



**“DISEÑO DE RESERVORIOS PARA LA RETENCION DE AGUAS LLUVIAS EN
ESTANQUES, IMPLEMENTADOS EN EL CANTON LOS HENRIQUEZ,
DISTRITO NOMBRE DE JESUS, MUNICIPIO DE CHALATENANGO SUR”.**

PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTAN:
DENYS VLADIMIR MEJIA MENJIVAR
JOSE ARMANDO OTERO AYALA

ASESOR DE TESIS:
ING. LUIS ALFREDO ALVARENGA TEJADA

SANTA TECLA, DICIEMBRE DE 2025



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“DISEÑO DE RESERVORIOS PARA LA RETENCION DE AGUAS LLUVIAS EN
ESTANQUES, IMPLEMENTADOS EN EL CANTON LOS HENRIQUEZ,
DISTRITO NOMBRE DE JESUS, MUNICIPIO DE CHALATENANGO SUR”.**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Br. Denys Vladimir Mejia Menjívar.

Br. José Armando Otero Ayala.

SANTA TECLA, DICIEMBRE DE 2025



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

ING. ROSENDO MAURICIO SERMEÑO PALACIOS
RECTOR

DR. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LAREYNAGA
VICE-RECTOR

ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL

LIC. CARLOS ALBERTO COCA MUÑOZ
FISCAL

ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA
DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

SANTA TECLA, DICIEMBRE DE 2025



ASESOR

ING. Luis Alfredo Alvarenga Tejada

JURADO EVALUADOR

Ing. Mauricio Antonio Aguirre Orellana

Ing. Antonio Estrada Hernández

Ing. Jaime Eduardo Diaz

SANTA TECLA, DICIEMBRE DE 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS OCHENTA Y CUATRO

A las ocho horas y treinta minutos del sábado trece de diciembre de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por DENYS VLADIMIR MEJIA MENJIVAR en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

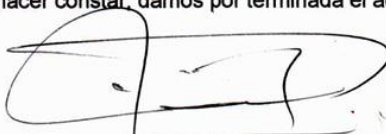
PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

DISEÑO DE RESERVORIOS PARA LA RETENCION DE AGUAS LLUVIAS EN ESTANQUES, IMPLEMENTADOS EN EL CANTON LOS HENRIQUEZ, DISTRITO NOMBRE DE JESUS, MUNICIPIO DE CHALATENANGO SUR

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de ~~SETE PUNTO SEIS (7.6)~~, el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO CIVIL

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



ING. JAIME EDUARDO DIAZ



ING. ANTONIO ESTRADA HERNANDEZ



ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA



ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS OCHENTA Y CINCO

A las ocho horas y treinta minutos del sábado trece de diciembre de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por JOSE ARMANDO OTERO AYALA en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

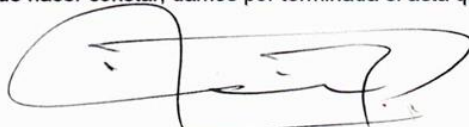
PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

DISEÑO DE RESERVORIOS PARA LA RETENCION DE AGUAS LLUVIAS EN ESTANQUES, IMPLEMENTADOS EN EL CANTON LOS HENRIQUEZ, DISTRITO NOMBRE DE JESUS, MUNICIPIO DE CHALATENANGO SUR

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de ~~SISTE DIXITO NUEVE~~ (7.9), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO CIVIL

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



ING. JAIME EDUARDO DIAZ



ING. ANTONIO ESTRADA HERNANDEZ



ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA



ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	i
CAPITULO I:	1
GENERALIDADES	1
1.0PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Título Descriptivo del estudio o investigación.....	2
1.2 Antecedentes y/o Generalidades del Problema	2
1.3 Descripción del Problema.	4
1.4 Formulación del Problema.	4
1.5 Importancia de la Investigación.....	5
1.6 Justificación.	5
1.7 Alcances del proyecto.....	6
1.8 Limitantes.....	6
1.9 Delimitación del problema.	7
1.10OBJETIVOS:.....	7
Objetivo General.	7
1.11MARCO DE REFERENCIA.....	8
1.11.1 Fundamentos socioeconómicos.....	8
1.11.2 Fundamentos normativos, jurídicos medioambientales e históricos.	9
CAPITULO II:	11
MARCO CONCEPTUAL	11
2.0 SUELOS.	12
2.1 CLASIFICACION DE SUELOS.	12
2.2 TIPOS DE SUELOS:.....	13
2.3 POROSIDAD DEL SUELO.	14
2.4 PERMEABILIDAD DEL SUELO.	22
2.4.1 Métodos para medir el coeficiente de permeabilidad del suelo.....	22
2.4.2 Definición de Permeabilidad del Suelo.	22
2.4.3 Importancia.	23
2.4.4 Factores que influyen en la permeabilidad del suelo.	23
2.4.5 Coeficiente de Permeabilidad del Suelo.	24
2.4.6 Permeabilidad del Suelo Arenoso.....	25
2.4.7 Relación entre porosidad y permeabilidad.	25

2.5	HIDROLOGIA.....	26
2.6	GESTION DE RECURSOS HIDRICOS.....	30
2.7	NIVEL FREATICO.....	32
2.7.1	Qué es el nivel freático del suelo:	32
2.7.2	¿Qué puede hacer que el nivel freático suba?	33
2.7.3	Nivel freático en construcción:.....	33
2.7.4	Abatimiento del nivel freático:.....	33
2.7.5	Aguas freáticas:	34
2.8	ACUIFEROS.	34
2.9	CONTAMINACION DE ACUIFEROS.	35
2.10	AGENTES DE CONTAMINACION.....	36
2.11	RESERVORIOS.....	37
2.11.1	DEFINICION DE RESERVORIOS.....	37
2.11.2	TIPOS DE RESERVORIOS.....	38
2.12	AGUAS LLUVIAS.	40
2.12.1	ESTANQUES.	43
CAPITULO III:		48
INVESTIGACION DE CAMPO		48
CAPITULO III. INVESTIGACION DE CAMPO		49
3.1	CÁLCULO HIDRÁULICO.	51
3.2	PERÍODO DE DISEÑO.....	52
3.3	POBLACIÓN DE DISEÑO.....	52
3.4	DOTACIÓN DE DISEÑO.....	53
3.5	VARIACIONES DE CONSUMO O DEMANDAS DE AGUA.	58
3.6	CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL.....	61
3.7	CONSUMO MAXIMO DIARIO.	61
3.8	CONSUMO MAXIMO HORARIO.....	62
3.9	VOLUMEN DE RESERVORIOS.	64
3.9.1	VOLUMEN DE REGULACION.	70
CAPITULO IV:.....		71
ANALISIS DE INTERPRETACION DE RESULTADOS		71
CAPITULO IV. ANÁLISIS INTERPRETACION DE RESULTADOS.....		72
4.1	CAPACIDAD DE DISTRIBUCIÓN.....	75

4.1.1	CONSUMO DE LOS USUARIOS EN LA ZONA.....	76
4.1.2	DISEÑO FÍNAL.	76
4.2	PROCESO CONSTRUCTIVO	77
4.0	PRESUPUESTO DE LOS RFESERVORIOS.	84
CAPITULO V:		100
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		100
5.0	CONCLUSIONES.....	101
5.1	RECOMENDACIONES.	102
BIBLIOGRAFIA.....		103
ANEXOS.....		104
Ilustración 39: Ubicación territorial del diseño de los reservorios.....		104

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso vital para la producción vegetal y animal. Los seres vivos están más adaptados a sobrevivir con escasez de alimentos que con falta de agua.

Esta importancia no solamente tiene que ver con las funciones metabólicas del agua para las plantas y animales (estructurales, transporte de solutos, turgencia celular, participación en reacciones y ciclos, etc.), sino también con sus características dinámicas en estos procesos metabólicos. La velocidad con que se puede pasar de una situación de disponibilidad plena hacia una situación de escasez de agua es mayor que en el caso de los nutrientes esenciales. Por ejemplo, un suelo no pasa de rico en nutrientes a una condición de deficiente en pocos días, pero la disponibilidad de agua sí. A excepción de algunas especies, no hay almacenamiento de reserva de agua de largo plazo en el organismo: su consumo ocurre casi en tiempo real, en la medida que se necesita. Una planta puede estar en plena actividad hídrica a las diez de la mañana y cuatro horas después presentar déficit, si no se mantiene el flujo de agua del suelo. Esta característica dinámica de la disponibilidad hídrica es todavía más importante en la medida que las condiciones climáticas, principalmente la precipitación, son inciertas.

El agua disponible, si no es aprovechada inmediatamente o almacenada para uso posterior, fluye hacia fuera de la zona de interés y alcance del agricultor y su familia (su vivienda, establo, cultivo, pasto, finca o parcela) y pasa a otras fases y componentes del ciclo hidrológico (capa freática, escorrentía, cauces de arroyos y ríos, atmósfera).

Además, hay que considerar que muchos de los demás factores de producción son “aguas dependientes”, como la solubilidad y movilidad de nutrientes en el suelo; la absorción de éstos por las plantas; la regulación de la temperatura del suelo, del aire y de las plantas y animales; la consistencia del suelo y la resistencia que opone al crecimiento radicular, entre otros.

Bajo la perspectiva del calentamiento global, el problema de la escasez de agua tiende a empeorar en aquellas regiones en las que ya se presenta déficit, sea por la tendencia de reducción de los niveles de precipitación o por el aumento de los niveles de evaporación y transpiración. De esta manera, el problema en la región podría extenderse y agudizarse, alcanzando zonas actualmente subhúmedas y húmedas.

Todo lo anterior determina que diseñar reservorios para abastecer el ganado sea una prioridad para la comunidad, donde el agua potable no es suficiente para cubrir las necesidades de forma continuada.

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola. En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. Al efecto, el agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso. En la captación del agua de lluvia con fines domésticos se acostumbra a utilizar la superficie circular con carpetas como captación, conociéndose a este modelo como el reservorio de aguas lluvias.

Este modelo tiene un beneficio adicional y es que además de su ubicación minimiza la contaminación del agua. Adicionalmente, los excedentes de agua pueden ser empleados en pequeñas áreas verdes para la producción de algunos alimentos que puedan complementar su dieta.

La captación del agua para uso agrícola necesita de mayores superficies de captación por obvias razones, por lo que en estos casos se requiere de extensas superficies impermeables para recolectar la mayor cantidad posible de agua.

CAPITULO I:

GENERALIDADES

1.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Título Descriptivo del estudio o investigación

“Diseño de reservorios para la retención de aguas lluvias en estanques, implementados en el Cantón los Henríquez, Distrito Nombre de Jesús, Municipio de Chalatenango sur”.

1.2 Antecedentes y/o Generalidades del Problema

En el Cantón los Henríquez, Distrito Nombre de Jesús, Municipio de Chalatenango sur, existe escases de agua tanto para los seres humanos como para los animales, actualmente el abastecimiento del vital líquido para los seres humanos es por medio de una red de agua potable, pero no alcanza para el ganado vacuno. Es de hacer notar que esta situación de escases, para los animales se da, solo en la época de verano.

Un factor determinante es la supresión o convención de la vegetación que existe en la zona, ya que las pérdidas de bosques o árboles que se producen por causas naturales o por la acción humana y afecta, al caudal que brota de los “nacimientos” de agua, y esto hace que disminuyan cada vez más. Igualmente, en la zona se continúa con los “incendios forestales”, que contribuye al cambio climático y a deteriorar principalmente al suelo afectando en consecuencia de los incendios agrícolas a la escorrentía superficial.

En el distrito de Chalatenango, se están ejecutando proyectos de captación de aguas lluvias, por medio de reservorios, tal es el caso del distrito de La Reina, que están siendo supervisados por la Autoridad Salvadoreña del Agua (ASA).

Estos reservorios cumplen una doble función, ya que además de abastecer de agua durante la época seca, también recargan los mantos acuíferos, por lo que son muy recomendables en zonas de gran deforestación como el lugar que nos ocupa.

Estos reservorios son multipropósito, ya que son construidos para contener agua, como bebederos para animales, y en otras ocasiones almacenar agua en situaciones de emergencia por incendios.

En el oriente, actual Jericó, antes del surgimiento de las primeras ciudades en el período anterior a 8,000 a 4,000 A. C., en el Valle del Río Jordán se establecieron comunidades que desarrollaron una arquitectura con construcciones de piedra.

La autoridad Salvadoreña del Agua (ASA) ejecuta el Programa Nacional de Aprovechamiento de Agua Lluvia, el cual surge como una estrategia para utilizar el recurso hídrico a través de un proyecto con enfoque armonioso con el medioambiente y que permita la biodiversidad.

Según evaluaciones del IDEAM, (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) cerca del 50% de la población colombiana que vive en las áreas urbanas municipales está expuesta a sufrir problemas de suministro de agua, como consecuencia de la presión sobre las cuencas hidrográficas y las restricciones de uso por contaminación de las aguas superficiales.

Como agravante, más del 80% de las cabeceras municipales tienen como fuente de suministro de agua pequeños riachuelos o quebradas que en épocas de verano no garantizaran el abastecimiento a la población. Debido a esta preocupante situación se realizó una revisión de las experiencias de diferentes países en sistemas de aprovechamiento de agua lluvia, con el fin de conocer y estudiar esta tecnología como un sistema alternativo de abastecimiento de agua.

En la realización del estudio de (ASA), se evidenció la antigüedad del tema, por ello se realizó un recuento histórico desde los primeros sistemas de aprovechamiento de agua lluvia, los cuáles datan de 4.000 años a.C. hasta los sistemas actuales, los cuales se utilizan intensivamente en muchas zonas del planeta. Estas metodologías utilizadas para la captación y almacenamiento del agua lluvia, son el resultado de las necesidades (demanda de agua), los recursos disponibles (dinero para invertir y materiales de construcción), las condiciones ambientales (contaminación del agua, disponibilidad de agua subterránea y superficial, precipitación y temperatura), las prácticas culturales y la legislación vigente de cada región. Los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia sólo se implementan cuando no existe una red de acueducto, el suministro es deficiente, la calidad del agua es muy baja o los costos del agua potable son muy altos; algunas de estas condiciones son las predominantes en varios municipios de Colombia y pueden llegar a darse a largo o mediano plazo en la mayoría de los municipios del País.

1.3 Descripción del Problema.

En la época de verano, se origina una gran escasez de agua, por la falta de lluvia, supresión de árboles e incendios forestales en el medio ambiente. Esto obliga a que los propietarios del ganado tengan que llevar sus animales a zonas alejadas para que puedan beber agua, o en muchos casos, el agua debe ser comprada, por medio de pipas.

Un problema subyacente es la deforestación y la disminución de caudal de los mantos acuíferos, debido a la supresión de la vegetación.

Esta situación afecta el desarrollo de la zona en su contexto económico, debido a que no puede aumentarse, el número de cabezas de ganado debido a los altos costos de manutención, teniendo que comprar agua o transportarlos a lugares alejados de la zona, además impide la diversificación, ya que no se puede traer otras especies de animales.

Uno de los mayores problemas mundiales en la actualidad es la falta de acceso de agua dulce y potable por saneamiento. Si, además, le sumamos el problema de la contaminación del agua, se empeora el panorama. La contaminación se produce por los residuos vertidos, los fertilizantes, pesticidas o químicos que desembocan en las aguas dulces y que acaban por contaminar también el agua salada. Sobre este problema, la ONG Inspiración dice: “Más de 1.000 millones de personas sufrirán en el futuro la escasez de agua a causa de la contaminación, la superpoblación y el cambio climático, que afectan a las fuentes de este recurso esencial”.

A su vez, según el informe de 2016 de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, casi el 80% de los puestos de trabajo que constituyen la fuerza laboral mundial dependen del acceso a un suministro adecuado de agua.

1.4 Formulación del Problema.

¿En qué manera afecta la necesidad de agua potable a la población que posee cabezas de ganado del Cantón los Henríquez, Distrito Nombre de Jesús, Municipio de Chalatenango sur?
¿las soluciones a la necesidad de agua implican gestión sostenible, eficiencia en el uso del agua, reutilización, conservación, mejoras de infraestructuras y cooperación internacional, como demuestra el rol que cumple el agua?

¿para preservar este recurso vital y garantizar su acceso equitativo y sostenible en un mundo cada vez afectado por presiones hídricas, que es necesario analizar?

1.5 Importancia de la Investigación.

Los reservorios de agua son estructuras diseñadas para almacenar grandes cantidades de agua. Estos depósitos se han convertido en una herramienta indispensable para la vida moderna, ya que permiten el suministro de aguas lluvias a comunidades enteras, así como también el abastecimiento de agua para diversas industrias y actividades económicas.

- **Producción de energía hidroeléctrica:** En ciertos casos, los reservorios de agua pueden utilizarse para generar energía hidroeléctrica. El agua almacenada en el reservorio se libera a través de turbinas que generan energía eléctrica a medida que fluye hacia abajo. Esto es especialmente útil en áreas montañosas donde hay una gran cantidad de agua en movimiento constante.
- **Garantiza el suministro constante de agua:** Un reservorio de agua permite realizar muchas actividades de suma importancia, lo que garantiza su disponibilidad en momentos de escasez o de interrupción en el suministro público.
- **Reducción de costos:** tener un reservorio de agua puede reducir los gastos a largo plazo relacionados con la compra de agua embotellada o la inversión en sistemas de filtración de agua y otros equipos.

1.6 Justificación.

Es evidente que la falta de agua potable en el Cantón los Henríquez, Distrito Nombre de Jesús, Municipio de Chalatenango sur, es bien grande y porque no decirlo también en otros sectores en el cual se ven afectados tanto los habitantes, cultivos y cabezas de ganado, siendo el agua uno de los recursos más principales para la sobrevivencia humana y del reino animal tanto que nos lleva a realizar diferentes métodos para afectar y beneficiar las necesidades actuales y permanentes.

Se comprende que solamente el 1% de agua es apta para consumo en el mundo y hay muchos factores que afectan creando un impacto notable en el medio ambiente de las cuales son:

- **Crecimiento de la población:** el aumento de la población aumenta la demanda de agua para consumo humano, agricultura e industria, lo que puede superar la capacidad de los recursos hídricos disponibles.

1.7 Alcances del proyecto.

- Determinar los criterios técnicos e hidrológicos, para realizar los cálculos de diseño de dos reservorios de almacenamiento de aguas lluvias. También calcular la demanda, medición de consumo diario y horario.
- Realizar el levantamiento topográfico del terreno, el cual reúne las condiciones para el diseño de los reservorios, dicho terreno ha sido facilitado por el propietario.
- Realizar el presupuesto de las obras, según diseño final.
- Presentar el documento legal, donde el propietario se compromete a ceder el terreno para la construcción de dos reservorios.
- Con el diseño de los reservorios se pretende solventar el déficit de agua en el Cantón los Henríquez, Distrito Nombre de Jesús, Municipio de Chalatenango sur y garantizar el abastecimiento de agua para 150 cabezas de ganado.
- Proponer un plan de mantenimiento para su buen manejo evitando contaminación y proliferación de larvas.

1.8 Limitantes.

1. Al momento del estudio del tema, se encuentra poca accesibilidad a archivos o documentos físicos de reservorios de aguas lluvias en la zona del cantón Los Henríquez, en el distrito del nombre de Jesús, pero sí hay proyectos similares en el Distrito de La reina, que se encuentra bastante distante de la zona en estudio.
2. Debido al tiempo y presupuesto limitado no se alcanzó a extender el estudio hacia otras comunidades.
3. No se obtienen terrenos disponibles para ser donados para los usos públicos; así también como la comunidad no cuenta con terrenos propios, sin embargo, uno de los beneficiados ha cedido uno para la construcción de los reservorios
4. Falta de recursos financieros por parte de los habitantes de la comunidad, para emplearlos en la construcción y compra del inmueble.

1.9 Delimitación del problema.

Tiempo

-El Período de diseño para el aprovechamiento de la esorrentía pluvial, por medio de 2 reservorios, será de 20 años.

Espacio

El lugar donde se realizó el estudio, para diseñar los reservorios se encuentra ubicado en el Cantón los Henríquez, Distrito Nombre de Jesús, Municipio de Chalatenango sur”.

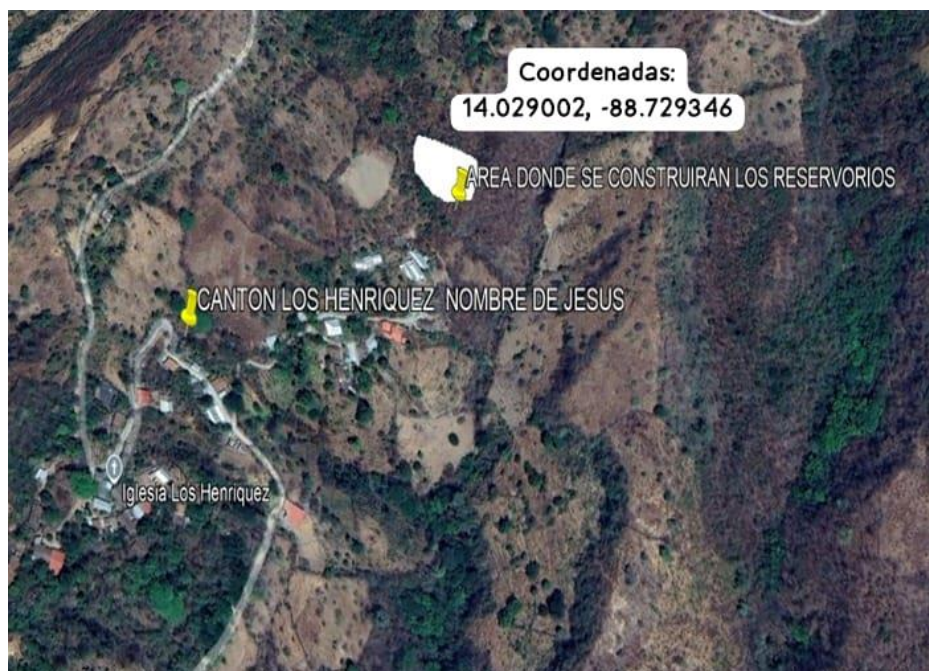


Ilustración 1: Cantón los Henríquez, Distrito Nombre de Jesús, Municipio de Chalatenango sur”.

Coordenadas: 14.029002, -88.729346

1.10 OBJETIVOS:

Objetivo General.

- Diseñar dos reservorios para la retención de aguas lluvias, a realizarse en el Cantón los Henríquez, Distrito Nombre de Jesús, Municipio de Chalatenango Sur, con el propósito de disminuir el impacto, que ocasiona la falta de agua en el verano; y proveer el vital líquido a las cabezas de ganado que se ven afectados en la época seca.

Objetivos Específicos.

- Identificar la demanda de agua en el Cantón los Henríquez, Distrito Nombre de Jesús, Municipio de Chalatenango sur, con el propósito para diseñar la capacidad de cada uno de los reservorios a proponer.
- Diseñar dos reservorios para captación de aguas de lluvias, durante la época invernal, que será almacenada en dos reservorios; para facilitar el acceso al agua al ganado, se diseñarán pilas, que serán llenadas de agua por gravedad, desde el respectivo reservorio, por medio de tuberías.
- Proponer un tratamiento adecuado, para evitar la proliferación de larvas, en el agua captada, así garantizando el buen funcionamiento del reservorio.

1.11 MARCO DE REFERENCIA.

1.11.1 Fundamentos socioeconómicos.

El área de captación y volumen de almacenamiento, están directamente relacionadas con la oferta y la demanda del recurso hídrico y dependen en el aspecto económico de restricciones adquisitivas de los interesados por lo cual los sistemas propuestos deben ser evaluados por análisis de costo - beneficio.

Principales afectaciones de la construcción de los reservorios, es que se generan criaderos de larvas constantemente, como también explotación de suelos vírgenes, si bien es cierto este se verá afectado en alguna manera por la extracción o perforación del suelo, será un beneficio para la población que cuenta con cabezas de ganado y que en el verano se ven afectados por la necesidad de agua; así mismo la tala de árboles en la zona donde se ha proyectado la ubicación de los reservorios.

Desde el punto de vista económico, se beneficia la población en la generación de empleos por parte de los reservorios, pues genera un ingreso fijo mensual con estabilidad de empleo, por lo tanto, es un impacto positivo que beneficia a las comunidades.

1.11.2 Fundamentos normativos, jurídicos medioambientales e históricos.

El marco legal de ASA abarca la normativa que rige la gestión del agua en El Salvador.

La ASA (**Autoridad Salvadoreña del Agua**) se compromete a trabajar de manera transparente y responsable dentro del marco legal y normativo, garantizando el acceso equitativo y sostenible al recurso hídrico para todos los salvadoreños.

Que el derecho a la salud y a la vida esta intrínsecamente relacionado con tener garantizado el acceso al agua potable y al saneamiento, por lo que el Estado debe reconocer el derecho humano al agua y al saneamiento, en el cual todas las personas puedan disponer de agua limpia, suficiente, salubre, segura, aceptable, accesible y a un costo asequible, en cantidad, calidad, continuidad y cobertura.

Que de conformidad al Art. 117 de la Constitución de la República, es deber del Estado proteger los recursos naturales, así como la diversidad e integridad del medio ambiente para garantizar el desarrollo sostenible y declara de interés social la protección, conservación, aprovechamiento racional, recuperación o sustitución de los recursos naturales.

Art. 3.- El ámbito de aplicación de la presente Ley incluye todas las aguas continentales, insulares, estuarinas, marinas, subterráneas y atmosféricas, cualquiera que sea su ubicación dentro del territorio nacional, independientemente de su estado físico, calidad o condición natural, todo de conformidad al artículo 84 de la Constitución.

Art 5.- El agua es un bien nacional de uso público, inalienable, inembargable e imprescriptible; su dominio, uso y goce pertenece a todos los habitantes del país; en consecuencia, no podrá ser privatizada bajo ninguna condición. Corresponde al Estado la regulación, gestión integral y administración de los recursos hídricos, de acuerdo con lo establecido en la presente Ley. Se exceptúan las aguas lluvias directamente recolectadas y almacenadas artificialmente por particulares; siempre y cuando no sean objeto de comercialización, que cause perjuicio a terceros ni afecte de forma notable otras fuentes de agua.

