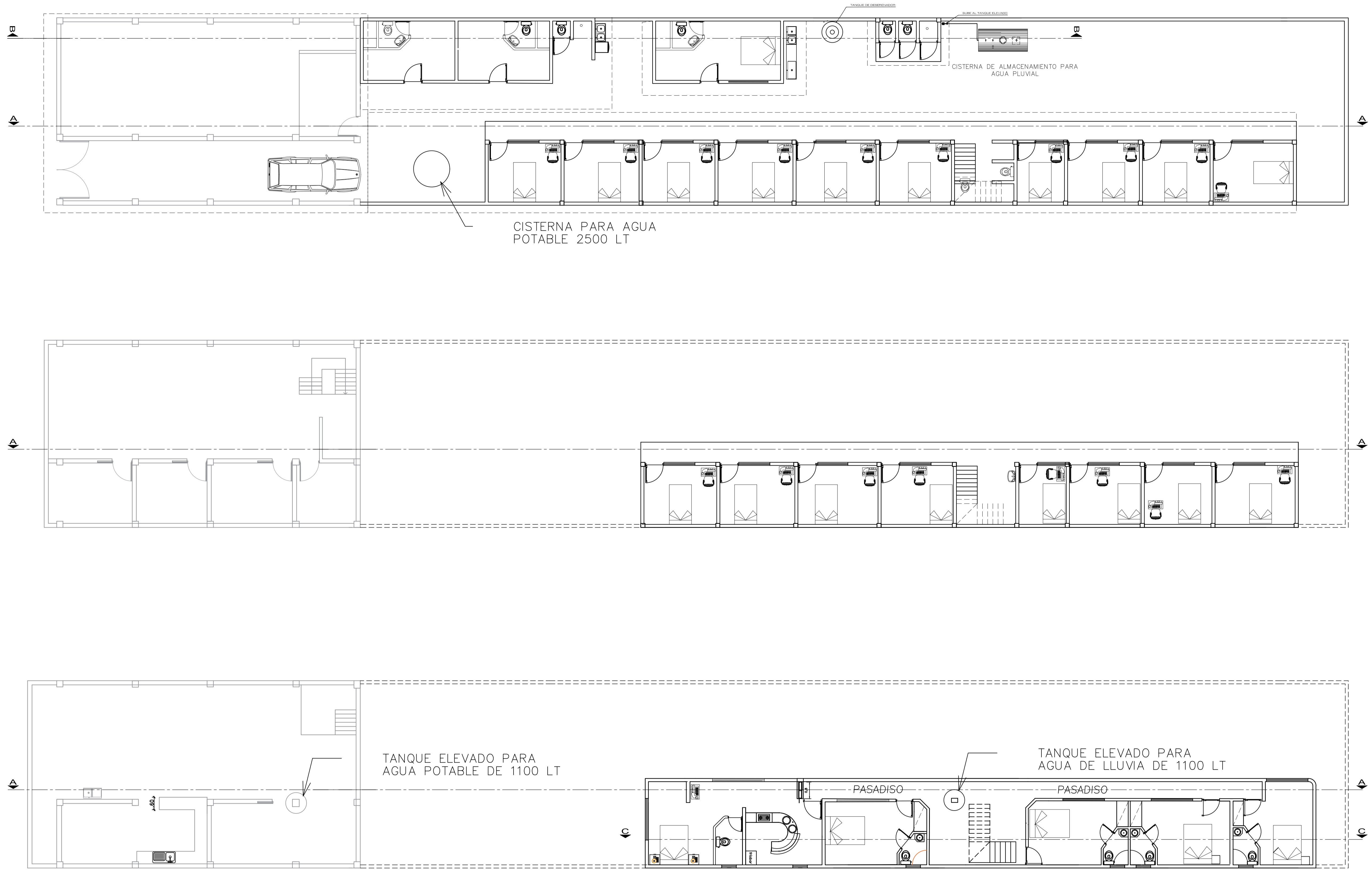
PNUMA Organización (2009) *“Manual sobre Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia para Uso Doméstico y Consumo Humano”*; Colpos 1, México.

SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento).

“Informe sobre dotación diaria de agua potable en zonas urbanas”

ANEXOS

ANEXO N° 01
PLANOS



UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

PROYECTO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA, COMO ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE, EN EL BARRIO LOS JARDINES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO-SAN MARTIN-2019"

PLANO: **PLANTA GENERAL**

UBICACION: SECTOR: LOS JARDINES
 DISTRITO: TARAPOTO
 PROVINCIA: SAN MARTIN
 REGION: SAN MARTIN

ASESOR: ING° M.Sc. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA

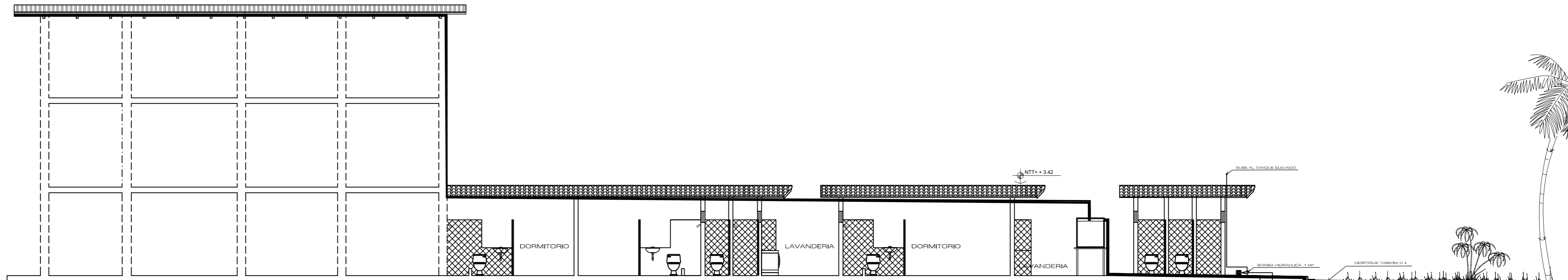
FECHA: Bach. NEVER ESCALANTE ALEGRIA
 Bach. TONY FERNANDO SANDOVAL PINEDO

TOP: C.A.M.M.
 CAD: N.E.A.
 ESCALA: INDICADA

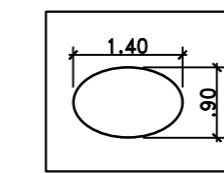
LAMINA Nº: **A-01**
 FECHA: DICIEMBRE 2019

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

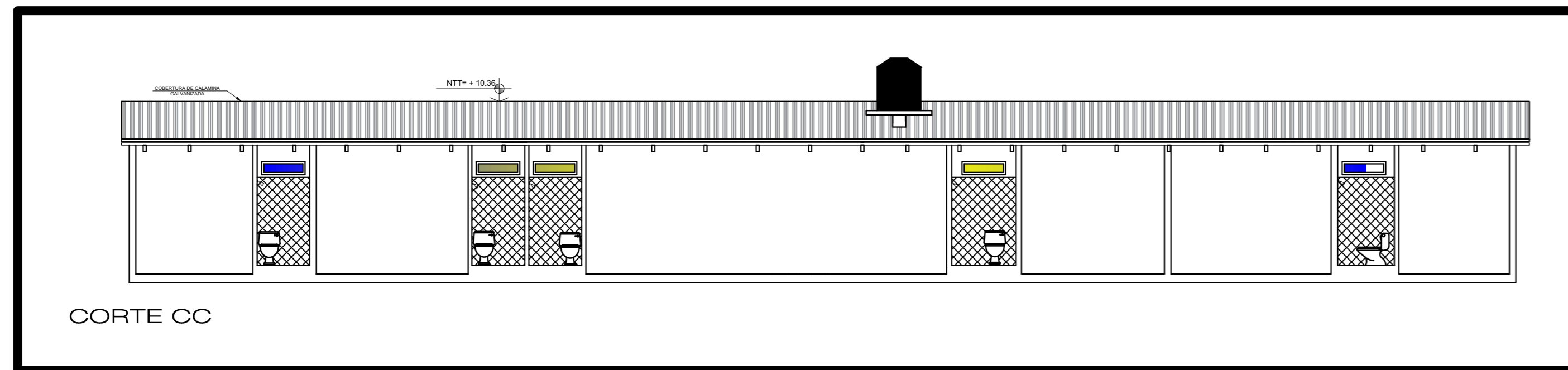
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