Bien común, vital, finito y vulnerable: El agua es un bien común, finito, vulnerable esencial para la vida humana y de los ecosistemas, que, por su interrelación con las actividades humanas y aspectos políticos, económicos, sociales, culturales y ambientales, se convierte en un recurso estratégico.

Aprovechamiento de aguas lluvias:

Art. 66.- El Estado fomentará el aprovechamiento y cosecha de agua lluvia, para lo cual deberá promover programas de incentivos, cooperación nacional e internacional, financiera y técnica. La ASA emitirá los lineamientos o directrices para el aprovechamiento y cosecha de agua lluvia. Toda persona natural puede utilizar las aguas lluvias que se precipiten en su inmueble, siempre y cuando no sean objeto de comercialización, no cause perjuicios a terceros, ni afecte de forma notable otras fuentes de agua.

CAPITULO II:

MARCO CONCEPTUAL

CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL

2.0 SUELOS.

El suelo, tiene un perfil de diferentes aplicaciones, es un material del cual hacen uso diferentes profesionales mediante el cual varían sus intereses como los ingenieros agrónomos, geólogos, y para la ingeniería civil representa todo tipo de material terroso desde rellenos el cual adquiere una gran importancia para proyectos de obras civiles.

define que: Es un agregado de partículas orgánicas e inorgánicas no sujetas a ninguna organización, pero en realidad se trata de un conjunto con organización definida y propiedades que varían vectorialmente. En la dirección vertical generalmente las propiedades cambian mucho más rápidamente que en la horizontal, la palabra suelo representa todo tipo de material terroso desde desperdicios hasta areniscas parcialmente sementadas. (Juárez, 2005, p.34)

2.1 CLASIFICACION DE SUELOS.

Suelo en ingeniería civil son los sedimentos no consolidados de partículas sólidas fruto de la alteración de las rocas, o suelos transportados por agentes como el agua, el hielo o el viento, con la contribución de la gravedad como fuerza direccional selectiva y puede tener, o no materia orgánica. (Juárez, 2005, p.34).



Ilustración 2: Tipos de suelos.

2.2 TIPOS DE SUELOS:

Existen diversos tipos de suelo, cada uno fruto de procesos distintos de formación, fruto de la sedimentación, la deposición eólica, la meteorización y los residuos orgánicos. Pueden clasificarse de acuerdo con dos distintos criterios, que son:

- **Suelos arenosos.** Incapaces de retener el agua, son escasos en materia orgánica y por lo tanto poco fértiles. Tienen esencialmente las mismas propiedades ingenieriles, aunque en grados diferente la arena fina uniforme tiene características próximas a un limo es decir disminuye su permeabilidad y reduce su estabilidad al aumentar la humedad. (Lambe, 2012, p.48).
- **Suelos arcillosos.** Compuestos por finos granos amarillentos que retienen muy bien el agua, por lo que suelen inundarse con facilidad. La característica diferenciante de la arcilla es la cohesión o resistencia cohesiva que aumenta al disminuir la humedad la permeabilidad de la arcilla es muy baja es difícil de compactar en estado húmedo e imposible de drenar por métodos ordinarios está sometida a expansión y retracción con variaciones de humedad. (Lambe, 2012, p.48).
- **Suelos pedregosos o gravosos.** Compuestos por rocas de distintos tamaños, son muy porosos y no retienen en nada el agua. Las gravas suelen ser más estables frente al flujo de agua y más resistentes a la erosión y ala tubificación que las arenas. (Lambe, 2012, p.48).
- **Suelo limoso.** Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo orgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo en este último caso de características plásticas El limo es inestable por su propia naturaleza particularmente cuando aumenta la humedad con tendencia a fluir cuando está saturado es relativamente impermeable difícil de compactar muy susceptible. (Lambe, 2012, p.48).

2.3 POROSIDAD DEL SUELO.

La porosidad en el suelo caracterizada por la proporción de huecos o espacio en el suelo a un frente de volumen total. La porosidad está íntimamente ligado a la actividad biológica del suelo, estructura y textura del suelo, un factor que incrementa sensiblemente la porosidad es la materia orgánica por lo cual tienen mayor cantidad de porosidad suelos coloidales la microfauna específica del sitio en estudio influye en la actividad biológica que es un factor que modifica la porosidad, las lombrices al realizar su recorrido por el suelo forman canalículos finos si es predominado se llama suelos con porosidad tubular. Los microporos son los encargados de retener el agua de la cual está disponible para el desarrollo de las especies vegetales la porosidad total es la suma entre los macroporos y microporos. (Osorio, Altamirano, Carrillo, Negrete, 2022, p.13).



Ilustración 3: Tipos de suelos.

- **Vertisoles:** Se deriva del latín vertex que significa mezclado son suelos que presentan 30% más de arcilla en todos los horizontes hasta una profundidad de 50 cm Suelos minerales de desarrollo reciente, con horizonte superficial de poco espesor. Son muy arcillosos, durante la estación seca se contraen y presentan grietas anchas y profundas, mientras que durante la estación lluviosa se expanden. Tienen formación de micro relieve en la superficie, son muy profundos a moderadamente profundos (sin contacto rocoso a menos de 50 cm de profundidad). La fertilidad del suelo es de alta a baja, formados de sedimentos lacustres o lagunares, de tobas, basaltos y otras rocas ricas en bases y fácilmente meteorizables, en pendientes de 0-8%, también se encuentran en pendientes de hasta 15. (Osorio, et al, 2022, p.19).



Ilustración 4: Vertisol.

- **Entisoles:** Son suelos minerales derivados tanto de materiales aluvioncitos como residuales, de textura moderadamente gruesa a fina, de topografía variable entre plana a extremadamente empinada. Suelos minerales de formación reciente que tienen poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes genéticos. La mayoría no posee el horizonte superficial con algún nivel de desarrollo, pero cuando se encuentra tiene colores claros (epipedón ócrico) u oscuros (epipedón úmbrico), la profundidad varía de profundos a muy superficiales, relieve de plano a muy escarpado, la fertilidad del suelo es alta a baja, en algunos suelos las inundaciones son frecuentes y prolongadas durante la estación lluviosa. (Osorio, et al, 2022, p.20).

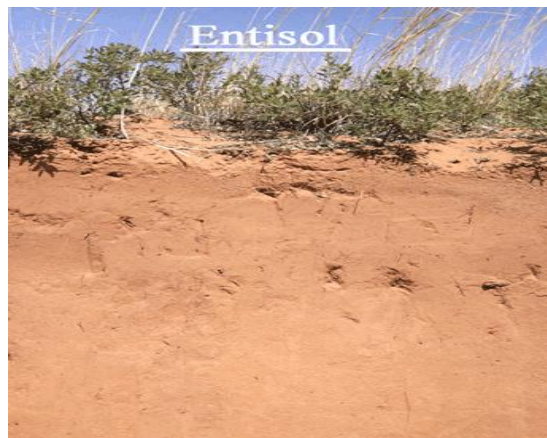


Ilustración 5: Entisol.

- **Inseptisoles:** Es un término que se utiliza en la taxonomía de suelos para referirse a suelos jóvenes y poco desarrollados. La palabra inceptisol proviene del latín inseptum que significa “comienzo “Suelos minerales de desarrollo incipiente, de poco profundos a muy profundos; el horizonte superficial es de color claro (epipedón ócrico) u oscuro (epipedón úmbrico) y el subsuelo tiene un horizonte alterado (horizonte cámbico) de textura franco arenosa muy fina a arcillosa, con estructura de suelo o ausencia de estructura de roca por lo menos en la mitad del volumen; con inundaciones ocasionales y prolongadas en algunas áreas, donde el contenido de aluminio fluctúa de alto a medio. Se presenta en relieve de plano a muy escarpado, la fertilidad es muy baja a alta. (Osorio, et al, 2022, p.21).



Ilustración 6: Inseptisoles.

- **Mollisoles:** Suelos minerales con estado de desarrollo: incipiente, joven o maduro. Con un horizonte superficial (epipedón móllico) de color oscuro, rico en humus, bien estructurado, suave en seco y un subsuelo de acumulación de arcilla iluvial (un horizonte argílico, o un horizonte cámbico cargado de arcilla); de poco profundos a muy profundos, fertilidad de baja a alta; desarrollados de depósitos aluviales y lacustres sedimentados de origen volcánico, rocas básicas, ácidas, metamórficas, sedimentarias y piroclásticas. (Osorio, et al, 2022, p.22).



Ilustración 7: Mollisoles.

- **Alfisoles:** La palabra “alfisol” no tiene un significado griego, pero si es un tipo de suelo que se usa en la clasificación taxonómica de suelos. Suelos minerales maduros, bien desarrollados. Tienen un horizonte superficial de color claro (epipedón ócrico) o de color oscuro (epipedón úmbrico) y un subsuelo de acumulación de arcilla iluvial (horizonte argílico); de muy profundos a pocos profundos (60 a > 120 cm.). En relieve de plano a muy escarpado, con una fertilidad de baja a media; desarrollados a partir de rocas ácidas, básicas, metamórficas, materiales indiferenciados y estratos sedimentarios de lutitas. (Osorio, et al, 2022, p.23).



Ilustración 8: Alfisoles.

- **Utisoles:** El utisol comúnmente conocido como suelo arcilloso rojo es uno de los doce ordenes de suelos de la taxonomía se deriva de “ultimo” porque se consideraban producto final de la erosión continua de los minerales de un clima húmedo y templado. Suelos que tienen un drenaje interno natural de imperfecto a bien drenados, de profundos a muy profundos, en relieve de plano a muy escarpado. La fertilidad natural tiene valores de baja a media, con un contenido variable de aluminio, se han desarrollado de rocas básicas, intermedias y ácidas, de sedimentos aluviales, coluviales y fluviales. (Osorio, et al, 2022, p.24).
- **Oxisoles:** El termino oxisol proviene de “oxide” en referencia a la dominancia de minerales oxidados como bauxita. Suelos minerales seniles, en la última etapa de intemperización química, con un horizonte superficial de colores claros que descansa sobre un subsuelo muy grueso de color rojo amarillento, muy profundos, moderadamente estructurado, con altas concentraciones de Hierro (Fe) y Aluminio (Al), bien drenados, muy ácidos, con un alto contenido en aluminio intercambiable, de relieve ondulado a escarpado, fertilidad muy baja, desarrollados de rocas ultra básicas diabasa o basalto ultra básico (Osorio, et al, 2022, p.25).



Ilustración 9: Utisoles.

- **Histosoles:** el termino hitosol se deriva del vocablo griego “histos” que significa tejidos son suelos orgánicos que presentan un horizonte o bastante profundo gracias a la acumulación de tejidos de plantas que no han sufrido procesos de descomposición. Son suelos orgánicos muy profundos con un horizonte superficial de gran espesor, que contiene más del 20% de materia orgánica, por el alto contenido de tejido orgánico; con fertilidad baja a alta, desarrollados a partir de acumulación depósitos orgánicos y sedimentos lacustres y fluviales. (Osorio, et al, 2022, p.26).



Ilustración 10: Histosoles.

- **suelo rocoso, pedregoso y arcilloso:** Es aquel formado por rocas de múltiples tamaños con una porción mínima de arcilla. Por su condición tiende a no retener mucha agua, siendo indicado como bueno para soportar construcciones y por mixto es recomendado para cultivo de alimentos. (Osorio, et al, 2022, p.23).

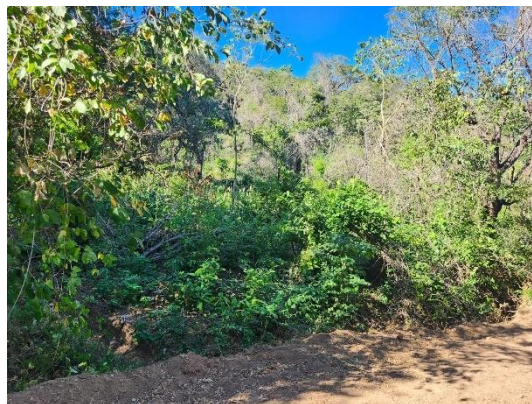


Ilustración 11: observación panorámica desde el acceso.



Ilustración 12: verificación de tipo de suelo.



Ilustración 13: Suelo natural en la zona de diseño.



Ilustración 14: Suelo rocoso, pedregoso y arcilloso.

Tabla 1: *Grupos de suelo del sistema de clasificación.*

GRUPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS
Histosoles	Suelos con capas orgánicas gruesas
Antrosoles, Tecnosoles	Suelos con fuerte influencia humana
Criosoles, Leptosoles, Solonetz, Vertisoles, Solonchacks	Suelos con enraizamiento limitado. fuertemente influenciados por el agua.
Gleysoles, Andosoles, Podzoles, Plintosoles, Nitisoles, Ferralsoles.	Suelos regulados por la química de Fe/Al.
Chernozems, Umbrisoles. Kastanozems, Phaeozems,	Acumulación pronunciada de materia orgánica.
Durisoles, Gipsisoles, Calcisoles	Suelos de regiones áridas con acumulación de yeso, y carbonato de calcio, respectivamente.

El principal motivo de la importancia de la porosidad del suelo es que contiene agua subterránea que permite sobrevivir a todos los seres vivos que habitan en el suelo. Asimismo, un suelo saludable retiene y filtra agua, factor relevante para el ciclo del agua. (Altamirano, et al, 2022, p.27).

Para las plantas, no solo es vital que haya agua en los poros del suelo, sino que también necesitan oxígeno. Por lo tanto, es imprescindible tener la adecuada proporción de porosidad para el cultivo de plantas. En este sentido, una de las maneras de mejorar la porosidad es añadir materia orgánica. Esto provocará un cambio en la estructura del suelo y habrá más espacio poroso. (Altamirano, et al, 2022, p.27). En ingeniería, es fundamental que el suelo de una construcción no sea demasiada poroso, ya que si no las bases del edificio no son suficiente consistentes. Por eso se suele llevar a cabo un proceso de compactación del suelo antes de empezar a construir. (Altamirano, et al, 2022, p.26).

2.4 PERMEABILIDAD DEL SUELO.

La permeabilidad es una de las propiedades de ingeniería más importantes del suelo y es una solución para una serie de problemas de ingeniería civil que se encuentran en la construcción, la permeabilidad del suelo tiene como importancia principal porque tiene la capacidad de permitir el paso del agua mediante el cual este proceso depende de factores como el tamaño de las partículas del suelo.

2.4.1 Métodos para medir el coeficiente de permeabilidad del suelo.

a) Directos

1. Permeámetro de carga constante
2. Permeámetro de carga variable
3. Prueba directa de los suelos en el lugar

b) Indirectos

1. Calculo a partir de la curva granulométrica
2. Calculo a partir de la curva de consolidación.
3. Calculo con la prueba horizontal de capilaridad (Juárez, 2005, p.197).

(A. Casagrande y R.E. Fadum) define que: aparecen las interrelaciones entre el coeficiente de permeabilidad, los tipos de suelo y los métodos de prueba aplicada en cada caso el valor del coeficiente de permeabilidad se ha puesto en escala logarítmica debido a que el intervalo completo de valores que se manejan en mecánica de suelos. (p.197).

2.4.2 Definición de Permeabilidad del Suelo.

La permeabilidad del suelo es la propiedad que tienen los suelos de ceder que el agua y el aire pueda pasar a través de ellos, es una de las cualidades más importantes ya que mientras más permeable sea el suelo, mucha mayor será la filtración. Hay suelos que son tan permeables y su filtración tan fuerte que para hacer cualquier construcción sobre ellos deben aplicarse técnicas especiales. (Juárez, 2005, p.206).

2.4.3 Importancia.

Mientras más poros tengan los suelos, mayor será la permeabilidad de este y mayor será el fluido que pueda pasar a través de él. Cuando un suelo es impermeable no permite que el agua pase a través de él, sino que se desliza por la superficie, no permitiendo que llegue a las capas más profundas de la tierra para su riego. (Juárez, 2005, p.206).

2.4.4 Factores que influyen en la permeabilidad del suelo.

la permeabilidad se ve afectada por diversos factores inherentes tanto al suelo como a características del agua circulante los principales de estos factores son:

1. La relación de vacíos del suelo
2. La temperatura del agua
3. La estructura y estratificación del suelo
4. La existencia de agujeros, fisuras, etc., en el suelo. (Juárez, 2005, p.206)

(Rodríguez, 2005) define que: Un suelo suele tener permeabilidades diferentes en estado inalterado y remodelado, aun cuando la relación de vacíos sea la misma en ambos casos; esto puede ser debido a los cambios en la estructura y estratificación del suelo inalterado o a una combinación de los dos factores. (p.209).

Es importante en el momento de realizar una construcción que se haga un estudio de permeabilidad para saber cuál será su nivel de erosión y desgaste, cuanta cantidad de agua puede pasar por ellos, cuánta puede ser retenida y que tan rápido puede pasar a través de ellos. También se debe usar en la minería, ya que cuando se encuentran suelos por donde se puede permeabilizar el agua se sabrá hasta qué punto se pueden hacer las perforaciones. (Rodríguez, 2005, p.219).

A nivel de construcciones es donde se requiere saber si un suelo es muy permeable o no ya que de allí se sabrá qué tipo de construcción se pueden hacer sobre los mismos, sabiendo la fluidez que tiene el agua por el suelo, sabremos catalogar el tipo de suelo y conseguir para que son aptos los mismos. Por eso debemos conocer la importancia de los suelos. (Rodríguez, 2005, p.219).

2.4.5 Coeficiente de Permeabilidad del Suelo.

Darcy (2005) define que: El coeficiente de permeabilidad del suelo tiene que ver con la Ley de Darcy, en donde el flujo de un fluido pasa a través del suelo. Este coeficiente se representa con la letra ***k***, y varía de acuerdo con el tipo de suelo. Con este coeficiente se mide la viscosidad del agua, que tiene que ver con la temperatura, se establece que 20° centígrados es el grado de permeabilidad, además del tamaño y la continuidad de los poros y si se presentan grietas y discontinuidades en el suelo. (p.193).



Ilustración 15: Permeabilidad del Suelo.

Existen otras maneras de establecer este coeficiente como por centímetros por hora (cm/h), milímetros por hora (mm/h) o centímetros por día (cm/d), en ocasiones se mide en metros por segundo (m/s) o centímetros por segundo (c/s). En la agricultura se deben definir estos coeficientes para saber en qué se basa la tasa de permeabilidad y en la ingeniería civil se basan solo en el coeficiente de permeabilidad.

En un laboratorio se pueden hacer estas pruebas de permeabilidad, para medir la misma, por eso se toma una columna de suelo y se ve sometida ciertas condiciones como la saturación del agua y la carga de agua constante, de allí se determina si el suelo es permeable, semipermeable o impermeable (si van a ser usados en la ingeniería civil) o si son de permeabilidad Muy lenta, lenta, moderadamente lenta, moderada, moderadamente rápida, rápida o muy rápida si es para usos agrícolas.

La medición de la permeabilidad del suelo en el campo se puede hacer una evaluación con la vista de su tasa de permeabilidad en el horizonte, hacer un ensayo de campo, o un ensayo más preciso. (Rodríguez, 2005, p.197).

2.4.6 Permeabilidad del Suelo Arenoso.

En los suelos arenosos hay predominio de arena o partículas minerales que son mayores a los 0.02 milímetros de diámetro, son suelos muy permeables ya que el agua pasa a través de ellos con mucha rapidez, como ejemplo puedes tomar un tubo de agua de playa y colocarla en la arena y veras lo rápido que es absorbida por esta. (Rodríguez, 2005, p.197).



Ilustración 16: Suelo Arenoso.

Su capacidad de retención de agua es muy baja y también la cantidad de agua que pueden disponer las plantas en este tipo de suelos, por lo que deben tener regadío de agua con mucha frecuencia, su principal ventaja es que tienen la facilidad de ser trabajados y no tienen problemas de aire. A través de estos suelos pueden pasar 130 litros de agua por cada metro cúbico de los cuales 100 litros son de agua disponible. (Rodríguez, 2005, p.198).

2.4.7 Relación entre porosidad y permeabilidad.

La porosidad es la cantidad de espacio que existe entre diversas partículas sólidas. Su determinación a simple ojo puede llevarnos a cometer errores, si un suelo es arenoso va a ser menos poroso que uno que sea arcilloso. La permeabilidad va ligada al concepto de porosidad y del tamaño de las partículas, esta es una medida que permite ver la facilidad con la que el agua se puede desplazar por el suelo, es decir por cómo puede circular a través de los poros. (Rodríguez, 2005, p.198).



Ilustración 17: Relación entre porosidad y permeabilidad.

Si el suelo es arenoso el agua circulará por ellos de manera rápida y se podrá acumular en el horizonte en los grandes poros, podrá conservar su pureza y será de buena calidad para su consumo. Por el contrario, si es de suelos arcillosos, esta podrá contener muchas más aguas, pero esta no circulará de manera rápida y por tanto no podrá renovarse alimentándose de los minerales solubles y su calidad no será apta para el uso humano ya que esta se deteriora notablemente. (Rodríguez, 2005, p.198). La relación entre ambos conceptos radica en la fluidez de los líquidos, por el tamaño de los poros y su conexión se puede determinar si un suelo es permeable de manera alta o baja. De esta forma el agua podrá tener fluidez a través de poros grandes. (Rodríguez, 2005, p.198).

2.5 HIDROLOGIA.

La comprensión del ciclo hidrológico es esencial para el manejo eficiente del agua de lluvia y del agua del suelo. El agua ocurre no solo en forma líquida sino también en forma sólida -granizo, nieve- y en forma gaseosa -vapor de agua. La cantidad de agua en el mundo es constante pero el agua está continuamente cambiando de una forma a otra y se mueve a diferentes velocidades. Estas interrelaciones se muestran en forma simplificada a escala regional. El ciclo hidrológico en la tierra, el agua existe en un espacio llamado hidrosfera, que se extiende desde unos quince kilómetros arriba de la atmosfera hasta un kilómetro por debajo de la litosfera o corteza terrestre. El agua circula en la hidrosfera a través de un laberinto de caminos que constituyen el ciclo hidrológico. (Chow, Maidment, Mays, 1994, p.2).

Diagrama simplificado del ciclo hidrológico

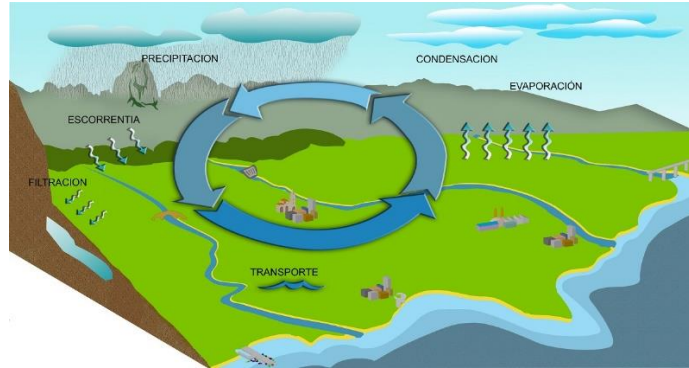


Ilustración 18: Ciclo hidrológico.

Homero (1994) afirma que: la ciencia de la hidrología empieza con el concepto de ciclo hidrológico. Desde tiempos antiguos muchos pensadores han especulado acerca de la circulación del agua. Ideó una versión primitiva del ciclo hidrológico; creía que el sol evaporaba el agua del mar hacia la atmósfera, desde donde caía como lluvia, y formaba las reservas subterráneas. Las cuales alimentaban los caudales de los ríos. (p.14).

El calor del sol es la causa de que el agua en la superficie de los océanos, lagos y ríos cambie al estado de vapor en el proceso conocido como evaporación. La transpiración de las plantas es un proceso similar en el cual el agua es absorbida del suelo por las raíces y transportada por el tallo a las hojas de donde pasa -es transpirada- bajo forma de vapor de agua a la atmósfera. (Chow, et al FAO, 2002).

A medida que el vapor de agua producido por la evaporación y la transpiración entra en la atmósfera, su temperatura disminuye y el vapor se convierte en pequeñas gotas -condensación- que se acumulan bajo forma de nubes. Dependiendo de su tamaño, esas gotas se pueden transformar en lluvia. (Chow, et al FAO, 2002).

Una vez que la lluvia llega a la superficie de la tierra se puede infiltrar, correr como flujo sobre la superficie de la tierra o acumularse en las hojas de las plantas o encharcarse, desde donde se evapora nuevamente hacia la atmósfera. Por lo general ocurre una combinación de estos procesos. (Chow, et al FAO, 2002).

La lluvia que se infiltra integra el agua del suelo parte de la cual puede ser usada por las plantas para la transpiración, otra parte vuelve a la atmósfera a través de la evaporación desde la superficie del suelo y otra -si hay suficiente infiltración- puede pasar más abajo de la zona radical como agua subterránea. El Anexo 7 trata del uso de la humedad del suelo bajo diferentes usos de la tierra y vegetación. (Chow, et al FAO, 2002).

El agua subterránea se mueve en forma lateral y lentamente hacia el mar para completar el ciclo hidrológico, pero parte de esta en su camino filtrará hacia arroyos, ríos y lagos. De esta forma el agua subterránea mantiene el nivel del agua en los pozos y la continuidad de las corrientes de agua durante los períodos secos (conocidos como flujo de base). (Chow, et al FAO, 2002).

El agua de lluvia que escurre sobre la tierra se mueve rápidamente aguas abajo hacia los cursos de agua contribuyendo a flujos máximos que siempre son motivo de preocupación. La escorrentía no es solamente un desperdicio del agua de lluvia que podía haber contribuido a la producción de cultivos y a reabastecer las aguas subterráneas, sino que, además, frecuentemente, causa inundaciones o daña los caminos y las tierras agrícolas, erosiona el suelo que a su vez es depositado en el curso de los ríos y estanques aguas abajo. (Chow, et al FAO, 2002).

El agua subterránea deriva del agua de lluvia que se ha infiltrado en el suelo y drenado más abajo de la zona radical; es el agua en exceso de la cantidad necesaria para los cultivos y otra vegetación y sobrepasa la capacidad de almacenamiento de agua del suelo (FAO, 1995; FAO, 2002).

El agua subterránea se mueve muy lentamente a través de los materiales del subsuelo en dirección del curso de drenaje dominante. Si la parte superior de la misma, la capa freática, no se sumerge por debajo del nivel del lecho de la corriente, el agua aparece en surgentes que alimentan las corrientes de agua y sus tributarios. (Mays, et al,1995).

Este proceso ocurre durante todo el año y de esta manera el agua subterránea actúa como amortiguador para mantener el flujo básico de la corriente y los niveles de agua en los pozos durante los períodos secos.

En los suelos con capas de subsuelo relativamente impermeables ubicadas por debajo de capas más o menos permeables, se pueden desarrollar capas de agua por encima del agua subterránea debido a que son retenidas por esas capas impermeables. El agua retenida en esas capas es conocida como Inter flujo, se mueve lentamente en forma lateral y puede emerger en cursos de agua o en surgentes a menores elevaciones. No contribuye directamente al agua subterránea. La presencia de agua subterránea o de una capa de agua retenida está indicada por suelos saturados, por lo general con una dominancia de suelos de color gris claro, gris azulado, azulado o verdoso. Estos colores son típicos de ciertos compuestos de hierro que solo se encuentran en lugares de aguas estancadas donde falta oxígeno. (Mays, et al,1995).

La cantidad de agua de lluvia que percola más allá del límite inferior de la zona radical hacia el agua subterránea dependerá de la cantidad de agua usada para la transpiración por los cultivos o la vegetación. En un tipo determinado de suelo y clima, los bosques transpiran más agua que las tierras de pastoreo las cuales, por lo general, usan más agua que los cultivos. El alto consumo de agua de los bosques es debido, en general, a su mayor tasa de transpiración, al período más largo de transpiración en comparación con el de los cultivos y a las raíces más profundas que permiten la absorción de agua desde mayores profundidades. Los cambios en el uso de la tierra pueden, por lo tanto, afectar la cantidad de agua transportada y con ello la cantidad de agua que llega al agua subterránea. Los cambios en el manejo del suelo; también pueden afectar la cantidad de drenaje profundo que reabastece el agua subterránea. La introducción de malas prácticas de manejo que aumenten la proporción de agua de lluvia perdida como escorrentía reduce el flujo de base e incrementa los flujos máximos y la incidencia de las inundaciones. Viceversa, un mejoramiento del manejo del suelo y de los nutrientes conducirá a una mayor producción de grano y follaje, mayores tasas de transpiración y, por lo tanto, a menos recarga. (Mays, et al, 1995).

2.6 GESTION DE RECURSOS HIDRICOS.

La Gestión Integrada de los (GIRH) es un proceso que promueve el desarrollo y manejo coordinados del agua, la tierra y otros recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales.

La GIRH está basada en la idea de que los recursos hídricos son un componente integral de los ecosistemas, un recurso natural y un bien social y económico, ya que tiene un valor económico en todos sus usos (los cuales compiten entre sí). Implica, asimismo, reformar los sistemas humanos para hacer posible que las personas obtengan beneficios sostenibles e igualitarios de estos recursos (Balairon, 2009).

En cuanto al desarrollo de políticas y la planificación, adquirir un enfoque gih requiere que:

- El desarrollo y la gestión del agua tomen en consideración los diversos usos del agua y el abanico de necesidades de las personas.
- Las partes involucradas tengan voz en la planificación y gestión del agua, asegurando el involucramiento de mujeres y personas de bajos recursos.
- Las políticas y prioridades consideren las implicancias en los recursos hídricos, incluyendo la relación entre las políticas macroeconómicas y el desarrollo, gestión y uso del agua.
- Las decisiones vinculadas al agua tomadas a nivel local y de cuenca estén alineadas con el logro de objetivos más amplios a nivel nacional.

La planificación y las estrategias relacionadas al agua sean incorporadas a los objetivos sociales, económicos y ambientales. (Balairon, 2009).

El agua constituye el recurso natural renovable esencial para el desarrollo de todas las formas de vida y el adecuado funcionamiento de los ecosistemas. Representa el recurso natural más estratégico para el bienestar de las personas, competitividad y económico del país. Aprovechar de forma eficiente todos los beneficios directos que el agua proporciona a nuestro desarrollo sostenible y crecimiento, le supone al país

iniciar un proceso de implementación del enfoque de “gestión integrada” del agua, como “recurso natural” (ríos, acuíferos, etc.) y como “servicio” (abastecimiento de agua potable y saneamiento). Esto representa una valiosa oportunidad para construir un “esfuerzo conjunto, de nación” para crecimiento enfrentar adecuadamente los severos desafíos relacionados con: la escasez física del recurso, contaminación, inundaciones y deslizamientos de tierra. Pero por, sobre todo, permitiría enfrentar el existente problema de una débil gobernabilidad del agua del país -la principal causa de estos desafíos- y garantizar el derecho al agua potable y saneamiento. (Balairon, 2009).

Las aguas superficiales del país están representadas por 360 ríos, distribuidos en 10 regiones hidrográficas. Por su importancia económica (provisión de agua y energía eléctrica) la cuenca transfronteriza del río Lempa es la más importante del país, su extensión es de 10,000 km² (49% del territorio nacional). Los principales reservorios de agua subterránea son los Acuíferos de los Valles Interiores (localizados en los valles al pie de volcanes jóvenes) y los Acuíferos Costeros. Las zonas de recarga de los acuíferos están localizadas en la Zona Costera y la Cordillera Volcánica Central. Sin embargo, aunque se cuenta con un régimen de lluvias adecuado, su estacionalidad (la concentración de la lluvia en pocos meses) hace obligatorio la utilización eficiente del recurso. (Balairon, 2009).

Tradicionalmente, el abordaje para enfrentar la creciente demanda del agua ha sido aumentar la oferta a través de inversiones en infraestructura hídrica: red de distribución de agua potable, canales de hidroeléctricas, riegos, centrales reservorios, etc. Aunque esto es importante, no debe perderse de vista que el agua es un recurso finito, por lo que el “manejo de la demanda” del agua es el otro abordaje que está tomando mucho más realce, ya que fomenta ahorros considerables en el uso del agua, y, por lo tanto, promueve la eficiencia en su uso y disminuye considerablemente los costos en infraestructura. (Balairon, 2009).

2.7 NIVEL FREÁTICO.

El nivel freático es un término que se refiere a la profundidad a la que se encuentra el agua subterránea en un acuífero. Es un aspecto importante de nuestro entorno que afecta a muchos aspectos de la sociedad y el medio ambiente.

“Conocer el nivel freático es fundamental para comprender la dinámica del agua subterránea y su relación con el medio ambiente”. (Andrue, 1987).

2.7.1 Qué es el nivel freático del suelo:

La definición de «nivel freático», o manto freático, es el lugar geométrico de los puntos del suelo donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica. En otras palabras, el nivel freático está definido por los niveles alcanzados por el agua subterránea en pozos de observación (nivel piezométrico). (Andrue, 1987).

El nivel freático (wáter table) es un concepto fundamental en hidrogeología, que es la rama de la geología dedicada al estudio de los ciclos de las aguas superficiales y subterráneas. (Andrue, 1987).

Por qué es importante monitorizar el nivel freático.

Es importante monitorizar el nivel freático para identificar problemas potenciales antes de que se conviertan en problemas graves. Esto permite a propietarios y administraciones tomar medidas preventivas. Aquí hay algunas de las principales razones: (Andrue, 1987).

- **Prevenir daños a la propiedad:** Si el nivel freático es demasiado alto, puede filtrarse agua en sótanos o garajes, causando daños a la estructura y a los objetos almacenados en el área. Al monitorear el nivel freático, se pueden tomar medidas preventivas para prevenir daños a la propiedad. (Andrue, 1987).
- **Proteger la calidad del agua:** El nivel freático alto puede afectar la calidad del agua subterránea. Al monitorear el nivel freático, se puede garantizar que la calidad del agua subterránea se mantenga en niveles seguros y adecuados para su uso. (Andrue, 1987).

- **Mantener un equilibrio ambiental:** El nivel freático es un indicador importante del equilibrio ambiental en un área. Es importante monitorear el nivel freático para poder entender cómo se está utilizando el agua subterránea, identificar cualquier desequilibrio y tomar medidas para garantizar su sostenibilidad a largo plazo. Por ejemplo, puede ser necesario restringir la extracción de agua o implementar prácticas de conservación del agua para asegurar que el nivel freático se mantenga en un nivel saludable. (Andrue, 1987).

2.7.2 ¿Qué puede hacer que el nivel freático suba?

El nivel freático está influenciado por muchos factores, incluyendo la cantidad de lluvia que cae en una zona, la velocidad con la que se filtra el agua hacia el acuífero y la cantidad de agua que se extrae para su uso. Cabe señalar en cuanto al nivel piezométrico del acuífero que la cota de los niveles freáticos no es estable a lo largo del tiempo, sino que está sujeta a variaciones, según las estaciones y otros factores. En verano, debido a la evaporación por el calor intenso, el nivel tiende a descender. En épocas lluviosas, en cambio, el nivel se acercará más a la superficie. (Andrue, 1987).

Aunque el manto freático tiende a mantenerse paralelo al nivel topográfico en algunos puntos su profundidad no es constante, sino que fluctúa de acuerdo con las variaciones en las precipitaciones, presión atmosférica y con las fluctuaciones de las mareas, en el caso de las zonas costeras. (Andrue, 1987).

2.7.3 Nivel freático en construcción:

La profundidad de las aguas subterráneas respecto a la superficie del terreno natural y sus posibles variaciones estaciones son datos fundamentales para facilitar por el estudio geotécnico a la hora de proyectar una construcción bajo el nivel freático. (Andrue, 1987).

2.7.4 Abatimiento del nivel freático:

Si se quiere dejar en seco una excavación que se realice por debajo de la capa freática debe establecerse una corriente de filtración de agua a través del terreno que, o bien aflorará en el fondo de la excavación, o bien irá a parar a los elementos de drenaje y agotamiento. (Andrue, 1987).

Para poder trabajar en seco en el fondo de una excavación, es preciso el drenaje del nivel freático, operación incluida en lo que denominamos gestión del agua. (Andrue, 1987).

2.7.5 Aguas freáticas:

El agua situada por debajo del nivel freático se denomina agua freática y su presión es positiva. Por encima de la capa freática (o manto freático) existe el «agua capilar», cuya presión es negativa (succión) y permanece en comunicación con el agua freática.

Esta agua, retenida en los capilares del suelo, se mueve por fuerzas de capilaridad. (Andrue, 1987).

Sobre la zona capilar se sitúa el «agua de contacto», sin comunicación con la de la zona inferior. En esa zona, el suelo está sin saturar. La presión del agua de contacto es también negativa. (Andrue, 1987).

Cuando el agua se mueve a través de los poros y oquedades del terreno por efecto de la gravedad y se encuentra con una capa impermeable puede quedar almacenada dando lugar a la formación de acuíferos. (Andrue, 1987).

2.8 ACUIFEROS.

Es una formación geológica que contiene agua y que transmite de un lugar a otro en cantidades suficientes para permitir su desarrollo económico, recibe el nombre de acuífero. Un acuífero es un volumen subterráneo de roca y arena que contienen agua. El agua subterránea que se halla almacenada en los acuíferos es una parte importante del ciclo hidrológico. Se han realizado estudios que permiten calcular que aproximadamente el 30 por ciento del caudal de superficie proviene de agua subterránea.

Los acuíferos los podemos clasificar en:

Acuíferos libres: son aquellos en los que el nivel de agua se encuentra por debajo del techo de la formación permeable. Liberan agua por desaturación, es decir, el agua que ceden es la procedente del drenaje de sus poros. (Movilla y Pateiro, 2014).

Acuíferos confinados. Son aquellos cubiertos por una capa impermeable confinante. El nivel de agua en los acuíferos cautivos está por encima del techo de la formación acuífera. El agua que ceden procede de la expansión del agua y de la descompresión de la estructura permeable vertical, cuando se produce la depresión en el acuífero. También se les denomina acuíferos cautivos. (Movilla, et al, 2014).

Acuíferos semiconfinados. Se pueden considerar un caso particular de los acuíferos cautivos, en los que muro, techo o ambos no son totalmente impermeables, sino que permiten una circulación vertical del agua. (Movilla, et al 2014).

2.9 CONTAMINACION DE ACUIFEROS.

La contaminación en el agua subterránea puede ser el resultado de eventos puntuales o difusos dependiendo de variables como el tiempo o el territorio. Aunque en su gran mayoría puede llegar a ser considerado un tipo de riesgo “inducido” ya sea causado de manera indirecta o directa por el ser humano antes que ser una causa propia de la naturaleza. La calidad del agua en los acuíferos llega a deteriorarse por las contaminaciones que son generadas por el ser humano o la naturaleza o, en ciertos casos, donde ambos factores actúan en conjunto.

En los siguientes enunciados se van a tratar fundamentalmente los tipos de contaminación causados por actividades del ser humano que se pueden agrupar de la siguiente manera:

Contaminación urbana o doméstica. son de tipo orgánico y biológico causados por la presencia de fosas sépticas, alcantarillados, pozo negro y vertederos, entre otros. Además de los factores contaminantes antes mencionados también se debe tener en cuenta que existen los productos químicos de uso doméstico como los detergentes o pesticidas y los productos denominados farmacéuticos y de uso personal. (Rivas y Pimiento, 2019).

Los vertederos urbanos se forman por desechos como el papel, metal, vidrio, madera, entre otros. Al menos un 60% de todos estos residuos son domésticos y el otro 40% son comerciales (López y Vega, 2021).

Contaminación agrícola. los fertilizantes, o también se encuentran los pesticidas que generan una mayor contaminación y, de manera indirecta, están las prácticas de regado en las que se muestra la parte del reciclaje. Existen más tipos de contaminantes de un grado menor de preocupación como los vertidos de comida animal, la purina que se deja en esa superficie. Esto crea una contaminación y hay otro tipo de contaminación que son los residuos de cosechas (Gutiérrez y Quiroz, 2019).

Contaminación industrial. la contaminación industrial son los residuos generados por los productos que son eliminados por medio de la atmósfera, el terreno, las aguas subterráneas, las pérdidas de elementos contaminantes que se encuentran almacenados o que son transportados y, por último, los accidentes de tanques y líneas de conducción. (Quiroz, et al, 2019).

Contaminación inducida por bombeo.

Contaminación inducida por bombeo. Las aguas con un alto grado de salinidad pueden entrar en los acuíferos de agua potable (agua dulce) causando su contaminación. Específicos o no, en los acuíferos continentales cualquier tipo de presencia de agua salina (procedentes de los suelos que contienen yeso o de la llegada de flujos de largo recorrido, por ejemplo) pueden generar contaminación (intrusión salina); en los acuíferos ubicados en las costas el contaminante principal es el agua de mar. Este caso se le conoce como intrusión marina. (Quiroz, et al, 2019).

2.10 AGENTES DE CONTAMINACION.

Los agentes de contaminación del agua son sustancias o elementos que pueden dañar el agua, como bacterias, virus, desechos, pesticidas, y sustancias radiactivas.

Agente contaminante.

Microrganismos patógenos: bacterias, virus y parásitos que pueden propagarse rápidamente en el agua.

Desechos: aguas residuales, desechos industriales desechos sólidos, y plásticos.

Químicos: fertilizantes, pesticidas, fármacos, nitratos, fosfatos, y metales pesados.

Radiactivos: residuos radiactivos que pueden persistir en el medio ambiente por miles de años. (Escobar, 2003).

2.11 RESERVORIOS.

Son estructuras civiles destinadas al almacenamiento y regulación del agua, tiene como función abastecer de agua en forma permanente en el ciclo de verano. Para el diseño de reservorios se debe tener en cuenta el volumen de agua que se requiere almacenar según la cantidad de consumo para el ganado.

Rodríguez 2020 afirma que los reservorios son de mayor utilidad para almacenar aguas lluvias y así abastecer del vital líquido las necesidades del ganado, estos tipos de reservorios deben ser rectangulares o trapezoidales que son utilizados para almacenar cantidades menores a 1000 litros o un metro cubico de agua pues a mayor cantidad de agua almacenada tiene más riesgo de colapsar cuando son rectangulares, por el movimiento de agua y si se construyen de forma trapezoidal tienen menos riesgo de colapsar. (p.21).

2.11.1 DEFINICION DE RESERVORIOS.

Un reservorio se puede definir como una área natural o artificial utilizada para almacenar agua. También se les conoce como “cosecha de agua” el cual se dice que es un legado de la antigüedad ya que se conocen datos que dicen que los mayas utilizaban sistemas de captación de agua de lluvia La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente.

Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario (Q_{mh}). En caso de que el rendimiento de la fuente sea mayor que el Q_{mh} no se considera el reservorio, Los reservorios se pueden construir para almacenar aguas de escorrentía provenientes de quebradas y ríos, o para capturar aguas llovidas, lo que se puede definir como cosecha de agua de lluvia. El diseño y construcción adecuados de los reservorios son indispensables para asegurar el éxito de estas obras, además de hacerlos más fáciles de cuidar, más seguros y económicos. (UES, Monsálvez, p.5).

2.11.2 TIPOS DE RESERVORIOS.

Existen diferentes estructuras para el almacenamiento de agua. Los diseños de estas estructuras pueden ser variables, entre ellas podemos tener:

- **RESERVORIO DIQUE-REPRESA.**

“Este reservorio almacena gran parte de agua por encima de la superficie original del terreno. Se construyen en áreas con pendientes suaves a moderadas y donde la represa se puede levantar transversalmente a una depresión”. (UES, et al, p.5).

El embalse se llena de agua de escorrentía. Se considera que un estanque es de represa, cuando la profundidad del agua embalsada encima de la superficie sobre pasa los 90cm. Este tipo de reservorio es necesario cuando los suelos no son arcillosos y se tiene alta infiltración del agua. (UES, et al, p.5).

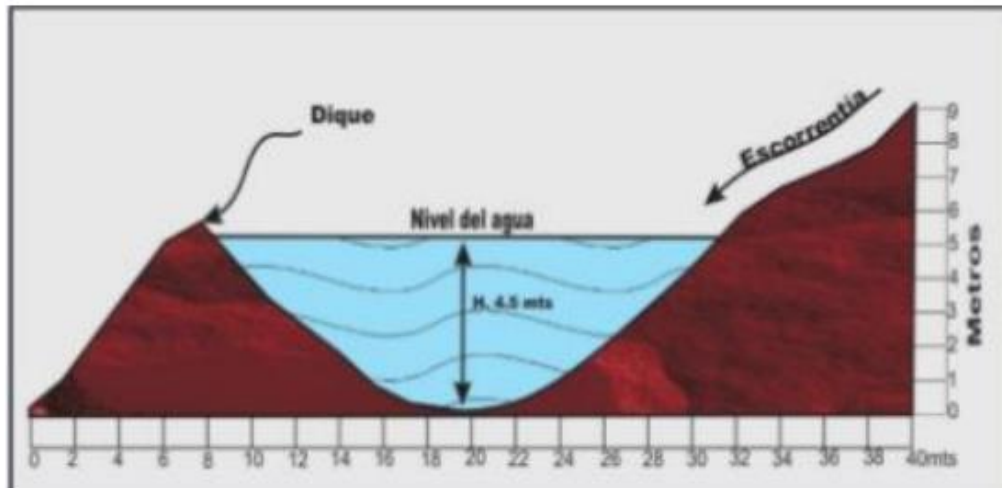


Ilustración 19: Reservoirio Dique-Represa.

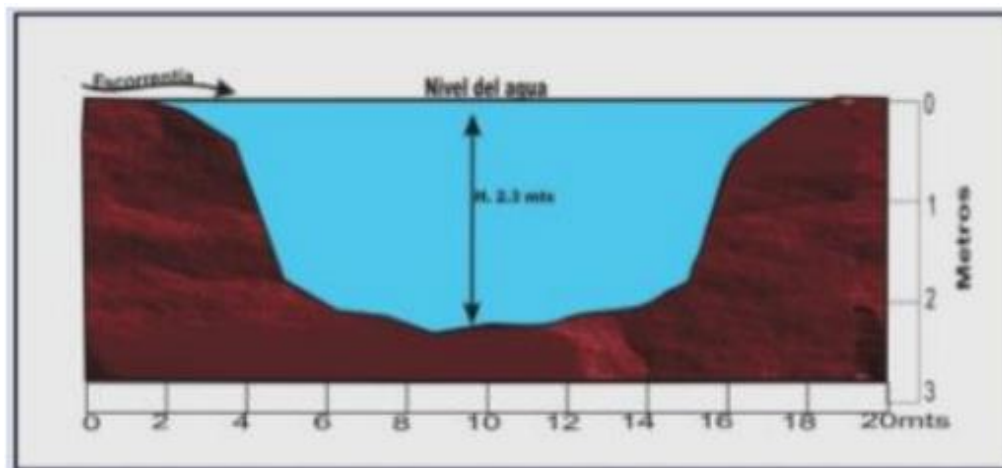


Ilustración 20: Reservoirios Excavados.

- **RESERVORIO DIQUE ESCALONADO.**

Es una variación del reservoirio dique – represa con el cual se aprovecha la pendiente del terreno para construir diques en serie y, de esta forma, rebajar costos por movimientos de tierra.

- **RESERVORIOS EXCAVADOS.**

Almacena gran parte del agua debajo del nivel original del suelo. Se construyen en terrenos relativamente planos y donde hay sitios adecuados para construir una represa. Se puede llenar, tanto con el agua de escorrentía como por la infiltración de agua subterránea en la excavación. (UES, et al, p.6).

- **RESERVORIO ESTANQUE.**

Este tipo de reservorio es muy similar al excavado, con la diferencia que el nivel del agua se puede llevar por encima del suelo, mediante la construcción de paredes, principalmente de concreto. Se recomienda para zonas donde otros materiales de construcción no se encuentren disponibles. Cuando los suelos no son arcillosos, el piso se puede revestir con concreto, plástico o geomembrana de PVC. (Monsálvez, et al, p.7).

- **RESERVORIO ENVASE.**

Son envases de diferentes tipos y tamaños. Pueden ser, por ejemplo, envases plásticos, estacones de metal o cisternas construidas de concreto. Normalmente, este tipo de reservorio se utiliza para capturar aguas de techos. Puesto que la capacidad de almacenaje no es grande, el agua se utiliza, principalmente, para regar huertas caseras, escolares, entre otros. (UES, et al, p.7).

2.12 AGUAS LLUVIAS.

La lluvia es un fenómeno natural que ocurre cuando el vapor de agua en la atmósfera se condensa en nubes y forma gotas de agua bastante grandes para caer hacia el suelo.

La lluvia puede variar en intensidad. Desde una llovizna ligera que apenas moja el suelo, hasta tormentas intensas que pueden provocar inundaciones. Aunque a veces puede ser molesta o inconveniente, es vital para la vida en el planeta, ya que garantiza que las plantas, los animales, las personas y el resto de los seres vivos tengan el agua que necesitan para sobrevivir. Por tanto, la lluvia forma parte del ciclo del agua y es esencial para que la vida sea tal y como la conocemos. (Cely, Calixto y Soto, 2021).

1. El agua. no se mantiene fija en la naturaleza. Posee un dinamismo regular, el cual se describe mediante varias etapas, que por su movimiento continuo se convierten en un ciclo que donde inicia, luego concluye (Soto, et al, 2021, p.21).

El ciclo hidrológico se fundamenta en un sistema de transporte indeterminado e invariable. Este tipo de circulación presente en el ciclo se debe a dos razones:

2. El sol ofrece la energía necesaria para realizar la evaporación.
3. La gravedad de la Tierra permite que descienda el agua condensada y esto se conoce como precipitación y escurrimiento. (Soto, et al, 2021, p.21).

A través del ciclo del agua se provee de agua a las plantas, animales y los seres humanos. Este proceso se fundamenta en que toda gota de agua que caiga en cualquier momento atraviesa un circuito cerrado, es decir, inicia cuando la lluvia cae hasta que vuelva a ser lluvia. El trayecto culmina mediante múltiples opciones porque el ciclo hidrológico no tiene un solo camino como opción. Inicia en la nube que es el punto de partida, luego se inicia la precipitación mediante varias formas, y así comienza el ciclo (Maderey Rascon y Román, 2005, p.21).

El agua que llega al suelo recorre la superficie (lluvia en exceso) y se almacena en surcos limitados que al unirse forman arroyos y terminan desembocando en ríos, también llamado escurrimiento superficial; estos llevan el agua hasta los lagos o mares en donde el agua se evapora o se infiltra en la tierra. Finalmente, un porcentaje de la precipitación llega hasta debajo de la superficie del suelo, proceso llamado infiltración, así se van llenando los poros y las grietas del terreno. Si el flujo del agua que se infiltra es exuberante, una parte baja hasta hacer parte del agua subterránea, y cuando el nivel de agua infiltrada es bajo, esta se retiene en una parte no saturada (humedad del suelo). Después, el agua vuelve a la atmósfera mediante la evaporación o la transpiración de la vegetación. En la práctica, es complicado separar estos fenómenos naturales, por tanto, se optó por unirlos mediante el término evapotranspiración. (Maderey, et al, 2005, p.23).

- Recarga de recursos hídricos: la lluvia es una fuente crucial de agua dulce. Al caer, reabastece los ríos, los lagos y los acuíferos subterráneos, lo que es esencial para el suministro de agua potable y para las actividades agrícolas e industriales. Aquí puedes aprender más sobre los Recursos hídricos: qué son, ejemplos e importancia.

- Fertilización natural del suelo: la lluvia ayuda a transportar nutrientes desde el aire y las capas superiores del suelo hacia las plantas, beneficiando su crecimiento.
- Mantenimiento de ecosistemas: muchos ecosistemas, como los bosques, los humedales y las praderas, dependen de la lluvia para su supervivencia. Las plantas y animales necesitan el agua que proporciona la lluvia para mantenerse hidratados, crecer y reproducirse. Además, la lluvia regula el clima local, manteniendo el equilibrio necesario para la vida silvestre.
- Reducción de la contaminación del aire: la lluvia actúa como un limpiador natural de la atmósfera, arrastrando partículas de polvo, polen y otros contaminantes hacia el suelo. Esto mejora la calidad del aire, lo que es especialmente beneficioso en áreas urbanas o industrializadas, donde la contaminación puede ser un problema significativo. (Maderey, et al, 2005, p.23).

Consecuencias negativas de la lluvia.

- Inundaciones: las lluvias intensas o de larga duración pueden saturar el suelo y desbordar ríos y lagos, provocando inundaciones. Las inundaciones pueden causar daños graves a viviendas, infraestructuras, cultivos y carreteras.
- Deslizamientos de tierra: cuando la lluvia cae en terrenos montañosos o empinados, puede saturar el suelo y hacerlo inestable. Esto puede provocar deslizamientos de tierra, que son corrimientos de grandes masas de tierra y rocas que pueden destruir carreteras, edificios y cultivos, además de poner en peligro vidas humanas.
- Erosión del suelo: la lluvia intensa, especialmente en terrenos desnudos o con poca vegetación, puede causar erosión del suelo. Las gotas de lluvia golpean el suelo con fuerza, arrastrando partículas de tierra hacia ríos y arroyos. (Maderey, et al, 2005, p.24).

2.12.1 ESTANQUES.

Un estanque es una balsa de agua rodeada por tierra construida para recoger el agua, con fines utilitarios, como proveer al riego, criar peces, etc., o meramente ornamentales.

Los estanques de agua pueden ser dos tipos:

- Estanques naturales: un estanque natural es una cantidad de agua retenida o estancada en una depresión del terreno que se forma, normalmente, por agua de lluvia. Se trata de un espacio de agua no muy grande y no muy profundo, no más de tres o cuatro metros de profundidad, y rico en vegetación acuática. (Zarza, 2025).
- Estanques artificiales: los estanques artificiales no suelen tener una entrada y salida de agua naturales. Por eso, solo reciben agua fresca a través de la lluvia y los aportes específicos de los cambios parciales de agua. Suelen tener una base de lona o molde prefabricado. Los más habituales son aquellos destinados al cultivo de peces uso piscícola. (Zarza, 2025).

Se agrupan en:

- Estanque sumergido: el fondo del estanque está generalmente por debajo del nivel de la tierra que lo circunda. Se alimenta directamente de agua subterránea, precipitaciones y/o escorrentía superficial. Además, no es drenable o lo es solo en parte, ya que o bien se ha excavado o se ha construido aprovechando una depresión. (Román, 2025).

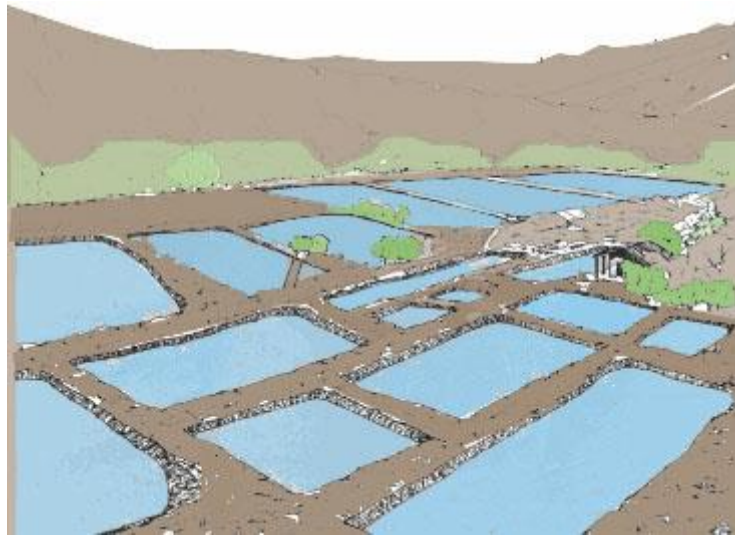


Ilustración 21: Estanque sumergido.

- Estanque de presa: se construyen en el fondo de un valle levantando una presa que cierra el extremo inferior del mismo y puede vaciarse aprovechando el cauce del antiguo río. El agua procede directamente de un manantial, corriente o presa cercana, y para proteger el dique de las inundaciones se debe construir un aliviadero. (Román, 2025).

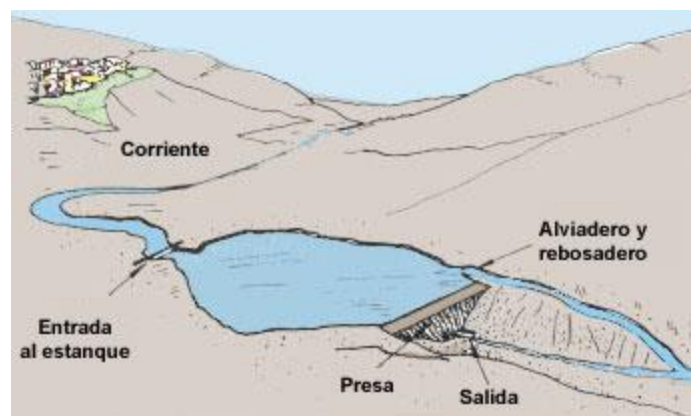


Ilustración 22: Estanque de presa.

➤ Estanque de derivación:

se alimenta indirectamente por la fuerza de la gravedad o mediante bombeo a través de un canal de derivación (que se convierte en canal de alimentación principal), procedente de un manantial, corriente, lago o embalse. El caudal se regula a través de la toma de agua y cada estanque tiene una entrada y una salida. (Román, 2025).

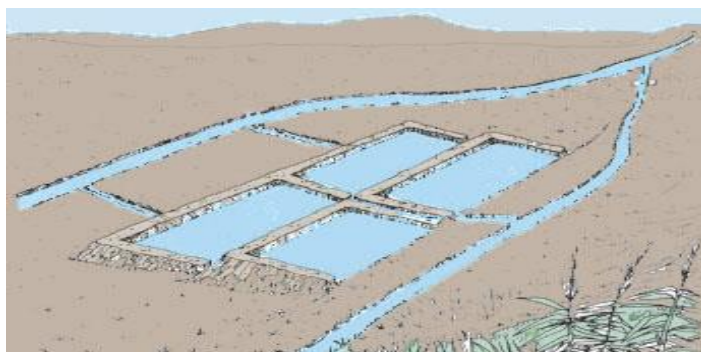


Ilustración 23: Estanque de derivación.

➤ Estanques para uso piscícola.

Gran parte de la producción piscícola mundial se basa en la explotación de estanques de agua dulce que mantienen e intercambian el agua, reciben fertilizantes o productos que pueden servir de alimento a los peces y hacen posible la retención, cría y explotación de especies ícticas. (Román, 2025).

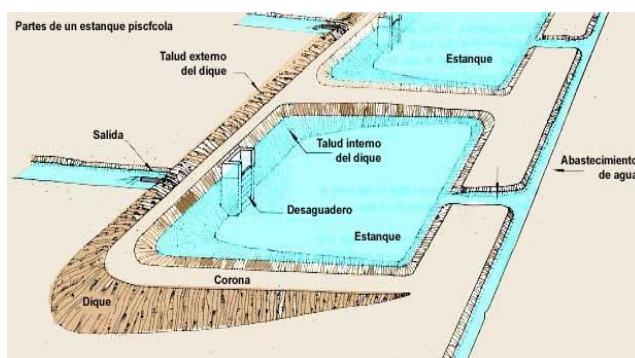


Ilustración 24: Estanques para uso piscícola.

Partes de un estanque piscícola (Fuente: FAO).

“Los estanques piscícolas de agua dulce pueden presentar diversas características atendiendo a los siguientes elementos:” (Román, 2025).

- Fuente de abastecimiento de agua:
 - Agua subterránea: el agua puede proceder de un manantial, por filtración o por el agua de lluvia.
 - Masa de agua superficial: como una corriente, un lago, un embalse o un canal de riego.
 - Bombeo: se encuentran normalmente por encima del nivel del agua de que se abastecen, que puede ser un pozo, lago, corriente, lago artificial o canal de riego. (Román, 2025).
- Forma en que se extrae el agua del estanque:
 - Por gravedad: se da cuando el estanque es drenable. Generalmente se alimentan de agua superficial procedente, por ejemplo, de la escorrentía, un manantial o una corriente, o se llenan mediante bombeo.
 - Por bombeo: se da en estanques no drenables. Generalmente se alimentan de agua subterránea. (Román, 2025).
- Material:
 - Estanques de tierra: se construyen enteramente con materiales del suelo. Son los más comunes.
 - Estanques de muro: están rodeados normalmente de muros hechos con bloques, ladrillos u hormigón. Algunas veces se utilizan también maderos o metal ondulado.
 - Estanques recubiertos: estanques de tierra recubiertos con material impermeable, como una capa de goma o plástico. (Zarza,2025).
- Método utilizado para la construcción:
 - Estanques sumergidos: se construyen extrayendo el suelo de una superficie determinada para formar así un vacío que luego se rellena de agua.
 - Estanques de terraplén: se forman sin necesidad de excavar, levantando uno o más diques por encima del terreno para contener el agua.

- Estanques de desmante y relleno: se construyen en terrenos inclinados con una doble acción de excavación y construcción de terraplenes. (Zarza, 2025).
- Método de explotación piscícola:
- Estanques de desove: para la producción de huevos y alevines.
 - Estanques viveros: para la producción de ejemplares juveniles de mayor tamaño.
 - Estanques de reproductores: para la cría de peces destinados a la reproducción.
 - Estanques de almacenamiento: para colocar a los peces temporalmente, muchas veces antes de su comercialización.
 - Estanques de engorde: para la producción de peces destinados a la alimentación humana.
 - Estanques integrados: rodeados de tierras dedicadas al cultivo o la ganadería y de otros estanques piscícolas, que suministran al estanque material de desecho, utilizados como pienso o fertilizantes.
 - Estanques de invernada: se colocan los peces durante la estación fría. (Zarza, 2025).

CAPITULO III:

INVESTIGACION DE CAMPO

CAPITULO III. INVESTIGACION DE CAMPO

Ubicación del proyecto georreferenciado.

Geográficamente el área de estudio se encuentra situada en el cantón los Henríquez, Distrito Nombre de Jesús, municipio de Chalatenango sur, se encuentra entre los puntos superior e inferior.

Longitud Oeste 14.0293324,

Latitud Norte -88.729185.



Ilustracion 25: Área general.

Área de investigación Cantón los Henríquez, Distrito Nombre de Jesús, Municipio de Chalatenango sur. 208,887 metros cuadrados.



Ilustración 26: Área investigativa.

Los reservorios estarán ubicados en una zona central a la población, así mismo a un costado de la cancha de fútbol, obteniendo un área de 3,920 metros cuadrados.

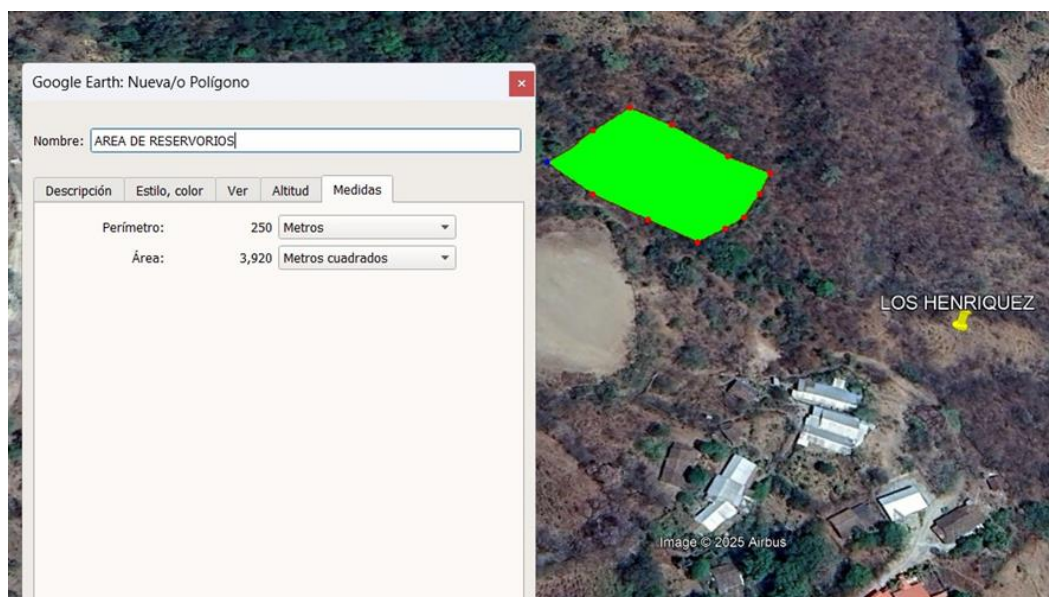


Ilustración 27: Área donde se ubicarán los reservorios.



Ilustración 28: Acceso de los reservorios y quebrada de invierno.



Ilustración 29: ubicación de reservorios.

3.1 CÁLCULO HIDRÁULICO.

Los ingenieros utilizan métodos de cálculo hidráulico para determinar el volumen del reservorio necesario para satisfacer las necesidades del proyecto, así como para dimensionar adecuadamente las estructuras asociadas, como los muros de contención y los sistemas de desagüe.

A continuación, se presentan los detalles de los cálculos hidráulicos que se realizarán para el diseño de los reservorios.

Fórmula para volumen de consumo diario.

$V = \text{consumo diario} \times n^{\circ} \text{ animales (especie vacas).}$

Fórmula para el volumen de consumo anual.

$V = VTD \times n^{\circ} \text{ días.}$

Fórmula para el consumo máximo diario.

$$Q_{md} = 1.3 \times Q_m(\text{lts}) \quad 1.3 = \text{coeficiente}$$

Q_m = consumo máximo

Fórmula para el consumo máximo horario.

$$Q_{mh} = 2.0 \times Q_m(\text{lts}) \quad 2.0 = \text{coeficiente}$$

Q_m = consumo máximo

Fórmula para volumen de reservorios.

$$V = h/3 (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 * A_2})$$

Fórmula para el diámetro de la tubería.

$$Q = V \cdot A.$$

3.2 PERÍODO DE DISEÑO.

El periodo de diseño es el tiempo que una obra prestara servicio de manera eficiente con su vida útil según su estructura; así como los factores hidráulicos, financiamiento y tasas de crecimiento de una población. En este caso son las cabezas de ganado existentes en la comunidad beneficiada.

“El alcance a período de diseño “n” del proyecto dependerá de la disponibilidad de las fuentes, vida útil de las instalaciones y recursos financieros con un mínimo deseable de n de 20 años”. ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS NORMAS TECNICAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADOS DE AGUAS NEGRAS.

Los cálculos serán proyectados para una población de diseño por un período de 20 años.

3.3 POBLACIÓN DE DISEÑO.

La población de diseño se limitará a la existente en el Cantón Los Henríquez, Distrito Nombre de Jesús, Municipio de Chalatenango Sur, la cual se ha estimado en ciento cincuenta cabezas de ganado; siendo esta la base para los cálculos.

Debido a que la población de ganado no se altera, ya que a medida que van envejeciendo, son sacrificados, así como algunos recién nacidos y otros que son vendidos. Se considera que la población se mantendrá estable en 150 cabezas de ganado, durante el período de diseño que es de 20 años.

3.4 DOTACIÓN DE DISEÑO.

El agua, constituye la mayor parte del peso de los vegetales y animales y es indispensable para la vida. Las funciones orgánicas del agua son múltiples: digestión, absorción y metabolismo, transporte de nutrientes y otras sustancias entre tejidos, eliminación de productos de desecho, ambiente fluido para el feto, producción de leche, regulación de la temperatura corporal, entre otros. Los animales utilizan el agua para su nutrición y crecimiento, y la obtienen de tres fuentes: la contenida en el alimento, la que se produce durante el proceso de asimilación de estos y el agua de bebida.

Estimación de la demanda de agua en un establecimiento de producción extensiva, para el verano (Dotación).

Tabla 2: Consumo potencial de cada categoría.

Categoría	N.º	L/animal/día	Total
Vacas	100	70	7,000
Vaquillonas 1º cría	33	55	1,815
Vaquillonas 1-2	34	35	1,190
Terneros/as	107	25	2,675
Novillos 1-2	52	35	1,820
Novillos 2-3	51	55	2,805
Vacas invernar	32	55	1,760
Vaquillonas invernar	19	50	950
Toros	5	70	350
Caballos	4	50	200
Total	438	47	20,565

Es fundamental conocer la cantidad de agua que tomarán los animales en el momento más crítico para poder adecuar el sistema de abrevadero. Los requerimientos netos de agua de un animal están dados por la cantidad de Uso del Agua en establecimientos agropecuarios.

Sistema de abrevadero (Parte I) ¿Cuánta agua toma una vaca? agua necesaria para mantener el balance corporal. Las mismas equivalen a la suma de las pérdidas de agua en heces y orina, pérdidas evaporativas para disipación del calor, más el agua retenida en el cuerpo en tejidos para crecimiento y preñez, así como la secretada en leche. Estas cantidades no son fijas, sino que varían en función de numerosos factores. Los factores que afectan los requerimientos de agua (consumo potencial) pueden ser agrupados en tres tipos principales:

- Relativos al ambiente: temperatura ambiente, variación diaria de temperatura, humedad relativa, lluvia y viento.
- Relativos a la dieta: principalmente el contenido de humedad, nitrógeno, fibra y sal del alimento.
- Relativos al animal: peso vivo, estado fisiológico, nivel productivo, consumo diario de materia seca.

Diagrama explicativo de los distintos factores que influyen los requerimientos y el consumo de agua en los bovinos.

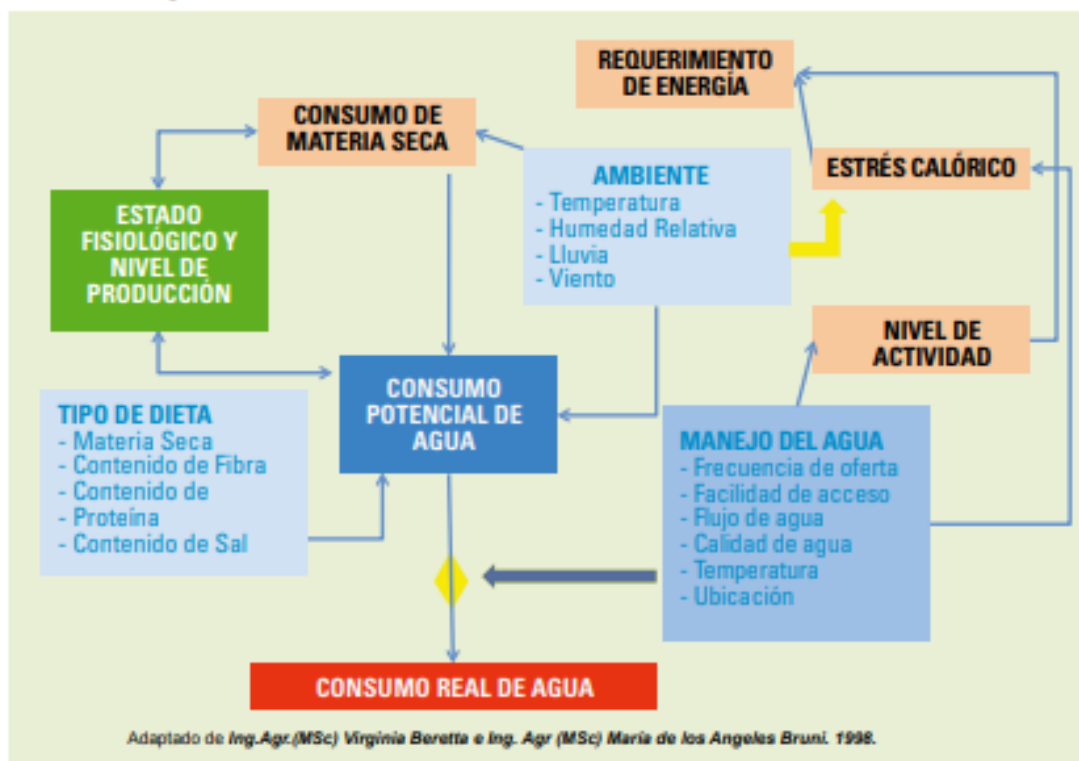


Ilustración 30: Mapa conceptual de consumo real de agua.

Relativos al ambiente: El factor más conocido de todos es el factor ambiental, y dentro de éstos la temperatura. En el verano siempre hay un mayor consumo, pero también hay mayor evaporación en represas o estanques lo que debe tenerse muy en cuenta al considerar los requerimientos de reserva. A medida que la temperatura del ambiente se eleva los animales mantienen su temperatura corporal constante, disipando el calor en exceso a través de la transpiración y evaporación pulmonar.

La tasa respiratoria aumenta, y junto con ésta aumentan las necesidades de agua. Las demandas serán máximas en condiciones de elevada temperatura y clima seco. El acceso a sombra en épocas de temperatura elevada mejora la eficiencia de utilización del agua para bebida y el bienestar animal. Relativos a la dieta: Como regla general todos los forrajes secos y/o concentrados demandan mayor cantidad de agua, que los forrajes verdes.

Existe una relación directa entre el consumo de materia seca (MS) y los requerimientos de agua. Animales con elevado consumo de MS demandan mayor cantidad de agua.

Como contraparte, una restricción en la oferta de agua ocasiona una reducción en el consumo de MS, afectando indirectamente el nivel de producción esperado. Igualmente, un aumento en la concentración de materia seca en la dieta, así como de proteína, fibra o sal, incrementan marcadamente los requerimientos de agua.

Tabla 3: Consumo potencial de agua según peso, estado fisiológico y temperatura:

Temperatura	Vacas lactando	vacas secas	Animales en crecimiento		Animales en terminación	
	409 kg	409 kg	108 kg	273kg	364 kg	454 kg
4	43	25	15	20	28	33
10	48	27	16	22	30	36
14	55	31	19	25	34	41
21	64	37	22	30	41	48
27	68		25	34	47	55
32	61		36	48	66	78

Adaptado de winchester y Morris. 1956 citado por NRC.1996.

El tipo de alimento ofrecido (concentrado, heno, ensilaje, forraje fresco) puede modificar los requerimientos de agua. Como ejemplo general podemos decir que cada 100 kilos de alimento ofrecido; los henos y los concentrados aportan 10 litros de agua solamente, los silos 70 litros, y las pasturas 80 litros.

Relativos al animal: La lactación es el estado fisiológico que más incrementa los requerimientos de agua debido a que ésta constituye el 87% de la leche. Esto determina que las vacas lecheras necesitan mayor proporción de agua con relación a su peso corporal que la mayoría de las especies domésticas. Hay una fuerte relación entre la tasa metabólica y el intercambio de agua corporal. Como consecuencia de esto los requerimientos de agua son mayores relativamente en animales jóvenes y altamente productivos que en animales viejos y menos productivos. Claramente se ve que las categorías que mayor cantidad de agua demandan diariamente son las vacas de cría lactando y animales en crecimiento y terminación en situaciones de elevada temperatura ambiente.

Un bovino adulto consume entre un 8-10% de su peso en agua. Una vaca lechera puede consumir entre 38 y 110 litros de agua por día (l/d), un bovino para carne de 26 a 70 l/d, y una oveja de 4 a 15 l/d. Las hembras preñadas consumen más agua que las vacías, y las lactantes más que las secas.

Para dimensionar nuestras aguadas, deberemos entonces, se debe determinar en primer lugar el consumo potencial del total de los animales para el período de máximo requerimiento.

Tomando la población de diseño del cantón los Henríquez, con sistema de ciclo completo, podemos calcular la máxima demanda diaria a partir del consumo potencial de cada categoría existente lo que se ejemplifica en la ilustración 23.

Los valores de requerimientos de agua fueron extraídos de la ilustración 23 considerando: temperaturas de verano y el estado fisiológico de cada categoría.

Una vez definidos los requerimientos diarios de agua del rodeo y qué proporción de estos debe ser ofrecida como agua de bebida, es necesario asegurarse que los animales efectivamente logren consumir la cantidad de agua que demandan.

Existen diversos factores, que pueden incidir negativamente sobre el consumo voluntario de agua. Entre estos, los más importantes son:

- Frecuencia y periodicidad de la oferta de agua.
- Interacciones sociales y de comportamiento.
- Calidad del agua. Uno de los factores que influye en la frecuencia es la distancia a las aguadas. La frecuencia de consumo voluntario de agua para una vaca es de 3-4 veces/día, y si la fuente de agua se encuentra muy alejada tanto el consumo de agua como el aprovechamiento del campo se verán afectados.

Se sabe que el abrevadero es el punto central en las actividades del ganado; por lo tanto, si hay en el potrero lugares de pastoreo o sombra demasiado alejados del punto de abrevadero, seguramente el animal tendrá que optar por dejar de utilizar en algo alguno de éstos.

Cuando un número fijo de animales debe tomar agua durante un período limitado de tiempo, las posibilidades de que todos los animales satisfagan sus requerimientos dependen de factores de comportamiento animal y características de las instalaciones de agua.

Estos factores hacen referencia, principalmente, a la tasa de consumo y a la capacidad individual de consumo de agua, a las posibilidades de acceso simultáneo a la fuente de agua, y al volumen de agua y tasa de flujo o reposición de esta.

Cuando alguna de estas variables se torna restrictiva, probablemente el consumo de agua del grupo en su conjunto se vea limitado. Esta situación se agrava cuanto mayor es la cantidad de agua que el lote precisa consumir, ya que difícilmente consiga llenar los requerimientos en una o dos oportunidades diarias de bebida. Un aumento en la tasa de flujo del agua reduce el tiempo destinado a la bebida, el número de veces que el animal se traslada al bebedero y aumenta el consumo total.

Aun cuando la oferta de agua sea continua, contar con bebederos con adecuada accesibilidad, capacidad, y tiempo de recupero del agua es importante, dado que los animales tienden a beber en grupo asociado a otras actividades como alimentación, estadía en la sombra y rumia. Si el tiempo de recupero de los bebederos no es suficiente, ya sea por baja presión del agua o por diámetro inadecuado del caño de alimentación, veremos una larga fila de animales esperando que los bebederos se llenen, con máxima expresión de los animales dominantes.

Tabla 4: Demanda de consumo de agua lluvia.

<i>DEMANDA DE CONSUMO DE AGUA LLUVIA</i>			
<i>Categoría</i>	<i>Nº</i>	<i>lt/animal/día</i>	<i>Total (lt)</i>
VACAS	150	70	10,500.00

Fuente: tomada del ministerio de agricultura y ganadería.

Cálculos:

$$150 \times 70 = 10,500.00 \text{ litros/día}$$

$$10,500 \times 181 \text{ días} / 1000 = 1,900.5\text{m}^3$$

$$\text{Total, de consumo anual: } V = 1,900.5\text{m}^3$$

3.5 VARIACIONES DE CONSUMO O DEMANDAS DE AGUA.

VARIACIONES DE CONSUMO.

Los diferentes elementos del Sistema se diseñarán considerando los siguientes coeficientes de variación de consumo de agua: Consumo máximo diario: 1.2 a 1.5 consumo medio diario.

Consumo máximo horario: 1.8 a 2.4

consumo medio diario Coeficiente de variación diaria K1= 1.2 a 1.5

Coeficiente de variación horaria K2 = 1.8 a 2.4 Coeficiente de variación mínima horaria K3= 0.1 a 0.3

consumo medio diario”.

ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
NORMAS TECNICAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADOS DE AGUAS NEGRAS. Página 4.

El consumo no es constante durante todo el año, inclusive se presentan variaciones durante el día, esto hace necesario que se calculen gastos máximos diarios y horarios, para el cálculo de estos es necesario utilizar Coeficientes de Variación diaria y horaria respectivamente.

Los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el consumo máximo diario (Q_{md}) Consumo máximo diario (Q_{md}) = 1.3 Q_m (l/s).

El coeficiente recomendado es del 200%, ***(guía para el diseño y construcción de reservorios)*** **ROGER AGÜERO.** para el consumo máximo horario (Q_{mh}) Consumo máximo horario (Q_{mh}) = 2.0 Q_m (l/s).

Un sistema es eficiente cuando en su capacidad está prevista la máxima demanda de una población. Para diseñar las diferentes partes de un sistema, se necesita conocer las variaciones mensuales, diarias y horarias del consumo. Interesan las demandas medias, las máximas diarias y las máximas horarias.

SECCION DE TUBERIA DE
DERIVACION A PILETAS
ESCALA 1:75

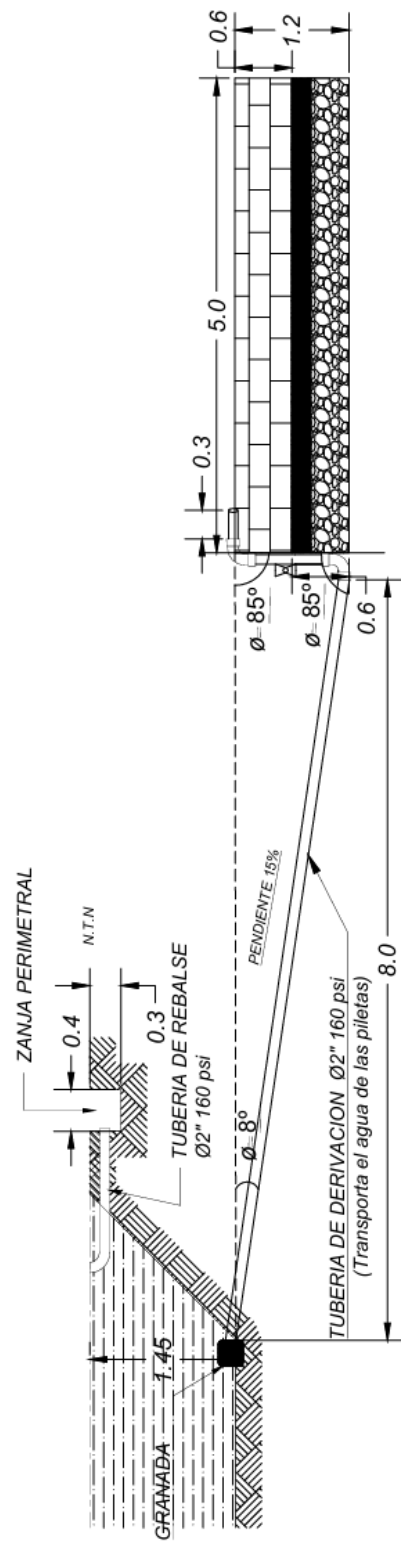


Ilustración 31: Detalle de abastecimiento de reservorio hacia la pileta.

3.6 CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL.

El consumo promedio diario anual, (Q_m) se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del período de diseño, expresada en litros por segundo (l/s.).

Consumo diario:

Vacas: 150

Consumo diario por vaca: 70 litros/día

Calculo: $150 \times 70 = 10,500.00$ litros/día

Consumo anual:

Calculo: $10,500 \times 181 \text{ días} = 1,900,500 \text{ litros} / 1000 = 1,900.5 \text{ m}^3$.

El cálculo se ha proyectado para 6 meses, que es el transcurso de la época del verano siendo los meses siguientes: Noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril.

3.7 CONSUMO MAXIMO DIARIO.

El consumo máximo diario corresponde al máximo volumen de agua consumido en un día a lo largo de los 181 días del año en época seca; Los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el consumo máximo diario (Q_{md}) Consumo máximo diario (Q_{md}) = $1.3 Q_m$ (l/s).

Calculo: $150 \times 70 \text{ litros} = 10,500.00 \text{ litros/día.} \times 1.30 = 13,650.00 \text{ litros/día.}$

Cálculo: $13,650 / 12 \text{ horas} = 1,137.50 \text{ l/h. equivalentes a } 1.1375 \text{ m}^3/\text{h.}$

Cálculo de diámetro de la tubería $Q = V \cdot A$.

$Q = 1.1375 / 3600 = 0.00032 \text{ m}^3/\text{s.}$

$V = 2 \text{ m/s.}$

$A = 0.00032 / 2 = 0.00016 * 1000 = 0.16 \text{ mm}^2$.

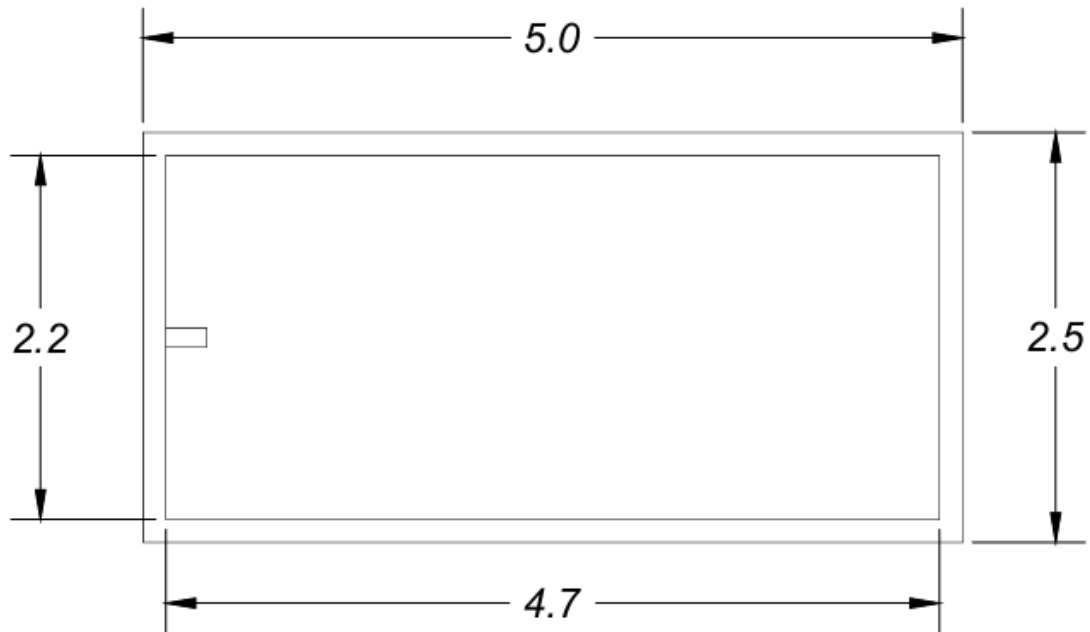
3.8 CONSUMO MAXIMO HORARIO.

El consumo máximo horario, es el máximo caudal que se presenta durante una hora en el día de máximo consumo. El coeficiente recomendado según normativas técnicas de ANDA es del 200%, para el consumo máximo horario (Qmh) Consumo máximo horario (Qmh) = 2 Qm (l/s).

Cálculo: $10,500/24 = 437.50 \text{ l/h.} \times 2 = 875.00 \text{ litros/hora, aproximadamente } 0.875\text{m}^3/\text{h.}$

VISTA PLANTA PILETA

ESCALA 1:75



VISTA LATERAL

ESCALA 1:75

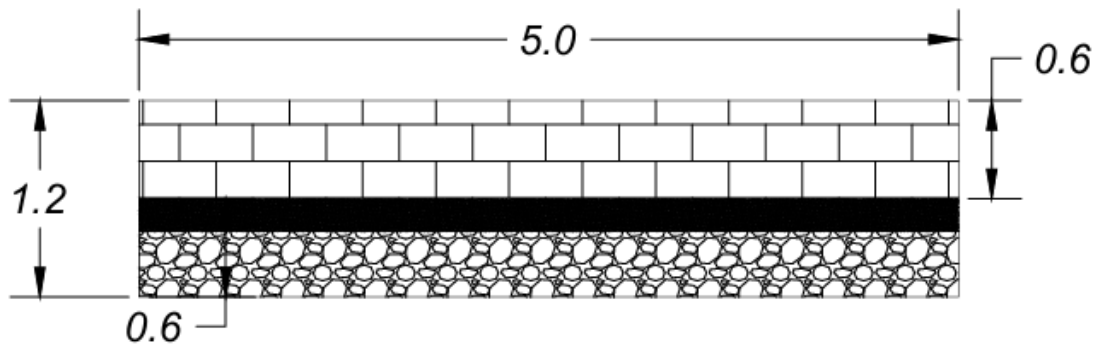


Ilustración 32: Detalle de pileta.

Nota: Los planos se encuentran en anexos pagina 104-109

3.9 VOLUMEN DE RESERVORIOS.

Un reservorio de agua de lluvia capta y almacena agua directamente de la precipitación, evitando su pérdida. Este sistema es especialmente útil en áreas con temporadas de lluvias intensas. Recolección eficiente: Maximiza el uso de la precipitación natural, evitando la pérdida de agua por infiltración o evaporación.

Se diseñarán dos reservorios de $1,018.38\text{m}^3$ aproximadamente:

Para 1.45 de altura se tiene.

$$\text{Formula: } V = \left(\frac{h}{3}\right) (A1 + A2 + \text{raiz}(A1 * A2))$$

$$\text{Despeje. } V = \left(\frac{1.45}{3}\right) (676 + 729 + \sqrt{(676 * 729)})$$

$$\text{Total: } V = 1,018.38\text{m}^3$$

VISTA EN PLANTA
Reservorio 1

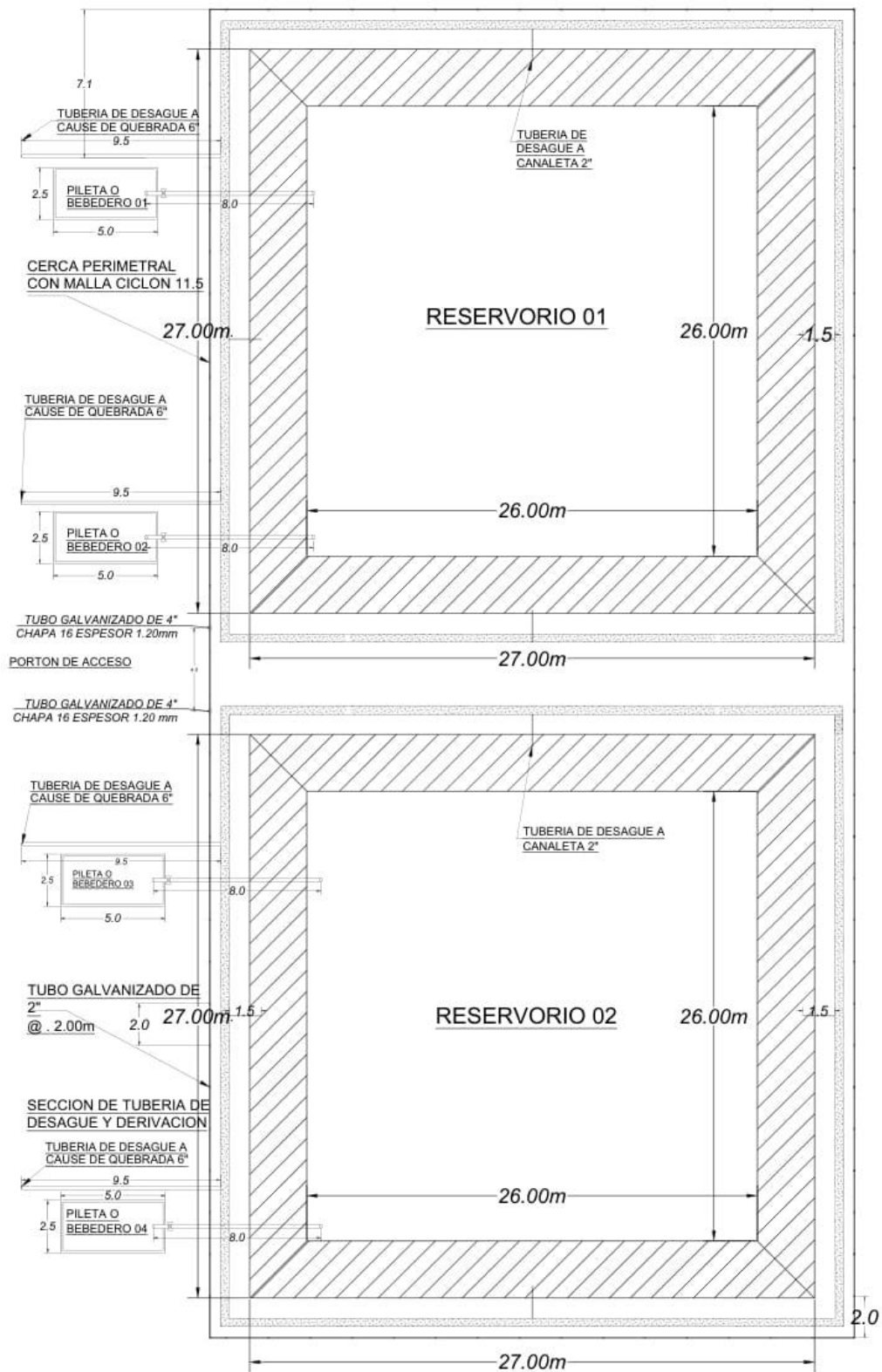


Ilustración 33: Diseño de reservorio.

Cuadros comparativos de precipitaciones anuales.

Tabla 5: Registro de lluvias 2024.

REGISTRO DE LLUVIAS 2024							
"Estación Meteorológica de la Central Hidroeléctrica 5 de Noviembre"							
DIAS	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1	0.0 mm	38 mm	0.0 mm	62 mm	0.0 mm	32 mm	0.0 mm
2	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	14 mm	36 mm
3	0.0 mm	22 mm	28 mm	14 mm	10 mm	2.0 mm	0.0 mm
4	0.0 mm	64 mm	0.0 mm	36 mm	50 mm	10 mm	0.0 mm
5	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
6	0.0 mm	0.8 mm	0.0 mm	0.0 mm	16 mm	0.0 mm	0.0 mm
7	0.0 mm	0.0 mm	28 mm	62 mm	0.0 mm	0.8 mm	0.0 mm
8	0.0 mm	0.0 mm	36 mm	10 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
9	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	6.0 mm	12 mm	0.0 mm	10 mm
10	0.0 mm	28 mm	4.0 mm	0.0 mm	12 mm	0.0 mm	0.0 mm
11	0.0 mm	0.0 mm	20 mm	16 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
12	0.0 mm	58 mm	0.0 mm	24 mm	4.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
13	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	28 mm	18 mm	0.0 mm	6.0 mm
14	0.0 mm	7.0 mm	2.0 mm	0.0 mm	6.0 mm	0.6 mm	14 mm
15	0.0 mm	54 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
16	0.0 mm	32 mm	38 mm	10 mm	4.0 mm	2.0 mm	10 mm
17	0.0 mm	60 mm	0.0 mm	30 mm	0.0 mm	0.0 mm	20 mm
18	0.0 mm	28 mm	0.0 mm	0.0 mm	18 mm	0.0 mm	12 mm
19	0.0 mm	25 mm	2.0 mm	20 mm	6.0 mm	0.0 mm	16 mm
20	10 mm	30 mm	80 mm	16 mm	8.0 mm	50 mm	0.0 mm
21	0.0 mm	58 mm	21 mm	0.0 mm	70 mm	10 mm	0.0 mm
22	0.0 mm	8.0 mm	10 mm	10 mm	80 mm	44 mm	0.0 mm
23	0.0 mm	16 mm	36 mm	0.0 mm	18 mm	0.0 mm	0.0 mm
24	38 mm	58 mm	0.0 mm	2.0 mm	12 mm	0.0 mm	0.0 mm
25	0.0 mm	0.0 mm	4.0 mm	4.0 mm	6.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
26	0.0 mm	78 mm	0.0 mm	16 mm	2.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
27	0.0 mm	8.0 mm	0.0 mm	24 mm	36 mm	0.0 mm	0.0 mm
28	12 mm	94 mm	36 mm	14 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
29	29 mm	12 mm	6.0 mm	0.8 mm	30 mm	0.0 mm	0.0 mm
30	52 mm	14 mm	0.0 mm	0.0 mm	28 mm	4.0 mm	0.0 mm
31	8.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	38 mm	0.0 mm

Tabla 6: Registro de lluvias 2023.

REGISTRO DE LLUVIAS 2023							
"Estación Meteorológica de la Central Hidroeléctrica 5 de Noviembre"							
DIAS	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1	0.0 mm	0.0 mm	14 mm	23 mm	40 mm	30 mm	28 mm
2	0.0 mm	0.0 mm	90 mm	10 mm	0.0 mm	18 mm	0.0 mm
3	0.8 mm	10 mm	16 mm	4.0 mm	42 mm	84 mm	0.0 mm
4	0.0 mm	0.8 mm	10 mm	0.0 mm	0.0 mm	40 mm	0.0 mm
5	0.0 mm	0.0 mm	0.0mm	0.0 mm	22 mm	0.0 mm	0.0 mm
6	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	4.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	52 mm
7	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	12 mm	34 mm	32 mm
8	0.04 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	2.0 mm	56 mm	14 mm
9	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	6.0 mm	34 mm	0.0 mm
10	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
11	52 mm	6.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	10 mm	0.0 mm	0.0 mm
12	18 mm	16 mm	0.0 mm	6.0 mm	22 mm	0.0 mm	0.0 mm
13	0.0 mm	6.0 mm	0.0 mm	4.0 mm	28 mm	0.0 mm	0.0 mm
14	0.0 mm	8.0mm	0.0 mm	56 mm	0.0 mm	16 mm	0.0 mm
15	0.0 mm	6.0 mm	0.0 mm	4.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
16	32 mm	16 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
17	34 mm	0.0 mm	0.0 mm	8.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
18	0.0 mm	64 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
19	0.0 mm	14 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
20	0.0 mm	74 mm	0.0 mm	0.0 mm	61 mm	0.0 mm	0.0 mm
21	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	42 mm	18 mm	0.0 mm	0.0 mm
22	0.0 mm	0.0 mm	14 mm	0.0 mm	10 mm	0.0 mm	0.0 mm
23	0.0 mm	40 mm	0.0 mm	4.0 mm	0.0 mm	22 mm	0.0 mm
24	0.0mm	0.0 mm	0.0 mm	10 mm	64 mm	0.0 mm	0.0 mm
25	0.14 mm	10 mm	0.0 mm	8.0 mm	0.0 mm	14 mm	34 mm
26	0.0 mm	12 mm	0.0 mm	26 mm	62 mm	0.0 mm	0.0 mm
27	12 mm	0.0 mm	0.0 mm	20 mm	38 mm	0.0 mm	0.0 mm
28	57 mm	0.0 mm	0.0 mm	10 mm	4.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
29	81 mm	0.8 mm	9.0 mm	0.0 mm	2.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
30	0.0 mm	0.0 mm	34 mm	0.0 mm	34 mm	36 mm	0.0 mm
31	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	36 mm	0.0 mm	28 mm	0.0 mm

Tabla 7: Promedio de mm de lluvias por cada mes.

PROMEDIO MENSUAL DEL REGISTRO DE LLUVIAS 2024							
"Estación Meteorológica de la Central Hidroeléctrica 5 de Noviembre"							
MES	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
PROMEDIO	21.66 mm	39.24 mm	23.4 mm	21.47 mm	21.24 mm	26.6 mm	15.5 mm

Tabla 8: Promedio de mm lluvias por cada mes.

PROMEDIO MENSUAL DEL REGISTRO DE LLUVIAS 2023							
"Estación Meteorológica de la Central Hidroeléctrica 5 de Noviembre"							
MES	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
PROMEDIO	26.74 mm	19.573 mm	26.71 mm	16.17 mm	26.5 mm	34.33 mm	32 mm

Cálculo de precipitaciones:

Tabla 9: Calculo de precipitaciones con los registros del año 2024.

"Estación Meteorológica de la Central Hidroeléctrica 5 de noviembre".

REGISTRO DE LLUVIAS 2024				
MES	Area	Luvia mm	Luvia m3	Sub total:m3
MAYO	1,458	130.00	1,000	189.54
JUNIO	1,458	784.80	1,000	1144.2384
JULIO	1,458	351.00	1,000	511.758
AGOSTO	1,458	408.00	1,000	594.864
SEPTIEMBRE	1,458	446.00	1,000	650.268
OCTUBRE	1,458	212.80	1,000	310.2624
NOVIEMBRE	1,458	124.00	1,000	180.792
			TOTAL:m3	3581.7228

Tabla 10: Calculo de precipitaciones con los registros del año 2023.

"Estación Meteorológica de la Central Hidroeléctrica 5 de noviembre".

REGISTRO DE LLUVIAS 2023				
MES	Area	Luvia mm	Luvia m3	Sub total:m3
MAYO	1,458	294.24	1,000	429.00192
JUNIO	1,458	293.6	1,000	428.0688
JULIO	1,458	187.00	1,000	272.646
AGOSTO	1,458	275.00	1,000	400.95
SEPTIEMBRE	1,458	477	1,000	695.466
OCTUBRE	1,458	412	1,000	600.696
NOVIEMBRE	1,458	160	1,000	233.28
			TOTAL:m3	3060.10872

Formula: Área de reservorio x mm de lluvia /1000.

Se tomarán los datos más recientes de luvias, que en la cual son los del año 2024, teniendo un volumen de agua captada de 3581.7228m³. (Tabla 9).

Se obtiene un volumen de captación mayor al diseño proyectado.

Volumen proyectado en ambos reservorios es igual a 2,036.76m³

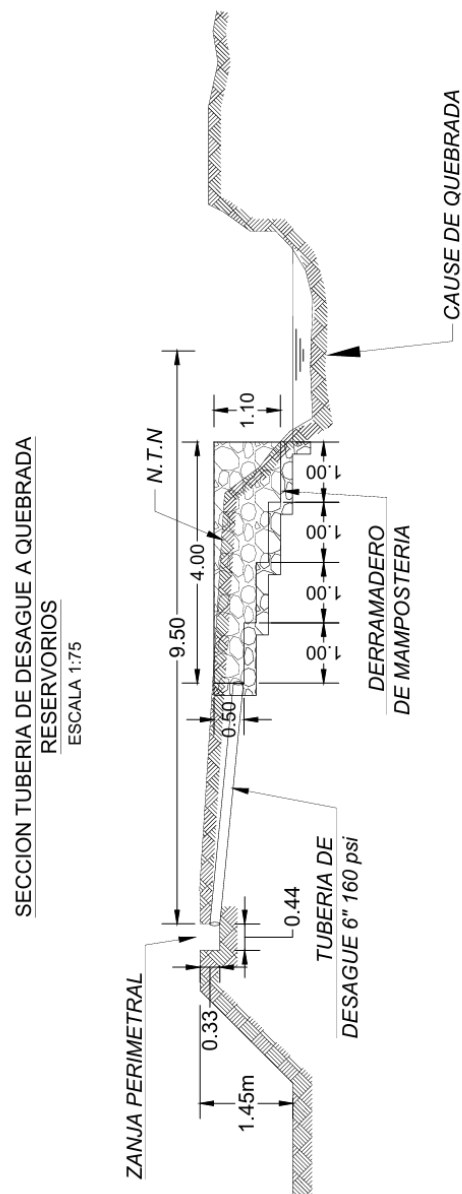


Ilustración 34: Detalle de sistema del desagüe.

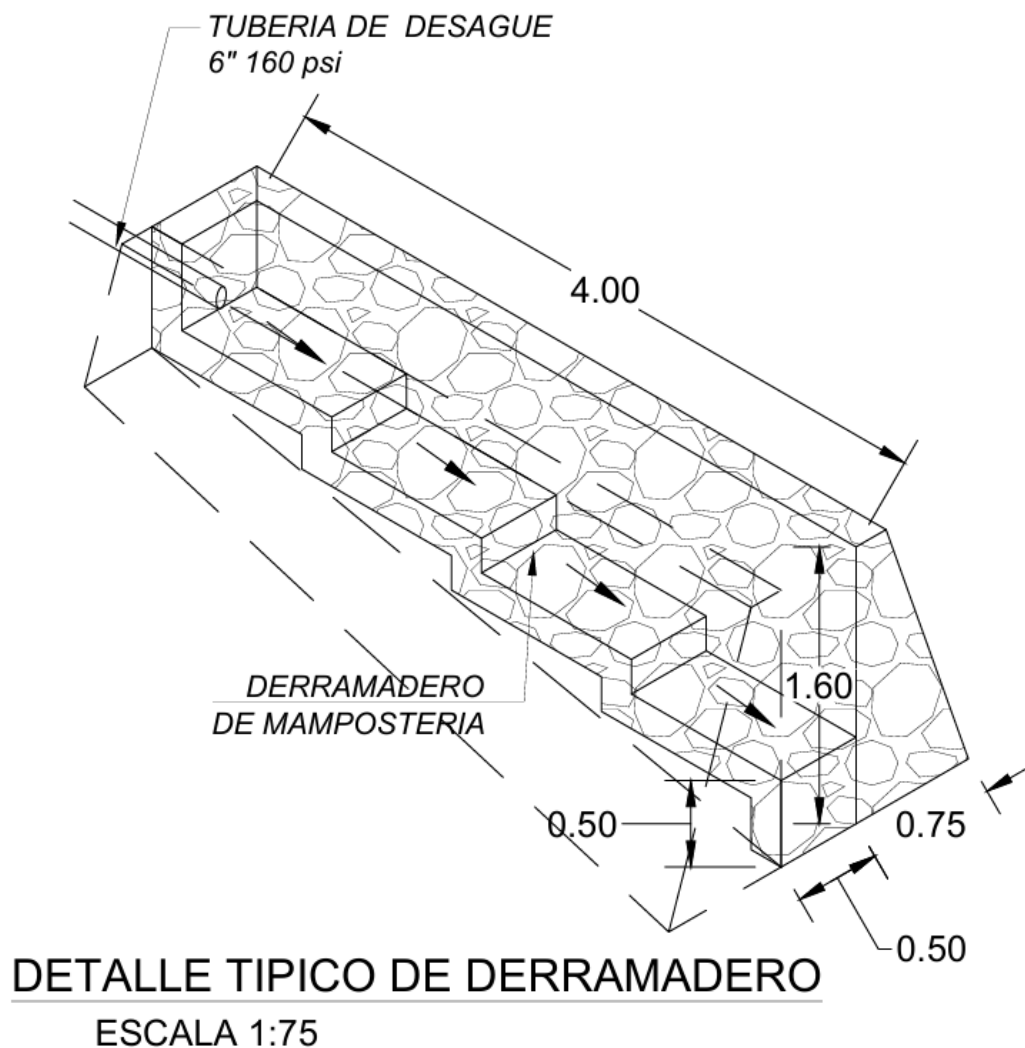


Ilustración 35: Detalle de derramadero.

3.9.1 VOLUMEN DE REGULACION.

El volumen de regulación en un reservorio es el menor volumen que permite regular las variaciones de consumo producidas durante el día. En las horas de menor consumo, el exceso de producción se almacena en el reservorio, mientras que, en las horas de mayor consumo, el volumen almacenado en el reservorio contribuye a mantener un flujo constante.

CAPITULO IV:

ANALISIS DE INTERPRETACION DE RESULTADOS

CAPITULO IV. ANÁLISIS INTERPRETACION DE RESULTADOS.

De acuerdo con los cálculos efectuados para las cabezas de ganado, se tiene un Volumen de Consumo Anual de 1,900.50 metros cúbicos, proyectado para seis meses, que es el tiempo de temporada seca, en El Salvador.

Se diseñarán dos reservorios de 1,018.38m³ aproximadamente. Con las dimensiones siguientes; Altura 1.45m, consta con dos medidas en sus extremos, inferior de 26x26m y superior de 27x27m, se tiene considerado el consumo anual de agua, de acuerdo con el número de cabezas de ganado y con las dimensiones propuestas, se aplicó la fórmula siguiente para calcular el volumen de cada reservorio, en el cual se tuvo como resultado lo siguiente:

Formula.

$$V = \left(\frac{h}{3}\right) (A1 + A2 + \text{raiz} (A1 * A2))$$

Despeje:

$$V = \left(\frac{1.45}{3}\right) (676 + 729 + \sqrt{(676 * 729)})$$

Total: V= 1,018.38m³.

Consumo máximo diario.

Coeficiente: (Qmd) = 1.3 Qm (l/s).

Calculo: 150 x 70 litros = 10,500.00 litros/día. x 1.30 = 13,650.00 litros/día.

Cálculo: 13,650/12 horas = 1,137.50 l/h. equivalentes a 1.1375m³/h.

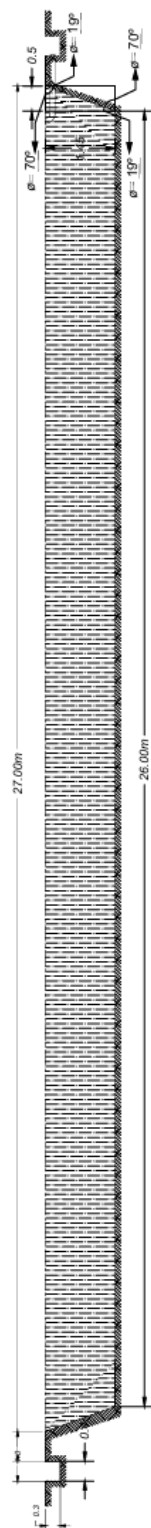
Cálculo de diámetro de la tubería Q = V. A.

$$Q = 1.1375 / 3600 = 0.00032\text{m}^3/\text{s}.$$

$$V = 2\text{m/s}.$$

$$A = 0.00032/2 = 0.00016 * 1000 = 0.16\text{mm}^2.$$

SECCION ANGULO DE INCLINACION RESERVORIOS



SECCION LATERAL ANGULO DE INCLINACION

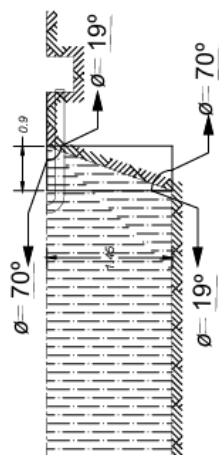


Ilustración 36: sección de ángulo de inclinación.

Consumo máximo diario.

Coeficiente: $(Q_{md}) = 1.3 Q_m (l/s)$.

Calculo: $150 \times 70 \text{ litros} = 10,500.00 \text{ litros/día.} \times 1.30 = 13,650.00 \text{ litros/día.}$

Cálculo: $13,650/12 \text{ horas} = 1,137.50 \text{ l/h. equivalentes a } 1.1375 \text{ m}^3/\text{h.}$

Cálculo de diámetro de la tubería $Q = V \cdot A$.

$Q = 1.1375 / 3600 = 0.00032 \text{ m}^3/\text{s.}$

$V = 2 \text{ m/s.}$

$A = 0.00032/2 = 0.00016 * 1000 = 0.16 \text{ mm}^2$.

Se utilizará un tubo de abastecimiento a las pilas, donde beberán agua las cabezas de ganado, de 2" de diámetro, debido a que es necesario que el agua fluya, sin que exista peligro de atascamiento por las impurezas del agua proveniente de los reservorios.

Consumo máximo horario.

El volumen de los dos reservorios es de $2,036.76 \text{ m}^3$.

El volumen necesario para 12 horas al día es de 13.65 m^3 .

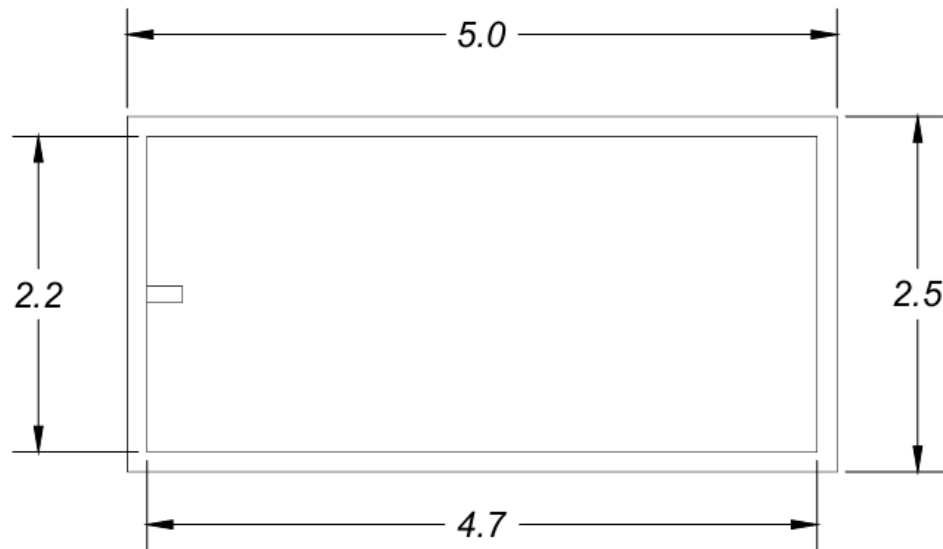
De acuerdo con el volumen necesario para 12 horas diarias se usarán "pilas" para abrevadero con medidas internas de $2.2 \times 4.70 \times 0.60 = 6.20 \text{ m}^3$.

Se tendrá 4 pilas de 6.20 m^3 . haciendo un total de 24.80 m^3 .

En lo cual cada pila estará diseñada para captar 6.20 m^3 , pero lo que en realidad se recopilara diariamente, es un total de 3.41 m^3 . por cada pila, obteniendo un espacio demás que en cierta ocasión pueda ser de su mayor utilidad.

VISTA PLANTA PILETA

ESCALA 1:75



VISTA LATERAL

ESCALA 1:75

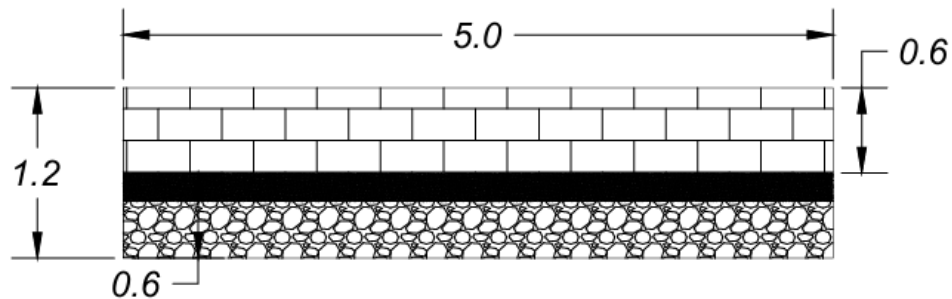


Ilustración 37: Detalle de pileta.

4.1 CAPACIDAD DE DISTRIBUCIÓN.

La capacidad de distribución de los dos reservorios diseñados es de un volumen de 2,036.76 metros cúbicos, teniendo cada uno individualmente un volumen de 1,018.38 metros cúbicos. Este volumen tiene una capacidad de distribución de agua, para la población vacuna durante toda la estación seca, que se considera es de 181 días de verano.

Y una capacidad de distribución diariamente de 13.50 metros cúbicos por día, suponiendo que el ganado será llevado a beber, solamente en las horas diurnas que son de doce horas, pero se considera para cálculos el día de 24 horas, los reservorios tienen la capacidad de suministrar 0.875 metros cúbicos por hora.

4.1.1 CONSUMO DE LOS USUARIOS EN LA ZONA.

Se ha tomado como población base para los cálculos de diseño de los dos reservorios, una población de 150 cabezas de ganado, que irán diariamente a beber agua, dos veces al día, se ha tomado una dotación de 70 litros/cabeza/día, que cubre el agua que bebe el ganado durante todo el día.

Los cálculos arrojan un resultado de 10,500.00 litros por día, para las 150 cabezas de ganado, población a cubrir durante la época de verano.

4.1.2 DISEÑO FINAL.

En este numeral se presentan los planos constructivos de ambos reservorios, que reflejan los cálculos efectuados en los numerales anteriores.

El diseño de los reservorios cuenta con:

- Cerca perimetral bordeando ambos reservorios, con la finalidad de proteger a los animales y personas de posibles ahogamientos, al mismo tiempo se protege a los reservorios de contaminación y daños a la estructura interna, es necesario aclarar que los reservorios se encuentran a dos metros de distancia por lo que es más económico, bordearlos con una sola cerca perimetral.
- “Pilas” para que el ganado beba el agua proveniente de los reservorios, estas “pilas” se ubicarán en el exterior del área cercada, para que haya libre acceso al líquido.
- El diseño contempla el suministro y colocación de cuatro válvulas de control para manipular el flujo de agua hacia las pilas, estas válvulas estarán ubicadas en la tubería final en cada pileta en una zona adecuada para su protección.

- Las dimensiones de cada reservorio son de 27.00 x 27.00 metros, cada reservorio tiene un área de 729.00 metros cuadrados, haciendo un área total por los dos reservorios de 1,458.00 metros cuadrados y su altura o profundidad es de 1.45 metros, haciendo un volumen de 2,036.76 metros cúbicos en total.
- Ambos reservorios llevarán un recubrimiento de geotextil y geomembrana, para evitar la infiltración y que los reservorios conserven su capacidad de suministro de agua.
- El agua proveniente de los reservorios será conducida por medio de tuberías hacia unas “pilas” con dimensiones de cinco metros de largo por dos metros con cincuenta centímetros (5.0 X 2.50) para que el ganado beba el agua. En total serán cuatro pilas de iguales dimensiones.

4.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

Desbroce de terreno. Se realizará limpieza del terreno, en toda el área donde están situados los reservorios.

Trazo: Se marcará el área donde estarán ubicados los reservorios, así delimitando el perímetro de construcción según los planos establecidos.

Nivelación de terreno: Se harán cortes de terreno ajustando la superficie adecuada para la excavación.

Excavación: Se excavará ambos reservorios incluyendo canaletas perimetras y tuberías de entrada y salida de los reservorios.

Desalajo: Se efectuará la remoción de tierra que se realizará en el área de construcción de los reservorios evitando que obstaculice en área de definida.

Conformación: Realizar la conforma del terreno más adecuadamente según lineamiento o diseño a construir, como uno de ellos seria la verificación de tierra o rocas obstaculizan dentro del área de construcción de los reservorios.

Instalación de geotextil y geomembrana:

1. Preparación del terreno: Asegurar que el terreno esté limpio de obstáculos, rocas o materiales que puedan dañar el geotextil.
2. Colocación: Desenrollar el geotextil de forma suave y sin estirarlo demasiado, permitiendo que se adapte a la forma del terreno.
3. Solapamiento: Realizar solapamientos de los geotextiles (generalmente de unos 15-20 cm) para asegurar una cobertura completa y continua. Los geotextiles están elaborados a base de fibras sintéticas de polipropileno con protección hacia el suelo. espesor que utilizar 1.24" de pulgada.
4. Anclaje: En algunos casos, se puede anclar el geotextil en zanjas o a través de clavijas para mayor estabilidad, especialmente en taludes o pendientes.
5. Colocación de geomembrana: se instala sobre un geotextil en reservorios para crear una barrera impermeable que impide la filtración del agua. El geotextil actúa como una capa protectora entre la geomembrana y el terreno, previniendo daños por rocas, raíces u otros objetos punzantes. Geomembrana está compuesta por una lámina impermeable liso de material polietileno de alta intensidad, usado para revestimiento para los reservorios espesor utilizar es de 2.0 mm.
6. Se extiende la geomembrana sobre el geotextil, siguiendo las recomendaciones del fabricante y asegurando que quede libre de arrugas y dobleces.
7. Soldadura de las uniones: Si se utiliza geotextil con geomembrana, se debe asegurar la soldadura de los geotextiles para crear una barrera impermeable. Se realiza la soldadura de los paneles de geomembrana para garantizar la impermeabilidad del sistema, utilizando métodos como la soldadura por cuña caliente o la soldadura por extrusión.

8. Hechura de piletas:

Se hará 3 piletas de una dimensión de cinco metros de largo por dos cincuenta de ancho y una altura de uno punto veinte metros cada una, con una solera de fundación de piedra cuarta continuando con una solera de concreto armado de una proporción de 1:2:2, así mismo continuando con paredes de ladrillo de 3 hiladas completando la altura establecida.

9. Colocación de tubería.

Se harán las respectivas excavaciones para la colocación de tubería, así mismo se dejará sin hacer la excavación, como mínimo un metro antes de llegar a las paredes de los reservorios para evitar debilitar dichas paredes y debe usar una técnica de perforación donde pueda introducir la tubería sin ningún problema y así mismo al final poderse cellar de la mejor manera.

10. Instalación de cerca perimetral.

Se protegerá perimetralmente los reservorios con malla ciclón y tubería de dos pulgadas galvanizado, los tubos irán sujetos en la base con concreto para asegurar el comportamiento de la estructura, de esta forma llevara un portón de acceso de dos hojas, siendo sujetado por dos tubos de cuatro pulgadas a los laterales.



Ilustración 38: Colocación de geomembrana

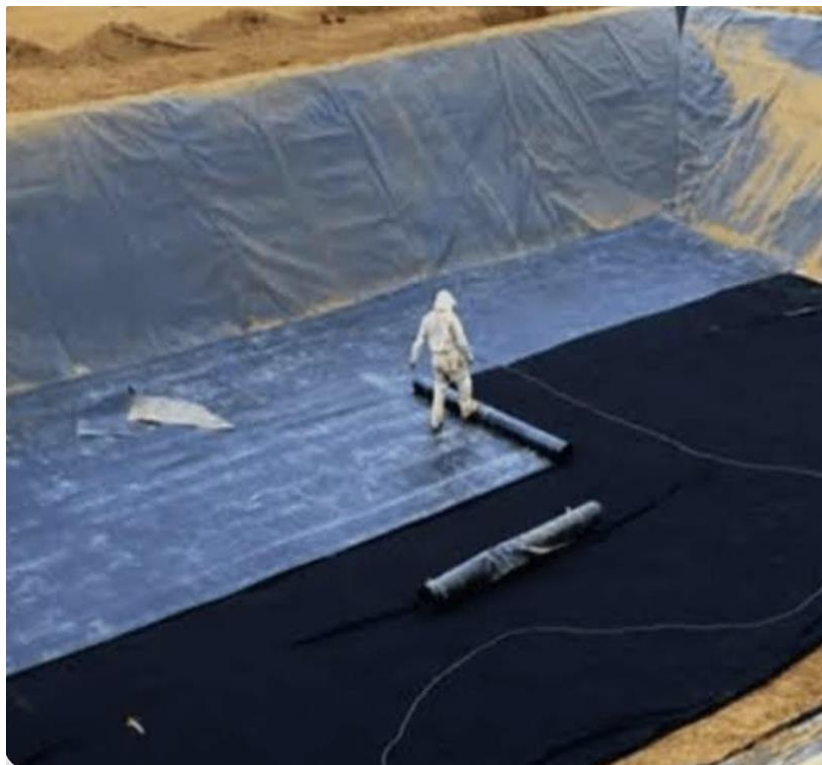


Ilustración 39: Proceso constructivo en colocación de geotextil.

Proceso de purificación para evitar criaderos de larvas en los reservorios.

1. Use larvicidas: Si no es posible eliminar el agua estancada, puede utilizar larvicidas para matar las larvas de mosquito en el agua, según sanidec.
2. Utilice aceite: Un método seguro es añadir una fina capa de aceite vegetal o de oliva a la superficie del agua. Esto evita que las larvas de mosquito se adhieran a la superficie y respiren.
3. Métodos naturales para eliminar las larvas de mosquito en el agua
Una forma ecológica y segura de combatir las larvas de mosquito es a través de métodos naturales. El uso de pececillos como los peces Gambusia y los peces Killy, conocidos por alimentarse de larvas de mosquito, es una estrategia efectiva y respetuosa con el medio ambiente. Estos peces pueden introducirse en cuerpos de agua estancada para controlar la población de larvas.

Otra alternativa natural es emplear plantas acuáticas como el lirio de agua o la salvinia, que tienen la capacidad de privar a las larvas de mosquito de oxígeno al bloquear la luz solar que necesitan para sobrevivir. Estas plantas no solo embellecen el entorno acuático, sino que también actúan como controladores biológicos de las larvas de mosquito.

4. Métodos químicos para eliminar las larvas de mosquito en el agua

Si bien los métodos naturales son preferibles, en ocasiones es necesario recurrir a soluciones químicas para eliminar las larvas de mosquito de manera efectiva. El uso de larvicidas específicos aprobados por las autoridades locales puede ser una opción en situaciones donde el problema de las larvas es grave y requiere una intervención más inmediata.

Mantenimiento preventivo de los reservorios.

1. Limpieza de acumulación de hojas y sedimentos en los reservorios.
2. Revisión del interior del reservorio al menos una vez al mes.
3. Revisión de los sistemas de tuberías.
3. limpieza y chapeo en el perímetro de los reservorios mínimos 1 vez al mes.
4. Control del estado del agua.
5. Verificación de geomembrana para evitar filtraciones.

Costo por mantenimiento.

Verificación 2 veces por semana, siendo así 8 días al mes.

Auxiliar: 1

Costo por día de trabajo: \$15. Cálculo: $8 \times 15 = \$120$

Costo mensual de mano de obra: \$120.00

Herramientas: una pala: \$10, Una Cuma: \$12, Una Canasta para hojas: \$35.75

Costo Total de herramientas: $\$10 + \$12 + \$35.75 = \57.75

Depreciación de herramientas: $0.3 \% \times \$57.75 = \0.17

Costo total: $\$120.00 + \$57.75 + \$0.17 = \underline{\$177.92}$

costo mensual por cada cabeza de ganado: $150/177.92 = \underline{\$0.84}$ centavos.

Tipo de purificación y costo por mantenimiento.

El uso de peces Gambusia.

Costo individual: \$0.75

Cantidad de peces: 40

Calculo: $0.75 \times 40 = \$30$

Coto total: \$30

Análisis de presupuesto para el diseño de reservorios

Esta evaluación contribuye, estableciendo tarifas por cada cabeza de ganado beneficiando a las familias que poseen el ganado, mediante el cual se diseña un análisis tarifario que incentive la participación comunitaria en los reservorios. El presupuesto estará dividido en dos partes, primera parte mano de obra por la comunidad, segunda parte apoyo en maquinaria y materiales de parte de gobiernos o fondos gubernamentales, ONG etc.

Tabla 11: Mano de obra comunitaria según presupuesto de actividades.

Actividades:	costo
Desbroce de terreno:	\$2,606.97
Excavación	\$1,508.00
Conformación de taludes	\$769.04
Excavación de cunetas perimetrales	\$152.02
geomembrana y geotextil	\$1,692.58
Excavación de tuberías	\$248.15
Colocación de tubería 2"	\$370.72
Accesorios y cajas válvulas	\$150
Piletas	\$950
Colocación de tubería 6"	\$320.34
Cerca de malla ciclón	\$9,144.80
Portón de Acceso	\$380.55
Costo total:	\$18,293.17

Tabla 12: Apoyo de fondos gubernamentales.

Maquinaria y materiales.	
Actividades:	Costo:
Excavación con retro excavadora	\$19,615.19
Nivelación de terreno con motoniveladora	\$2,618.79
Desalojo de material sobrante	\$16,024.54
Materiales y herramientas	\$33,740.52
Total:	\$74,590.01

Tarifa por cada cabeza de ganado:

Costo total de mano de obra. \$18,293.17

Apoyo de fondos gubernamentales \$74,589.01

Cantidad de cabezas de ganado: 150

Costo de proyecto: \$92,883.18

Calculo: $\$18,293.17/150 = \121.95

El costo establecido será por \$121.95 por cabeza siendo que, el beneficiario que posea mayor ganado pagaría más que los usuarios que posean menos.

Nota: la tarifa es de acuerdo con la mano de obra propuesta del diseño de proyecto.

4.0 PRESUPUESTO DE LOS RFESERVORIOS.

Tabla: 13. Desbroce de terreno.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO DE A. LL.

CONTRATO No.: _____

FECHA: oct-25

CONTRATISTA: OTERO Y ASOCIADOS

PARTIDA DE OBRA: DESBROCE DE TERRENO

UNIDAD: M²

1. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	UNIDAD	3.00%	\$ 0.73	\$ 0.02
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.02

2. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUB-TOTAL (\$)				\$ -

3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TRANSPORTE	UNIDAD	6%	\$ 0.02	\$ 0.001
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.001

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	SUELDO	PRESTAC.	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	TOTAL (\$)
AUXILIAR	\$ 13.44	1.90	\$ 25.57	35.00	\$ 0.73
SUB-TOTAL (\$)					\$ 0.73

SUB TOTAL COSTO DIRECTO (SUMA 1+2+3+4) (\$)

\$ 0.75

5. COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	VALOR TOTAL
COSTOS ADMINISTRATIVOS 10%	10.00%	\$ 0.08
UTILIDAD 10%	10.00%	\$ 0.08
IVA 13%	13.00%	\$ 0.10
SUB-TOTAL (\$)		\$ 0.25

COSTO TOTAL PARTIDA (\$)

\$ 1.00

Tabla 14: Trazo.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVOIRIO DE A. LL.
 CONTRATO No.: _____
 FECHA: oct-25 CONTRATISTA: OTERO Y ASOCIADOS
 PARTIDA DE OBRA: TRAZO UNIDAD: M²

1. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	UNIDAD	3.00%	\$ 1.00	\$ 0.03
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.03

2. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
REGLA PACHA	VARA	0.04	\$ 1.60	\$ 0.07
COSTANERA	VARA	0.08	\$ 1.80	\$ 0.15
PITA NYLON	BOLLO	0.002	\$ 1.68	\$ 0.00
CLAVO DE 2"	LIBRA	0.001	\$ 1.00	\$ 0.00
MARTILLO BOLA 3 LIBRAS	UNIDAD	0.001	\$ 5.50	\$ 0.00
CLAVO DE 1"	LIBRA	0.002	\$ 1.00	\$ 0.00
NIVEL FIJO	UNIDAD	0.001	\$ 15.65	\$ 0.01
CINTA MÉTRICA DE 8 METROS	UNIDAD	0.001	\$ 11.30	\$ 0.01
CINTA MÉTRICA DE 30 METROS	UNIDAD	0.001	\$ 18.50	\$ 0.01
MANGUERA TRANSP. 1/2"	YARDA	0.01	\$ 0.50	\$ 0.00
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.26

3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TRANSPORTE	UNIDAD	6%	\$ 0.29	\$ 0.017
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.017

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	SUELDO	PRESTAC.	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	TOTAL (\$)
AUXILIAR	\$ 13.44	1.90	\$ 25.57	1,508.00	\$ 0.02
OBREIRO	\$ 25.00	1.90	\$ 47.57	1,508.00	\$ 0.03
TOPÓGRAFO	\$ 1,500.00	1.00	\$ 1,500.00	1,580.00	\$ 0.95
SUB-TOTAL (\$)					\$ 1.00

SUB TOTAL COSTO DIRECTO (SUMA 1+2+3+4) (\$) \$ 1.31

5. COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	VALOR TOTAL
COSTOS ADMINISTRATIVOS 10%	10.00%	\$ 0.13
UTILIDAD 10%	10.00%	\$ 0.13
IVA 13%	13.00%	\$ 0.17
SUB-TOTAL (\$)		\$ 0.43

COSTO TOTAL PARTIDA (\$) \$ 1.74

Tabla 15: Excavación.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO DE A. LL.
 CONTRATO No.: _____
 FECHA: oct-25 CONTRATISTA: OTERO Y ASOCIADOS
 PARTIDA DE OBRA: CORTE EN TERRAZA UNIDAD: M³

1. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	UNIDAD	3.00%	\$ 4.26	\$ 0.13
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.13

2. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
ALQUILER RETROEXCAVADORA	HORA	0.0230	\$ 65.00	\$ 1.50
COMBUSTIBLE/LUBRICANTE	GALÓN	0.02	\$ 3.38	\$ 0.07
DEPÓSITO 6 GALONES	UNIDAD	0.001	\$ 31.90	\$ 0.04
SUB-TOTAL (\$)				\$ 1.60

3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TRANSPORTE	UNIDAD	72%	\$ 1.73	\$ 1.247
SUB-TOTAL (\$)				\$ 1.247

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	SUELDO	PRESTAC.	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	TOTAL (\$)
AUXILIAR	\$ 13.44	1.90	\$ 25.57	6.00	\$ 4.26
SUB-TOTAL (\$)					\$ 4.26

SUB TOTAL COSTO DIRECTO (SUMA 1+2+3+4) (\$) \$ 7.24

5. COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	VALOR TOTAL
COSTOS ADMINISTRATIVOS 10%	10.00%	\$ 0.72
UTILIDAD 10%	10.00%	\$ 0.72
IVA 13%	13.00%	\$ 0.94
SUB-TOTAL (\$)		\$ 2.39

COSTO TOTAL PARTIDA (\$) \$ 9.63

Tabla 16: Nivelación de Terreno.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO DE A. LL.
 CONTRATO No.: _____
 FECHA: _____ oct-25 CONTRATISTA: OTERO Y ASOCIADOS
 PARTIDA DE OBRA: NIVELACIÓN DE TERRENO UNIDAD: M³

1. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	UNIDAD	3.00%	\$ 4.26	\$ 0.13
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.13

2. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
ALQUILER MOTONIVELADORA	HORA	0.0230	\$ 50.00	\$ 1.15
COMBUSTIBLE/LUBRICANTE	GALÓN	0.02	\$ 3.38	\$ 0.07
SUB-TOTAL (\$)				\$ 1.22

3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TRANSPORTE	UNIDAD			\$ -
SUB-TOTAL (\$)				\$ -

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	SUELDO	PRESTAC.	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	TOTAL (\$)
AUXILIAR	\$ 13.44	1.90	\$ 25.57	6.00	\$ 4.26
SUB-TOTAL (\$)					\$ 4.26

SUB TOTAL COSTO DIRECTO (SUMA 1+2+3+4) (\$) \$ 5.61

5. COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	VALOR TOTAL
COSTOS ADMINISTRATIVOS 10%	10.00%	\$ 0.56
UTILIDAD 10%	10.00%	\$ 0.56
IVA 13%	13.00%	\$ 0.73
SUB-TOTAL (\$)		\$ 1.85

COSTO TOTAL PARTIDA (\$) \$ 7.46

Tabla 17: Desalojo.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO DE A. LL.
 CONTRATO No.: _____
 FECHA: oct-25 CONTRATISTA: OTERO Y ASOCIADOS
 PARTIDA DE OBRA: DESALOJO UNIDAD: M³

1. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	UNIDAD	3.00%	\$ 0.32	\$ 0.01
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.01

2. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
ALQUILER RETROEXCAVADORA	HORA	0.0300	\$ 50.00	\$ 1.50
COMBUSTIBLE/LUBRICANTE	GALÓN	0.02	\$ 3.38	\$ 0.08
VOLQUETA 16 M3	VOLQUETA	0.063	\$ 150.00	\$ 9.38
SUB-TOTAL (\$)				\$ 10.95

3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TRANSPORTE	UNIDAD	1%	\$ 10.96	\$ 0.055
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.055

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	SUELDO	PRESTAC.	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	TOTAL (\$)
AUXILIAR	\$ 13.44	1.90	\$ 25.57	80.00	\$ 0.32
SUB-TOTAL (\$)					\$ 0.32

SUB TOTAL COSTO DIRECTO (SUMA 1+2+3+4) (\$) \$ 11.33

5. COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	VALOR TOTAL
COSTOS ADMINISTRATIVOS 10%	10.00%	\$ 1.13
UTILIDAD 10%	10.00%	\$ 1.13
IVA 13%	13.00%	\$ 1.47
SUB-TOTAL (\$)		\$ 3.74

COSTO TOTAL PARTIDA (\$) \$ 15.07

Tabla 18: Conformación de terreno.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO DE A. LL.
 CONTRATO No.: _____
 FECHA: oct-25 CONTRATISTA: OTERO Y ASOCIADOS
 PARTIDA DE OBRA: CONFORMACIÓN DE TERRENO UNIDAD: M²

1. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	UNIDAD	3.00%	\$ 4.26	\$ 0.13
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.13

2. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
PALA PUNTA REDONDA CON MANGO	UNIDAD	0.06	\$ 7.85	\$ 0.49
PIOCHA 5 LIBRAS CON MANGO	UNIDAD	0.06	\$ 14.50	\$ 0.91
SUB-TOTAL (\$)				\$ 1.41

3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TRANSPORTE	UNIDAD	6%	\$ 1.53	\$ 0.092
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.092

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	SUELDO	PRESTAC.	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	TOTAL (\$)
AUXILIAR	\$ 13.44	1.90	\$ 25.57	6.00	\$ 4.26
SUB-TOTAL (\$)					\$ 4.26

SUB TOTAL COSTO DIRECTO (SUMA 1+2+3+4) (\$) \$ 5.89

5. COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	VALOR TOTAL
COSTOS ADMINISTRATIVOS 10%	10.00%	\$ 0.59
UTILIDAD 10%	10.00%	\$ 0.59
IVA 13%	13.00%	\$ 0.77
SUB-TOTAL (\$)		\$ 1.94

COSTO TOTAL PARTIDA (\$) \$ 7.83

Tabla 19: excavación de cunetas perimetrales.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO DE A. LL.
 CONTRATO No.: _____
 FECHA: oct-25 CONTRATISTA: OTERO Y ASOCIADOS
 PARTIDA DE OBRA: EXCAVACIÓN DE CUNETA PERIMETRAL UNIDAD: M³

1. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	UNIDAD	3.00%	\$ 11.73	\$ 0.35
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.35

2. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
SUB-TOTAL (\$)				\$ -

3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TRANSPORTE	UNIDAD	6%	\$ 0.35	\$ 0.021
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.021

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	SUELDO	PRESTAC.	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	TOTAL (\$)
AUXILIAR	\$ 13.44	1.90	\$ 25.57	2.18	\$ 11.73
SUB-TOTAL (\$)					\$ 11.73

SUB TOTAL COSTO DIRECTO (SUMA 1+2+3+4) (\$)

\$ 12.10

5. COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	VALOR TOTAL
COSTOS ADMINISTRATIVOS 10%	10.00%	\$ 1.21
UTILIDAD 10%	10.00%	\$ 1.21
IVA 13%	13.00%	\$ 1.57
SUB-TOTAL (\$)		\$ 3.99

COSTO TOTAL PARTIDA (\$)

\$ 16.10

Tabla 20: Excavación de tuberías 2" y 6"

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO DE A. LL.
 CONTRATO No.: _____
 FECHA: oct-25 CONTRATISTA: OTERO Y ASOCIADOS
 PARTIDA DE OBRA: EXCAVACIÓN TUBERÍA AN 2" y 6" UNIDAD: M³

1. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	UNIDAD	3.00%	\$ 13.32	\$ 0.40
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.40

2. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
SUB-TOTAL (\$)				\$ -

3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TRANSPORTE	UNIDAD	6%	\$ 0.40	\$ 0.024
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.024

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	SUELDO	PRESTAC.	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	TOTAL (\$)
AUXILIAR	\$ 13.44	1.90	\$ 25.57	1.92	\$ 13.32
SUB-TOTAL (\$)					\$ 13.32

SUB TOTAL COSTO DIRECTO (SUMA 1+2+3+4) (\$) \$ 13.74

5. COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	VALOR TOTAL
COSTOS ADMINISTRATIVOS 10%	10.00%	\$ 1.37
UTILIDAD 10%	10.00%	\$ 1.37
IVA 13%	13.00%	\$ 1.79
SUB-TOTAL (\$)		\$ 4.54

COSTO TOTAL PARTIDA (\$) \$ 18.28

Tabla 21: Colocación de tubería de 2"

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO DE A. LL.
 CONTRATO No.: _____
 FECHA: oct-25 CONTRATISTA: OTERO Y ASOCIADOS
 PARTIDA DE OBRA: COLOCACIÓN TUBERÍA 2" AN UNIDAD: MT

1. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	UNIDAD	3.00%	\$ 8.43	\$ 0.25
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.25

2. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TUBERÍA 2" PVC 160 PSI	MT	1.00	\$ 2.26	\$ 2.26
ACCESORIOS	%	25%	\$ 2.26	\$ 0.56
SUB-TOTAL (\$)				\$ 2.82

3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TRANSPORTE	UNIDAD	6%	\$ 3.08	\$ 0.185
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.185

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	SUELDO	PRESTAC.	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	TOTAL (\$)
AUXILIAR	\$ 13.44	1.90	\$ 25.57	12.00	\$ 2.13
FONTANERO	\$ 4.04	1.56	6.3024	1.00	6.3024
SUB-TOTAL (\$)					\$ 8.43

SUB TOTAL COSTO DIRECTO (SUMA 1+2+3+4) (\$) \$ 11.69

5. COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	VALOR TOTAL
<i>COSTOS ADMINISTRATIVOS 10%</i>	10.00%	\$ 1.17
<i>UTILIDAD 10%</i>	10.00%	\$ 1.17
<i>IVA 13%</i>	13.00%	\$ 1.52
SUB-TOTAL (\$)		\$ 3.86

COSTO TOTAL PARTIDA (\$) \$ 15.55

Tabla 22: Colocación de tubería de 6"

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO DE A. LL.
 CONTRATO No.: _____
 FECHA: oct-25 CONTRATISTA: OTERO Y ASOCIADOS
 PARTIDA DE OBRA: COLOCACIÓN TUBERÍA 6" AN UNIDAD: MT

1. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	UNIDAD	3.00%	\$ 8.43	\$ 0.25
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.25

2. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TUBERÍA 6" PVC 160 PSI	MT	1.00	\$ 8.66	\$ 8.66
ACCESORIOS	%	25%	\$ 8.66	\$ 2.16
SUB-TOTAL (\$)				\$ 10.82

3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TRANSPORTE	UNIDAD	6%	\$ 11.08	\$ 0.665
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.665

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	SUELDO	PRESTAC.	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	TOTAL (\$)
AUXILIAR	\$ 13.44	1.90	\$ 25.57	12.00	\$ 2.13
FONTANERO	\$ 4.04	1.56	6.3024	1.00	6.3024
SUB-TOTAL (\$)					\$ 8.43

SUB TOTAL COSTO DIRECTO (SUMA 1+2+3+4) (\$) \$ 20.17

5. COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	VALOR TOTAL
COSTOS ADMINISTRATIVOS 10%	10.00%	\$ 2.02
UTILIDAD 10%	10.00%	\$ 2.02
IVA 13%	13.00%	\$ 2.62
SUB-TOTAL (\$)		\$ 6.66

COSTO TOTAL PARTIDA (\$) \$ 26.83

Tabla 23: Cerca de malla ciclón cal.9

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO DE A. LL.
 CONTRATO No.: _____
 FECHA: oct-25 CONTRATISTA: OTERO Y ASOCIADOS
 PARTIDA DE OBRA: CERCA DE MALLA CICLÓN CAL. 9 UNIDAD: M²

1. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	UNIDAD	3.00%	\$ 49.70	\$ 1.49
SUB-TOTAL (\$)				\$ 1.49

2. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
MALLA CICLONE	ML	1.00	\$ 8.65	\$ 8.65
TUBO GALVANIZADO DE 2"	ML	3.00	\$ 4.04	\$ 12.13
VARILLA DE 1/4	ML	2.00	\$ 1.30	\$ 2.60
ELECTRODO 3/32 7018.	LIBRA	0.10	\$ 1.30	\$ 0.13
CONCRETO	M3	0.02	\$ 226.58	\$ 5.44
PINTURA ANTICORROSIVA PLATEADA	GALÓN	0.13	\$ 18.50	\$ 2.31
SUB-TOTAL (\$)				\$ 31.26

3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TRANSPORTE	UNIDAD	6%	\$ 32.75	\$ 1.965
SUB-TOTAL (\$)				\$ 1.965

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	SUELDO	PRESTAC.	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	TOTAL (\$)
MECÁNICO	\$ 25.00	1.90	\$ 47.57	1.00	\$ 47.57
AUXILIAR	\$ 13.44	1.90	\$ 25.57	6.00	\$ 2.13
SUB-TOTAL (\$)					\$ 49.70

SUB TOTAL COSTO DIRECTO (SUMA 1+2+3+4) (\$) \$ 84.41

5. COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	VALOR TOTAL
COSTOS ADMINISTRATIVOS 10%	10.00%	\$ 8.44
UTILIDAD 10%	10.00%	\$ 8.44
IVA 13%	13.00%	\$ 10.97
SUB-TOTAL (\$)		\$ 27.86

COSTO TOTAL PARTIDA (\$) \$ 112.27

Tabla 24: Portón.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVOIRIO DE A. LL.
 CONTRATO No.: _____
 FECHA: oct-25 CONTRATISTA: OTERO Y ASOCIADOS
 PARTIDA DE OBRA: PORTÓN DE ACCESO DE MALLA CICLONE 6 MT UNIDAD: SG

1. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	UNIDAD	3.00%	\$ 380.55	\$ 11.42
SUB-TOTAL (\$)				\$ 11.42

2. MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
MALLA CICLONE	ML	3.00	\$ 8.65	\$ 25.95
TUBO GALVANIZADO DE 4"	ML	12.00	\$ 8.21	\$ 98.50
VARILLA DE 1/4	ML	12.00	\$ 1.30	\$ 15.60
ELECTRODO 3/32 7018.	LIBRA	5.00	\$ 1.30	\$ 6.50
CONCRETO	M3	0.26	\$ 226.58	\$ 58.00
BISAGRAS Y PASADOR	SG	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00
PINTURA ANTICORROSIVA PLATEADA	GALÓN	1.00	\$ 18.50	\$ 18.50
SUB-TOTAL (\$)				\$ 233.05

3. TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TRANSPORTE	UNIDAD	6%	\$ 244.47	\$ 14.668
SUB-TOTAL (\$)				\$ 14.668

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	SUELDO	PRESTAC.	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	TOTAL (\$)
MECANICO	\$ 200.00	1.90	\$ 380.55	1.00	\$ 380.55
SUB-TOTAL (\$)					\$ 380.55

SUB TOTAL COSTO DIRECTO (SUMA 1+2+3+4) (\$)

\$ 639.69

5. COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD

DESCRIPCION	PORCENTAJE	VALOR TOTAL
COSTOS ADMINISTRATIVOS 10%	10.00%	\$ 63.97
UTILIDAD 10%	10.00%	\$ 63.97
IVA 13%	13.00%	\$ 83.16
SUB-TOTAL (\$)		\$ 211.10

COSTO TOTAL PARTIDA (\$)

\$ 850.79

Tabla 25: Geomembrana y geotextil.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO DE A. LL.
 CONTRATO No.: _____
 FECHA: oct-25 CONTRATISTA: OTERO Y ASOCIADOS
 PARTIDA DE OBRA: SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA Y GEOTE UNIDAD: M²

1. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	UNIDAD	3.00%	\$ 1.02	\$ 0.03
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.03

2. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
GEOMEMBRANA	M2	1.00	\$ 1.15	\$ 1.15
GEOTEXTIL	M2	1.00	\$ 1.30	\$ 1.30
PINES DE VARILLA 1/4	VARILLA	0.04	\$ 1.30	\$ 0.05
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUB-TOTAL (\$)				\$ 2.50

3. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL (\$)
TRANSPORTE	UNIDAD	6%	\$ 2.53	\$ 0.152
SUB-TOTAL (\$)				\$ 0.152

4. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	SUELDO	PRESTAC.	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	TOTAL (\$)
AUXILIAR	\$ 13.44	1.90	\$ 25.57	25.00	\$ 1.02
SUB-TOTAL (\$)					\$ 1.02

SUB TOTAL COSTO DIRECTO (SUMA 1+2+3+4) (\$)

\$ 3.71

5. COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	VALOR TOTAL
COSTOS ADMINISTRATIVOS 10%	10.00%	\$ 0.37
UTILIDAD 10%	10.00%	\$ 0.37
IVA 13%	13.00%	\$ 0.48
SUB-TOTAL (\$)		\$ 1.22

COSTO TOTAL PARTIDA (\$)

\$ 4.93

Tabla 26: Ficha técnica de geomembrana. Espesor a utilizar 2mm.



FICHA TÉCNICA GEOMEMBRANA HDPE



Fecha de revisión: 01/10/2024

IMPORTANCIA:

Lámina impermeable liso de material Polietileno de alta densidad (HDPE) fabricada con la tecnología de extrusión en sistema calandrado. El HDPE es el material más usado para el revestimiento de reservorios, depósitos de desechos mineros, rellenos y otras aplicaciones de contención de líquidos.

DESCRIPCIÓN:

De superficie lisa, con ligera aspereza que favorece la instalación. Impresión de cuentametros en el lateral de la lámina. Su fabricación posibilita la uniformidad de espesores, acabado superficial y sin marcas de plegado. De excelente soldabilidad mejorando el rendimiento, resaltando sus propiedades mecánicas y resistencia química de sellado y barrera.

APLICACIONES:

Construcción de vertederos y reservorios, canales, acuicultura, minería, cubiertas flotantes, etc.

CARACTERÍSTICAS	Unidad	GEOMEMBRANA HDPE					Norma
		Geo 0.75	Geo 1.0	Geo 1.5	Geo 2.0	Geo 2.5	
Densidad con negro carbono	g/cm ³	>0.940	>0.940	>0.940	>0.940	>0.940	ASTM D 1505
Espesor promedio mínimo (±10%)	mm	0.75	0.9	1.35	1.80	2.25	ASTM D 5199
Esfuerzo de tracción a la rotura ⁽¹⁾	kN/m	20	≥27	≥40	≥53	≥67	ASTM D 6693
Elongación en rotura ⁽¹⁾	%	750	750	750	750	750	ASTM D 6693
Esfuerzo de tracción en fluencia ⁽¹⁾	kN/m	11	≥15	≥22	≥29	≥37	ASTM D 6693
Elongación en fluencia ⁽¹⁾	%	12	12	12	12	12	ASTM D 6693
Resistencia al punzonado	N	240	320	480	640	800	ASTM D 4833
Resistencia al rasgado ⁽¹⁾	N	93	125	187	249	311	ASTM D 1004
Resistencia al stress Crack ⁽¹⁾	h	≥500	≥500	≥500	≥500	≥500	ASTM D 5397
Contenido en negro de carbono	%	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	ASTM D 4218
Dispersión en negro de carbono	Categoría	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	ASTM D 5596
Tiempo de inducción a la oxidación, OIT estándar	min	≥100	≥100	≥100	≥100	≥100	ASTM D 3895
Envejecimiento en horno a 85°C ⁽²⁾	% retenido	≥55	≥55	≥55	≥55	≥55	ASTM D 5721 ASTM D 3895
OIT estándar, retenido tras 90 días							
Resistencia U.V. ⁽³⁾ HPOIT, retenido tras 1600 horas	% retenido	≥50	≥50	≥50	≥50	≥50	ASTM D 7238 ASTM D 5885

(1) En ambas direcciones.

(2) OIT estándar - % Retenido después de 90 días. (3) OIT a alta presión - % Retenido después de 1600 horas. OIT: Tiempo de inducción oxidativa. Recomendaciones: El producto es estable en las condiciones normales de uso y almacenamiento. • Las condiciones que deben evitarse es el recalentamiento durante su almacenamiento. • Esta información se suministra de buena fe, es precisa y confiable según mejor conocimiento, pero debe considerarse solo como una guía en la selección del producto no como garantía de funcionamiento. • MARUPLAST INTERNACIONAL E.I.R.L. declina toda responsabilidad por resultados obtenidos mediante el uso de esta información.

MARUPLAST INTERNACIONAL EIRLTDA
Departamento Técnico

Tabla 27: Ficha técnica de geotextil. Espesor a utilizar 1.4 pulgadas.



FICHA TÉCNICA

GEOTEXTIL

La línea de Geotextiles No Tejidos son materiales elaborados a base de fibras sintéticas de Polipropileno o Poliéster, las cuales se entrelazan utilizando procesos mecánicos de agujado, además recibe un tratamiento de planchado con calor aplicado en una capa que le da más consistencia, consolidación con amarre de fibras y compactación, resultando una estructura bidimensional uniforme, permeable y de excelente resistencia a la tensión, rasgado y deterioro químico.

Las características lo hacen adecuado para diversas aplicaciones en la construcción, como geotextiles con funciones de filtración, separación, refuerzo, drenaje y protección de los suelos. Adicionalmente, sus propiedades físicas les permiten sobrevivir las condiciones adversas a las que van a estar expuestos en el proceso constructivo y soportar la acción de los agentes del medio ambiente durante su vida útil sin sufrir deterioro alguno.

Presentación estándar en rollos de 6.00 m de ancho por 100.00 m o 50.00 m de largo (según gramaje), color negro (polipropileno) o gris (poliéster), otros anchos y colores sobre pedido.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL GEOTEXTIL 100% FIBRA PROPILENO Y OPCIÓN ECONÓMICA POLIÉSTER															
Descripción	Peso g/m ² -(oz/yd ²)	Espesor mm-(in)	Tensión Grab N-(Lb) ASTM D4632		Longación (%) ASTM D4632		Desgarre Trapezoidal N-(Lb) ASTM D4533		Puncionamiento CBR N-(Lb) ASTM D6241		Retención de Asfalto g/m ² ASTM D6140	Permittivity (s-1) ASTM D4491	Flow Rate (L/min/m ²) ASTM D4491	AOS (mm) ASTM D4751	Resistencia a rayos UV % retenida a 500 hrs ASTM D4355
Producto		ASTM D5199	TÍPICAS	MARV	TÍPICAS	MARV	TÍPICAS	MARV	TÍPICAS	MARV					
140 PPR RCF	140 (4.1)	1.24 (0.049)	534 (120)	445 (100)	77	70	231 (52)	200 (45)	1602 (360)	1335 (300)	1	2	6,000	0.125	70
200 PPR RC	200 (5.9)	1.30 (0.051)	823 (185)	712 (160)	77	70	311 (70)	267 (60)	2180 (490)	1824 (410)	—	1.5	4,550	0.12	70
270 PPR RC	270 (8.0)	1.65 (0.065)	1046 (235)	912 (205)	77	70	409 (92)	356 (80)	2737 (615)	2381 (535)	—	1	3,200	0.075	70
350 PPR RC	350 (10.3)	2.03 (0.080)	1335 (300)	1112 (250)	77	70	512 (115)	445 (100)	3582 (805)	3115 (700)	—	0.9	2,800	0.075	70
400 PPR RC	400 (12.0)	2.29 (0.090)	1602 (360)	1335 (300)	77	70	556 (125)	512 (115)	4539 (1020)	3782 (850)	—	0.8	2,400	0.075	70
450 PPR RC	450 (13.3)	2.54 (0.100)	1780 (400)	1491 (335)	77	70	601 (135)	534 (120)	4913 (1104)	4094 (920)	—	0.65	1,850	0.075	70
200 PET C	200 (5.9)	1.27 (0.050)	489 (110)	400 (90)	80	70	200 (45)	178 (40)	1557 (350)	1335 (300)	—	—	—	—	—
270 PET C	270 (8.0)	1.52 (0.060)	734 (165)	623 (140)	80	70	289 (65)	245 (55)	1824 (410)	1535 (345)	—	—	—	—	—

Las resistencias típicas reportadas son el promedio de los valores de la dirección de máquina y la dirección cruzada del material PPR: Polipropileno de calidad, MARV: Valor Mínimo Promedio por Rollo.

Especificaciones del Producto

Estas especificaciones de producto cumplen con GRI GT12, GRI GT13 y AASHTO M288

Métodos Aprobados	Método de Prueba	Frecuencia	Valor Mínimo de Rollo					
			NW4	NW6	NW8	NW10	NW12	NW16
Clase AASHTO M288			3	2	1	>1	>>1	>>>1
Masa por Unidad de Área, g/m ²	ASTM D 5261	8,300 M ²	135	200	270	335	405	540
Resistencia a la tracción, N	ASTM D 4632	8,300 M ²	530	710	975	1,115	1,420	1,735
Resistencia al alargamiento, %	ASTM D 4632	8,300 M ²	50	50	50	50	50	50
Fuerza de punción CBR, N	ASTM D 6241	50,000 M ²	1,347	1,936	2,557	3,225	4,116	5,006
Resistencia al desgarre trapezoidal, N	ASTM D 4533	8,300 M ²	220	290	395	445	555	665
Tamaño aparente de la abertura, tamiz No, mm	ASTM D 4751	50,000 M ²	0.212	0.212	0.180	0.150	0.150	0.150
Permisividad, sec ⁻¹	ASTM D 4491	50,000 M ²	1.80	1.50	1.30	1.00	0.80	0.60
Tasa de flujo del agua, l/min/m ²	ASTM D 4491	50,000 M ²	5,495	4,480	3,865	3,050	2,440	1,830
Resistencia UV (% retenido después de 500 horas)	ASTM D 4355	per formulation	70	70	70	70	70	70
DIMENSIONES TÍPICAS DE LOS ROLLOS								
Las dimensiones de presentación de los rollos pueden variar de acuerdo al inventario de producción al momento de la contratación del suministro de la geomembrana. Este dato se proporcionará al momento de elaborar la cotización.								

* ⁽¹⁾ Los valores promedio enlistados se refieren a medidas mínimas. Todos los valores son valores medios mínimos de rollo, excepto el tamaño de apertura aparente en mm y la resistencia a los rayos UV. El tamaño de apertura aparente (mm) es un valor de rollo promedio máximo. UV es un valor típico.

* ⁽²⁾ Las longitudes y anchuras de los rollos tienen una tolerancia de $\pm 1\%$.

Tabla 28: Presupuesto.

PRESUPUESTO PARA DOS RESERVORIOS					
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO DE AGUA LLUVIAS.					
UBICACIÓN: CANTÓN LOS HENRÍQUEZ, DIST.NOMBRE DE JESÚS, MUN. CHALATENANGO SUR.					
FECHA: OCTUBRE DE 2025					
PARTIDA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL	TOTAL
LIMPIEZA Y CHAPEO	M2	2,600.00	\$ 1.00	\$ 2,600.00	\$ 92,883.18
TRAZO Y NIVELACION TOPOGRAFIA	M2	1,508.00	\$ 1.74	\$ 2,623.92	
EXCAVACIÓN CON RETROEXCAVADORA	M3	2,036.76	\$ 9.63	\$ 19,614.00	
NIVELACION DE TERRENO MOTONIVELADORA	M3	351.13	\$ 7.46	\$ 2,619.43	
DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE	M3	2,647.79	\$ 6.05	\$ 16,019.12	
CONFORMACIÓN DE TALUDES	M3	1,659.40	\$ 7.83	\$ 12,993.10	
EXCAVACIÓN DE CUNETA PERIMETRAL	M3	12.96	\$ 16.10	\$ 208.66	
EXCAVACIÓN PARA TUBERÍAS	M3	18.63	\$ 18.28	\$ 340.56	
CERCA PERIMETRAL DE MALLA CICLONE	ML	184.80	\$ 112.27	\$ 20,747.50	
PORTÓN DE ACCESO DE MALLA CICLONE	SG	1.00	\$ 850.79	\$ 850.79	
GEOMEMBRANA Y GEOTEXTIL	M2	1,659.40	\$ 4.93	\$ 8,180.84	
SUMINISTRO Y COLOC. TUBERIA PVC 6"	ML	38.00	\$ 26.83	\$ 1,019.54	
SUMINISTRO Y COLOC. TUBERIA PVC 2"	ML	44.00	\$ 12.63	\$ 555.72	
ACCESORIOS Y CAJAS DE VALVULAS	SG	1.00	\$ 300.00	\$ 300.00	
DERRAMADEROS	SG	1.00	\$ 1,700.00	\$ 1,700.00	
PILETA	ML	20.00	\$ 125.50	\$ 2,510.00	

NOTA: LOS COSTOS INCLUYEN IVA.

CAPITULO V:

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

5.0 CONCLUSIONES.

1. De acuerdo con los resultados obtenidos, según la demanda y necesidades, cada reservorio se diseñó con un volumen de $1,018.38 \text{ m}^3$ con ambos reservorios se propone captar un total de $2,036.76 \text{ m}^3$ cabe indicar que las precipitaciones según estadísticas dadas en la zona son de $3,581.7228 \text{ m}^3$, superando la cantidad necesaria para abastecer a 150 cabezas de ganado.
2. Se comprueba que el área definida para la propuesta de diseño posee una topografía adecuada, asimismo el suelo en la zona es favorable para la construcción de los reservorios, permitiendo la ubicación estratégica, lo que reduce los costos de construcción.
3. Se define que, según resultados de investigación, no habrá necesidad de extraer agua de escorrentía, ya que con las precipitaciones se obtiene el volumen necesario para abastecer los reservorios
4. A partir del análisis comparativo de precipitaciones se puede observar que la cantidad de lluvia del año 2023 fue de 3060.10 m^3 , la cual fue menor que la cantidad de lluvia del año 2024, que fue $3,581.72 \text{ m}^3$ sin embargo es una cantidad favorable según diseño proyectado.
5. Finalmente se puede considerar que, el caudal de diseño $Q_m = 0.16 \text{ m}^3$ justifica el uso de tubería de hacia las piletas. De tal manera se utilizará un tubo de 2" de diámetro, debido a que es necesario que el agua fluya, evitando riesgos de obstrucción por sedimentos.

5.1 RECOMENDACIONES.

1. Instalar cerco perimetral vivo, utilizando postes vivos (preferiblemente especies locales) para sombrear el espejo de agua, impedir el acceso de animales extraños y reducir la evaporación.
2. Es importante elaborar un plan de mantenimiento preventivo, que incluya la limpieza periódica de las sajas perimetrales de ambos reservorios, tuberías y piletas, asimismo mantener un control para la erosión en los bordes y la revisión del sistema de vertido para evitar colapsos en temporada de lluvias intensas.
3. Es necesario realizar inspecciones periódicas a la geomembrana, con registros semestrales buscando grietas o fisuras, especialmente tras eventos de lluvia intensa y reparar de inmediato para evitar fugas.
4. Es necesario montar un control de vectores para aplicar larvicidas recomendados por SANIDEC o métodos naturales (por ejemplo, peces larvívoros) en cada ciclo de limpieza para prevenir criaderos de mosquitos o zancudos.
5. Se recomienda instalar un sistema para la captación de escorrentía complementaria, en escenarios de invierno con lluvias atípicamente bajas y habilitar el sistema de toma de escorrentía para garantizar el llenado mínimo de los reservorios.
6. Se recomienda replicar este tipo de diseño en otros cantones del municipio de Chalatenango Sur que enfrenten condiciones similares de escasez de agua, adaptando los volúmenes y dimensiones del reservorio para el consumo, ya sea para regadíos en cultivos o para las cabezas de ganado.
7. Se recomienda realizar otros reservorios con el mismo diseño para no delimitar la cantidad de ganado vacuno.

BIBLIOGRAFIA.

Carrillo Barandiarán (2006) ingeniería de reservorios. Edición 2006 edición revisada actualizada y corregida.

Chambi Challa (2020) caracterización de ingeniería de reservorios. Primera edición.

MEFCCA, COSUDE, CATIE (2018) supervisión de reservorios para captación de escorrentía. Edición: MEFCCA, CATIE.

Vásquez Romero (2014) Cosecha de aguas lluvias y su impacto en el proceso de desertificación y cambio climático. Primera edición: julio 2014, consta de 30.000ejemplares.

ANEXOS.

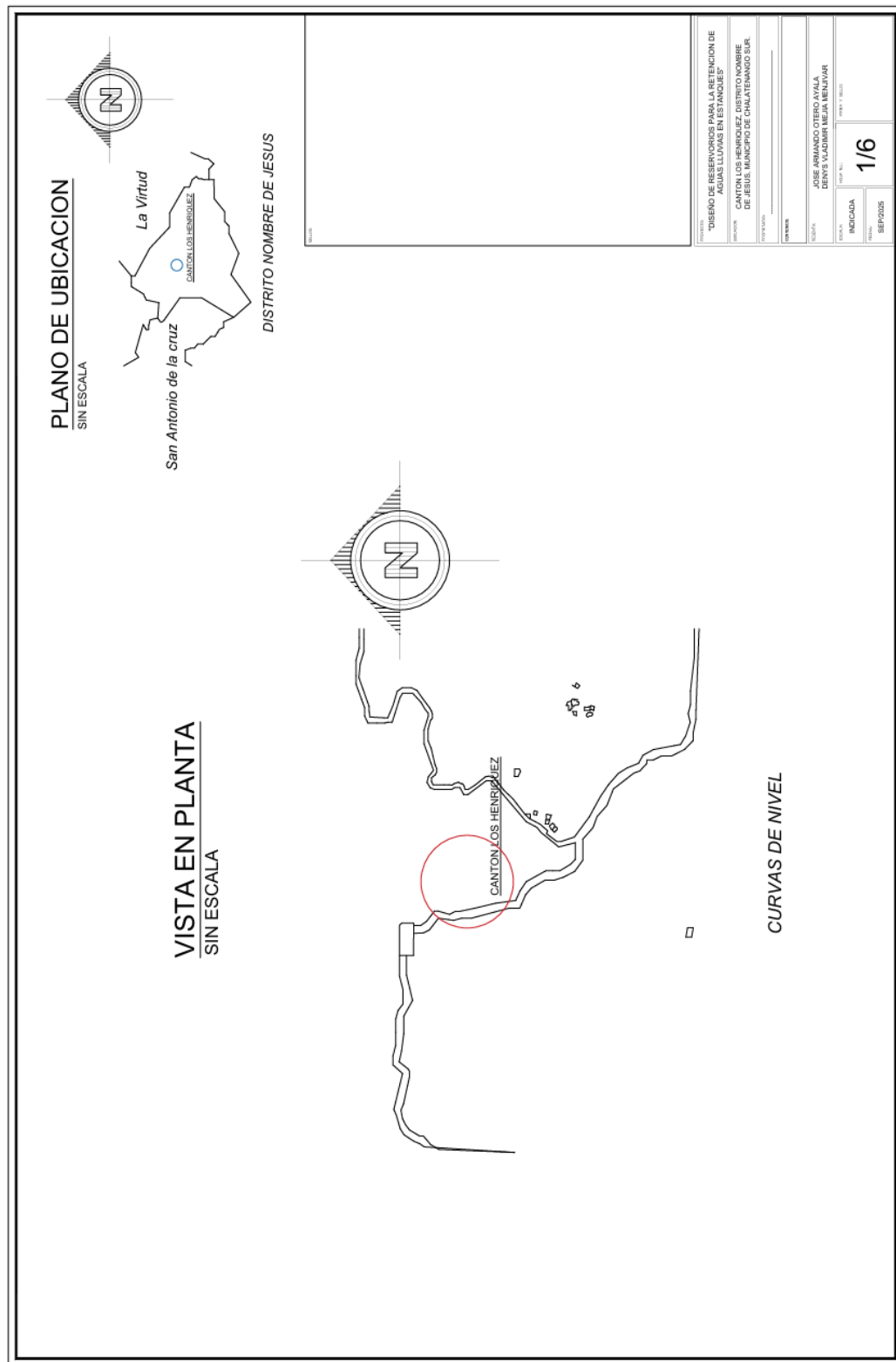


Ilustración 39: Ubicación territorial del diseño de los reservorios.

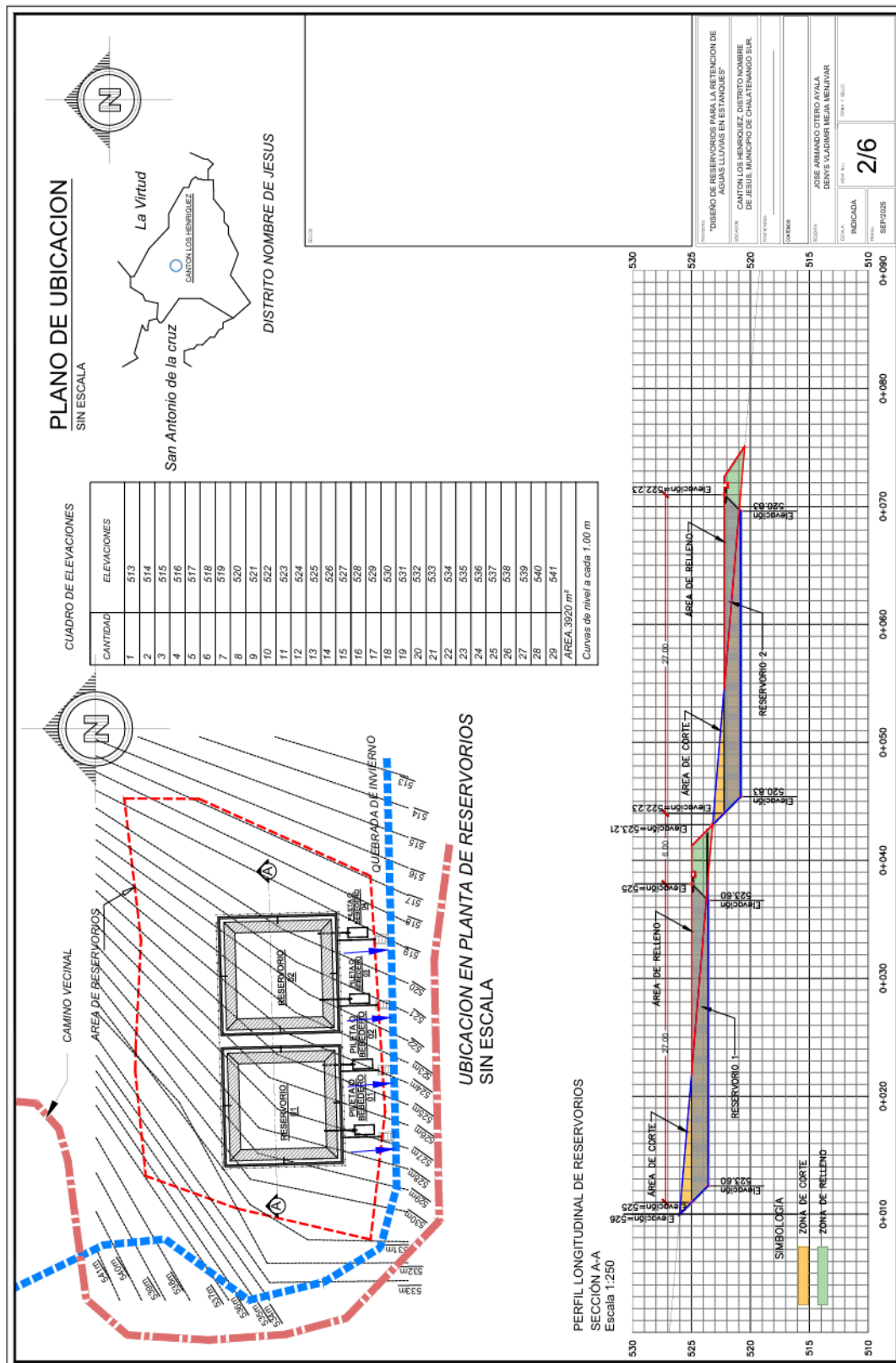


Ilustración 40: Curvas de nivel y perfil de los reservorios.

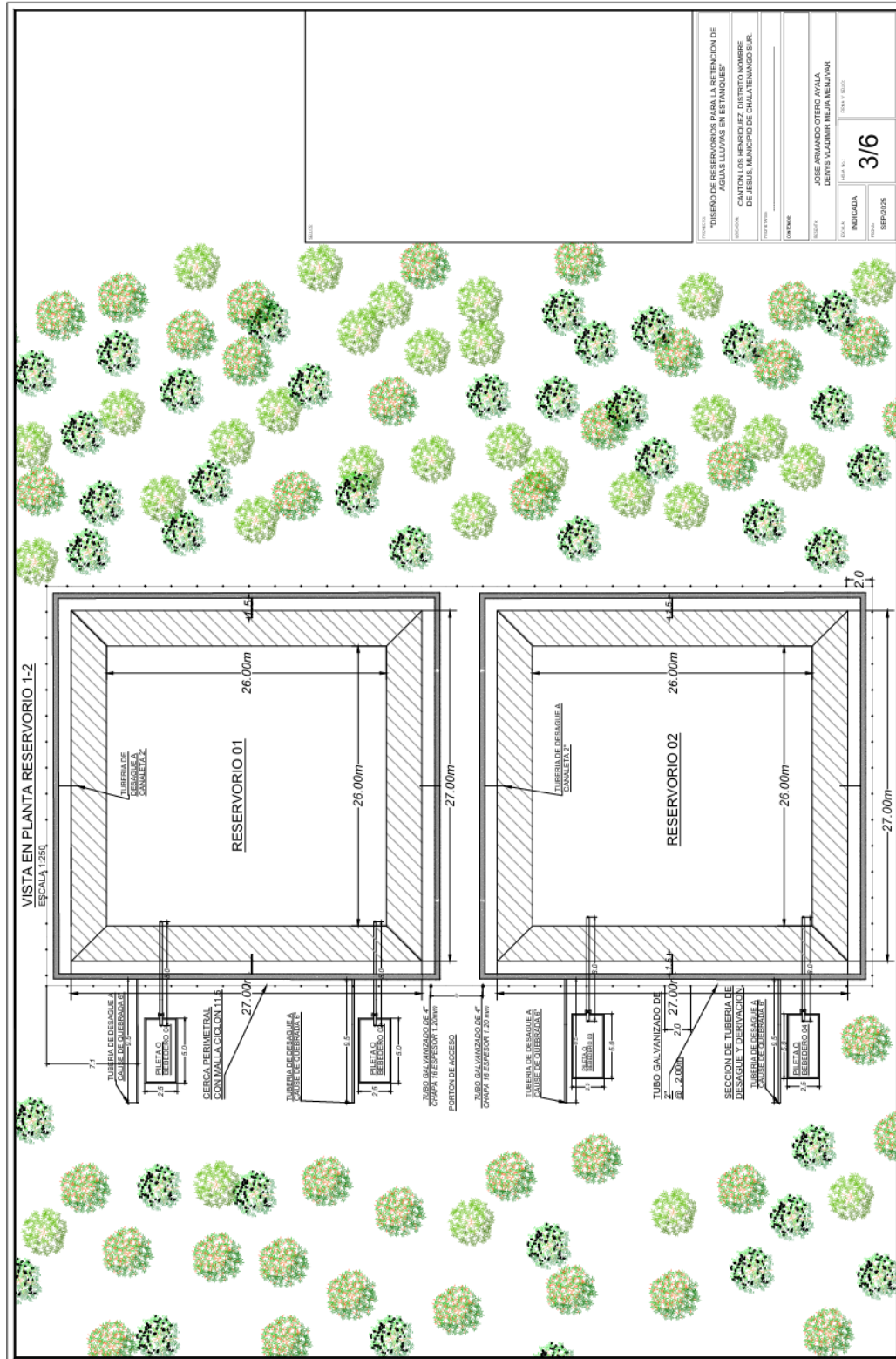


Ilustración 41: Diseño de reservorio.

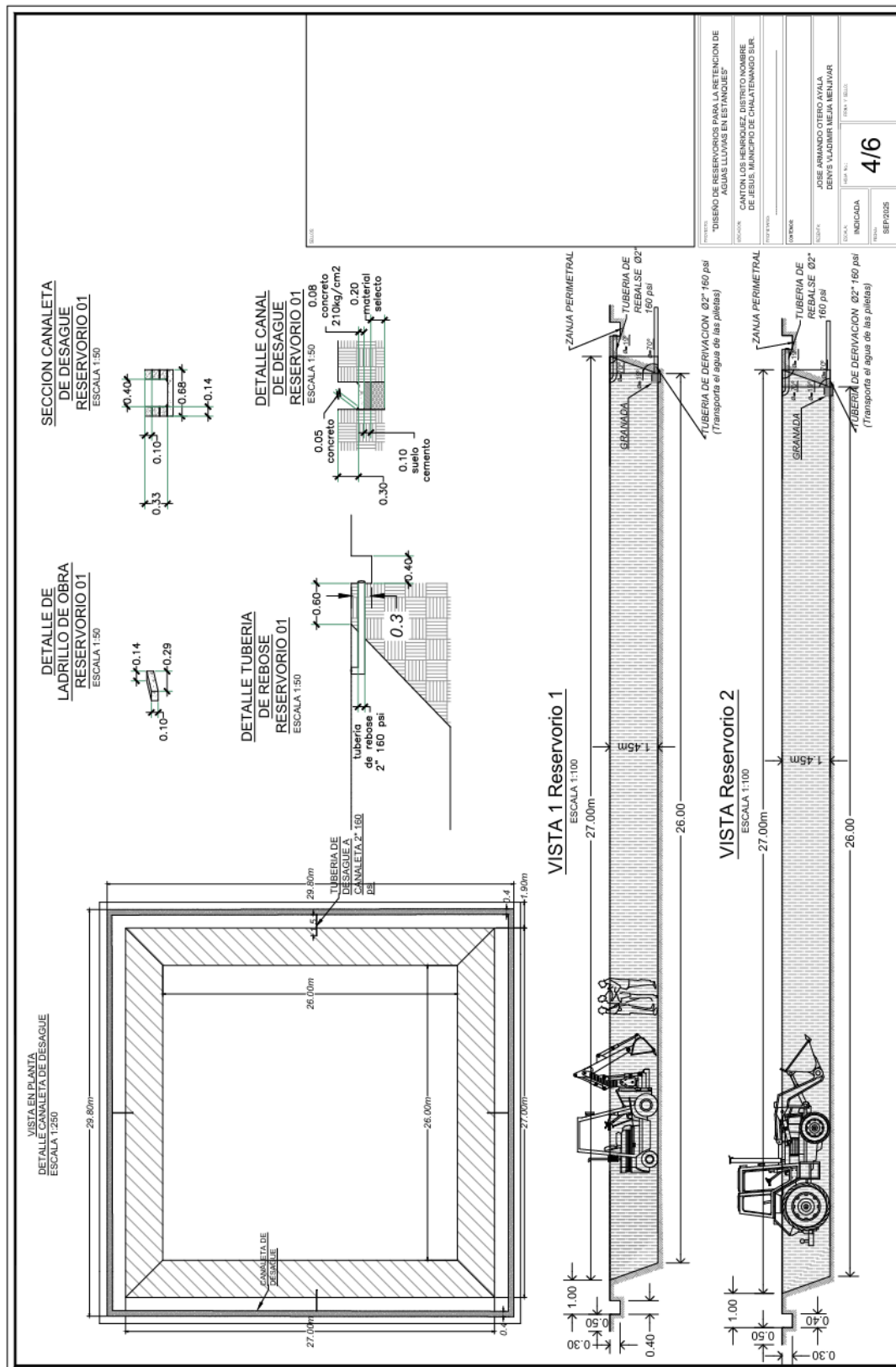


Ilustración 42: Sección de reservorios vista en planta y longitudinales.

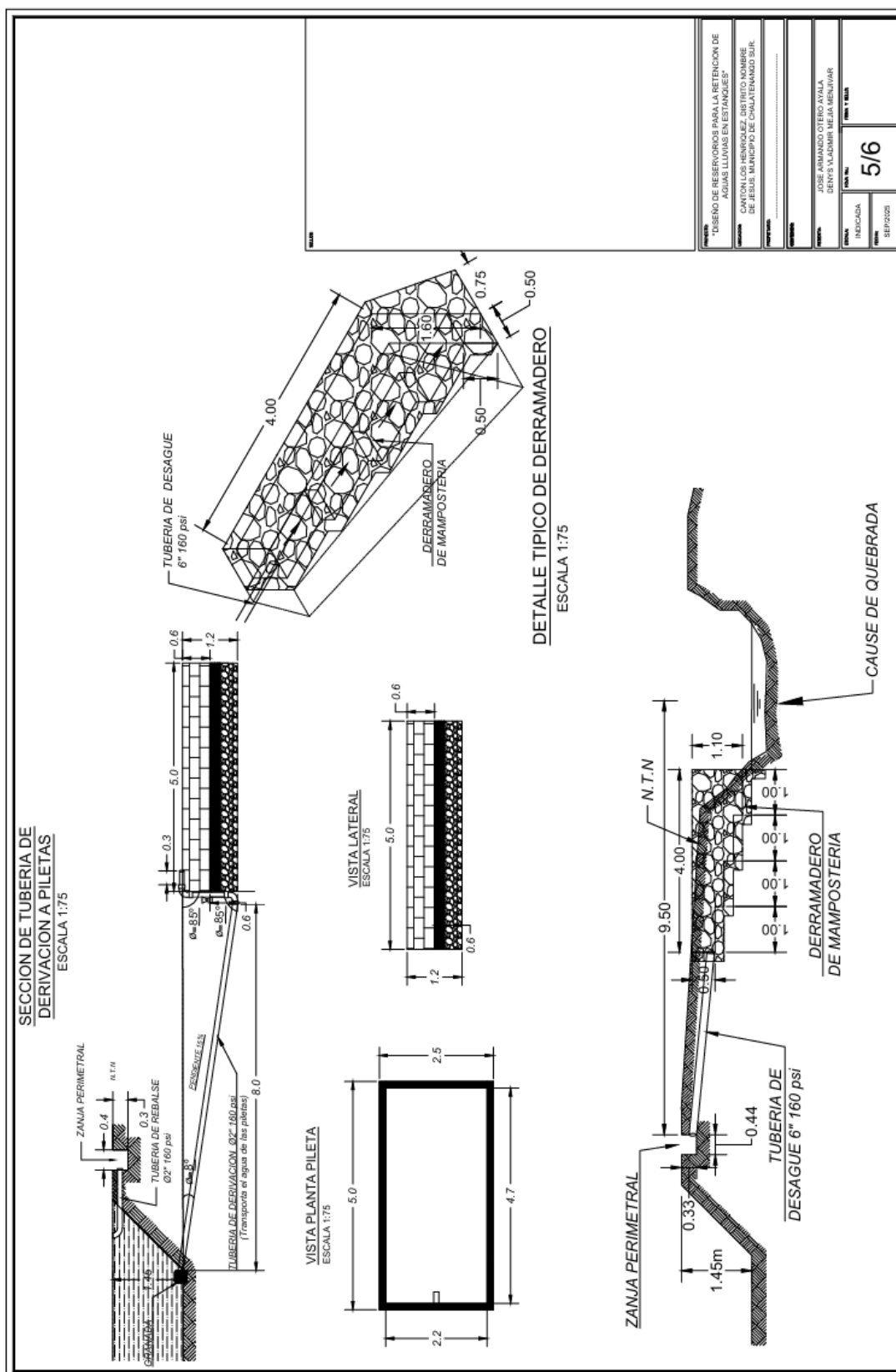


Ilustración 43: Detalle de desagües, canaletas y piletas.