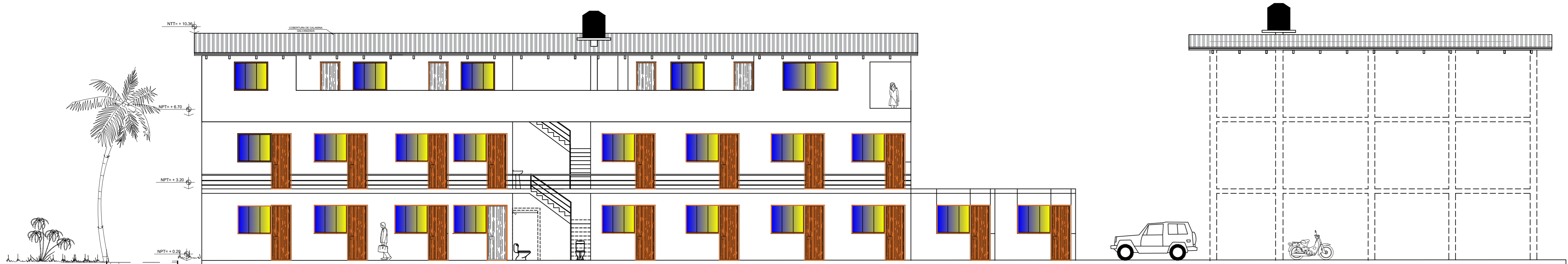
CORTE BB



CISTERNA DE ALMACENAMIENTO PARA AGUA PLUVIAL

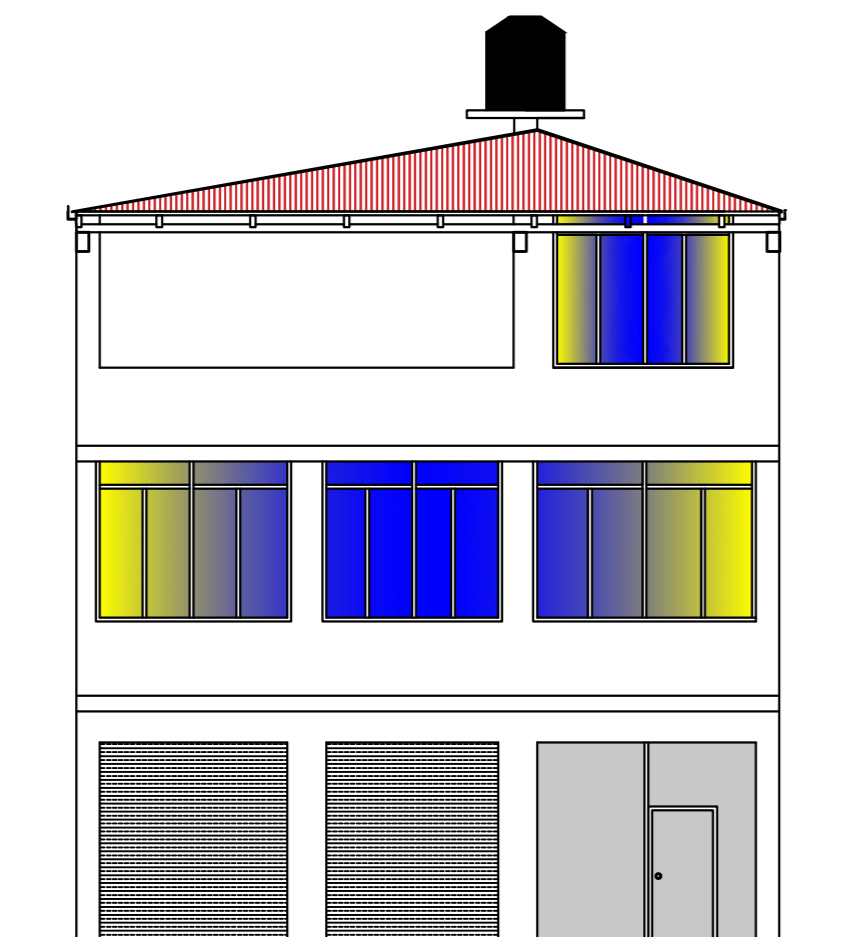


CORTE CC



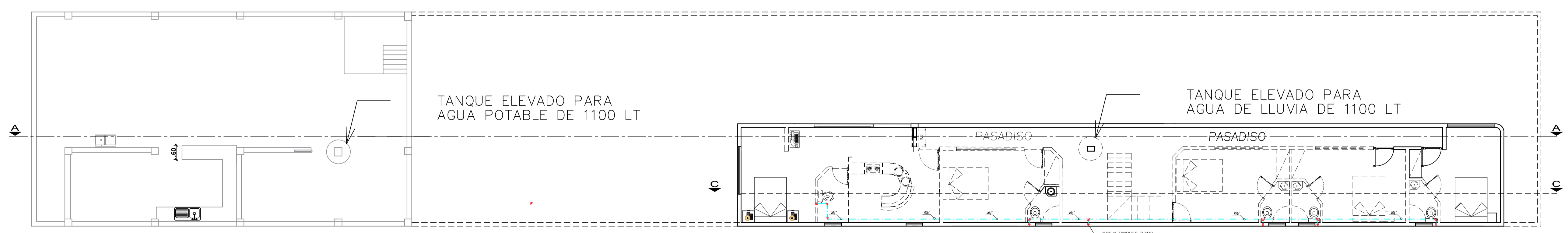
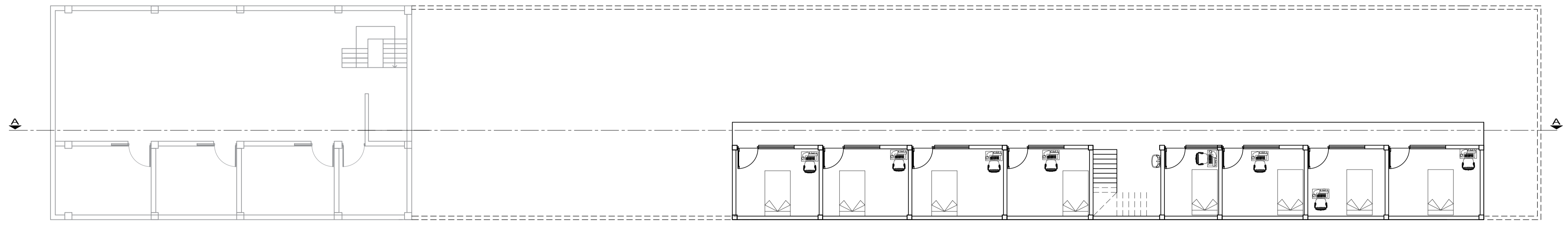
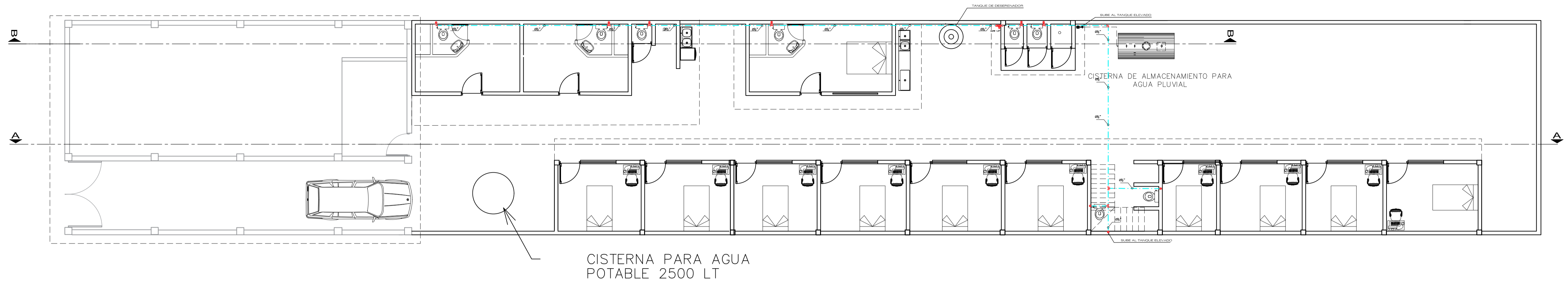
CORTE AA

ELEVACIÓN POSTERIOR
EBG: 1/50



| | | |
|--|---|---|
| UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA | | |
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA, COMO ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE, EN EL BARRIO LOS JARDINES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO-SAN MARTIN-2019" | | |
| PLANO: | CORTE -ELEVACION | TOP: C.A.M.M. |
| UBICACION: | SECTOR: LOS JARDINES DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN | ASESOR: ING° M.Sc. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA TESISTA: Bach. NEVER ESCALANTE ALEGRIA Bach. TONY FERNANDO SANDOVAL PINEDO |
| | | CAD: N.E.A ESCALA: INDICADA FECHA: DICIEMBRE 2019 |

LAMINA N°
A-02



| | | | |
|--|--|---|--|
|  | | UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA | |
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA, COMO ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE, EN EL BARRIO LOS JARDINES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO-SAN MARTIN-2019" | | LAMINA N° IS-01 | |
| PLANO: INSTALACIONES SANITARIAS | | TOP: C.A.M.M. | |
| UBICACION: SECTOR: LOS JARDINES DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN | | ASESOR: ING° M.Sc. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA TESSITA: Bach. NEVER ESCALANTE ALEGRIA Bach. TONY FERNANDO SANDOVAL PINEDO | |
| | | CAD: N.E.A. | |
| | | ESCALA: 1:150 | |
| | | FECHA: DICIEMBRE 2019 | |

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



CISTERNA PARA AGUA POTABLE 2500 LT

CISTERNA DE ALMACENAMIENTO PARA AGUA PLUVIAL

PASADISO

PASADISO

TANQUE ELEVADO PARA AGUA POTABLE DE 1100 LT

TANQUE ELEVADO PARA AGUA POTABLE DE 1100 LT

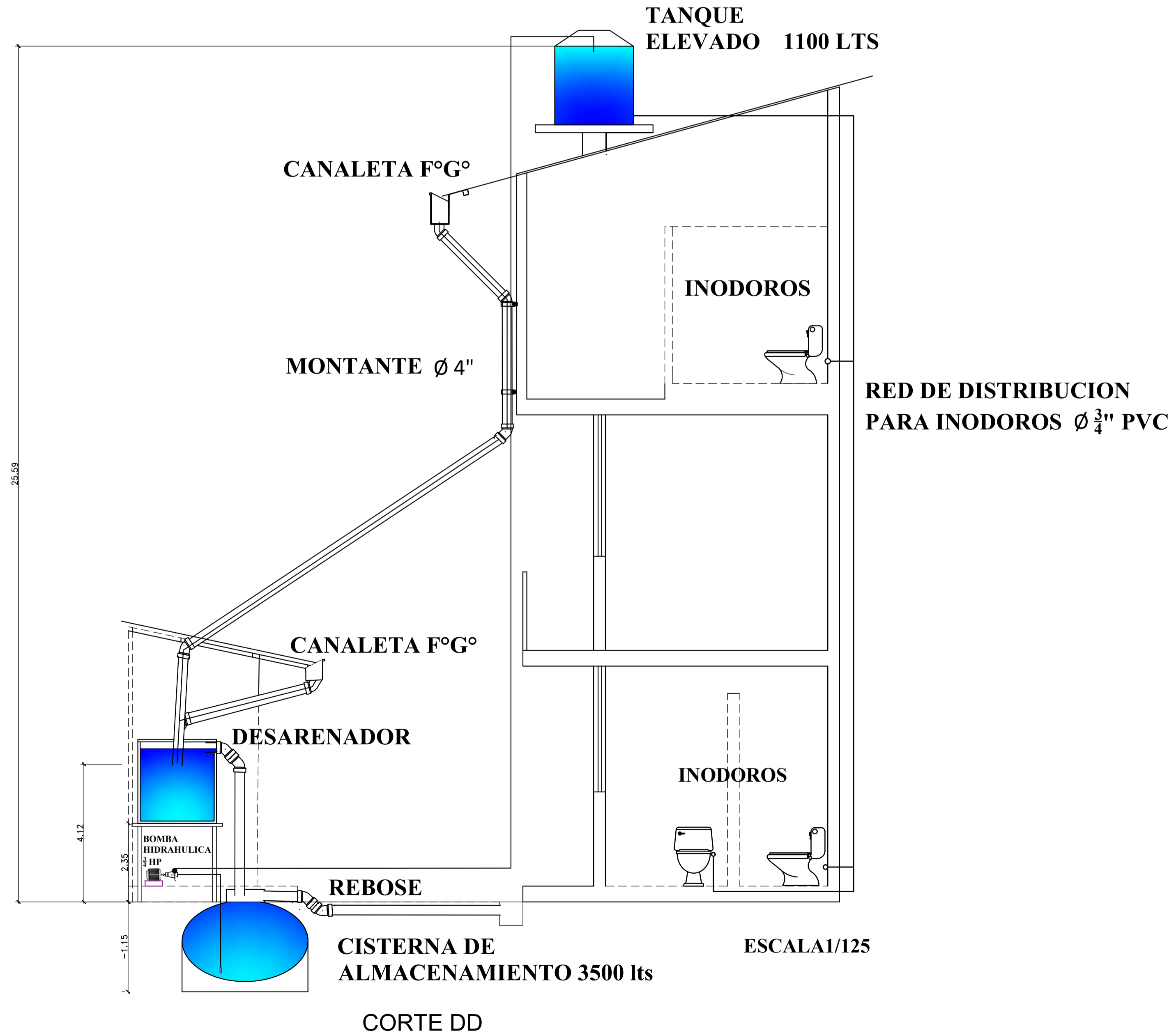
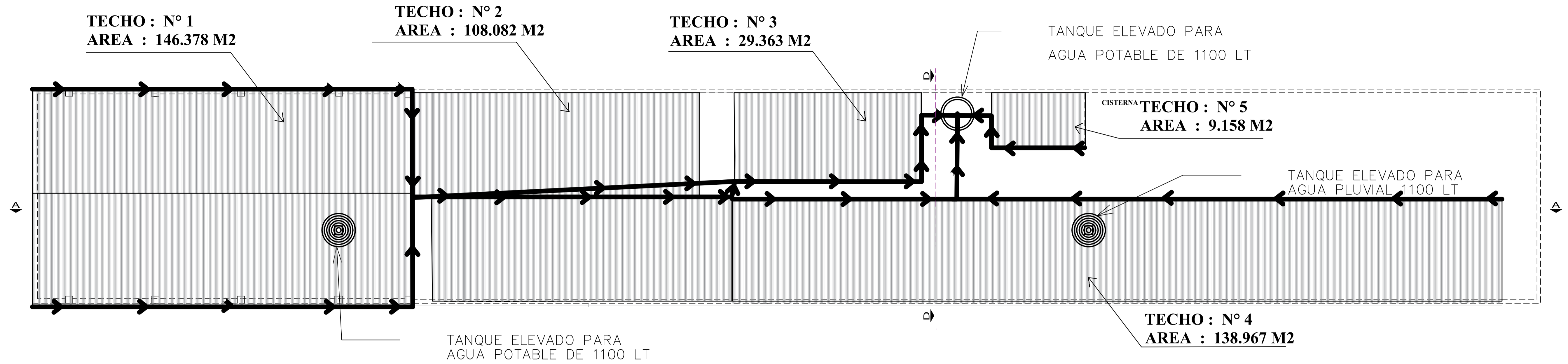
UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA



| | | | |
|--|--|--|--|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA, COMO ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE, EN EL BARRIO LOS JARDINES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO-SAN MARTIN-2019" | | LAMINA Nº A-01 | |
| PLANO: PLANTA GENERAL | | TOP: C.A.M.M. | |
| UBICACION: SECTOR: LOS JARDINES DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN | | ASESOR: ING° M.Sc. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA TESISITA: Bach. NEVER ESCALANTE ALEGRIA Bach. TONY FERNANDO SANDOVAL PINEDO | |
| | | CAD: N.E.A. ESCALA: INDICADA FECHA: DICIEMBRE 2019 | |

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



| | | | |
|---|--|--|-----------------------|
| UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA | | | |
| PROYECTO: | "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA, COMO ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE, EN EL BARRIO LOS JARDINES DE LA CIUDAD DE TARAPOTO-SAN MARTIN-2019" | | |
| PLANO: | SISTEMA DE CAPTACION Y BOMBEO | TOP: | C.A.M.M. |
| UBICACION: | SECTOR: LOS JARDINES DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN | ASESOR: INGº M.Sc. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA | CAD: N.E.A |
| | | TESISTA: Bach. NEVER ESCALANTE ALEGRIA Bach. TONY FERNANDO SANDOVAL PINEDO | ESCALA: INDICADA |
| | | | FECHA: DICIEMBRE 2019 |

LÁMINA N°
A-02

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK