

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA

FACULTA DE INGENIERIAS Y TIC's

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y MECÁNICA

LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y

ADMINISTRACIÓN

Trabajo Final de Graduación

**Diseño e instalación de sistema de bombeo automatizado para el
abastecimiento de agua en finca ganadera.**

Autor:

Franklin Alejandro Ramírez Alvarado

Heredia, C.R.

Fecha: II Cuatrimestre 2020



UNIVERSIDAD LATINA
DE COSTA RICA

TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: Diseño e instalación de sistema de bombeo automatizado para el abastecimiento de agua en finca ganadera, por el estudiante: Franklin Alejandro Ramírez Alvarado, fue aprobada por el Tribunal Examinador de la carrera de Ingeniería Mecánica y Administración de la Universidad Latina de Costa Rica, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Mecánica y Administración:

Ing. Jonathan Hernández Hernández

Tutor

Ing. Josué Torres Rojas

Lector

Ing. Vittorio Andrés Vesco Ortega

Representante

Heredia, 11 de septiembre de 2020

Sres.

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

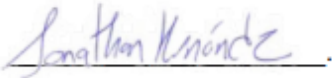
SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: Diseño e instalación de sistema de bombeo automatizado para el abastecimiento de agua en finca ganadera, elaborado por el estudiante Franklin Alejandro Ramírez Alvarado puedan optar por Licenciatura en Ingeniería Mecánica y Administración

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,



Ing. Jonathan Hernández Hernández

Tutor

Heredia, 11 de septiembre de 2020

Sres.

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: Diseño e instalación de sistema de bombeo automatizado para el abastecimiento de agua en finca ganadera, elaborado por el estudiante Franklin Alejandro Ramírez Alvarado puedan optar por Licenciatura en Ingeniería Mecánica y Administración

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,



Ing. Josué Torres Rojas

Lector

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

San José, 03 de setiembre del 2020


Señores
Universidad Latina de Costa Rica
Facultad de Ingeniería y TIC's
Escuela de Ingeniería Mecánica y Administración

Estimado señores:

En mi condición de profesional colegiado en el Área de la Filología y Lingüística, doy fe que he procedido a leer y corregir los errores de redacción, construcción de párrafos, acentuación y otros del documento titulado: **"Diseño e instalación de sistema de bombeo automatizado para el abastecimiento de agua en finca ganadera"** del estudiante: Ramírez Alvarado Franklin Alejandro.

El documento ha sido corregido por parte del interesado.

Atentamente,


Lic. Jorge Alfonso Arias Vega

Cédula 2-300-831

Carné 100-18

Colegio de Licenciados y Profesores



“Carta autorización del autor (es) para uso didáctico del Trabajo Final de Graduación”

Vigente a partir del 31 de Mayo de 2016, revisada el 24 de Abril de 2020

Instrucción: Complete el formulario en PDF, imprima, firme, escanee y adjunte en la página correspondiente del Trabajo Final de Graduación.

Yo (Nosotros): Franklin Alejandro Ramírez Alvarado
Escriba Apellidos, Nombre del Autor(a). Para más de un autor separe con " ; "

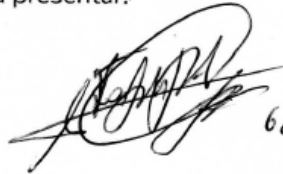
De la Carrera / Programa: Ingeniería Mecánica y Administración
autor(es) del trabajo final de graduación titulado: Diseño e instalación de sistema de bombos automatizado para el abastecimiento de agua en finca ganadera.

Autorizo (autorizamos) a la Universidad Latina de Costa Rica, para que exponga mi trabajo como medio didáctico en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI o Biblioteca), y con fines académicos permita a los usuarios su consulta y acceso mediante catálogos electrónicos, repositorios académicos nacionales o internacionales, página Web institucional, así como medios electrónicos en general, Internet, intranet, DVD, u otro formato conocido o por conocer; así como integrados en programas de cooperación bibliotecaria académicos, que permitan mostrar al mundo la producción académica de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido.

De acuerdo a lo dispuesto en la Ley No. 6683 sobre derechos de autor y derechos conexos de Costa Rica, permita copiar, reproducir o transferir información del documento, conforme su uso educativo y debiendo citar en todo momento la fuente de información; únicamente podrá ser consultado, esto permitirá ampliar los conocimientos a las personas que hagan uso, siempre y cuando resguarden la completa información que allí se muestra, debiendo citar los datos bibliográficos de la obra en caso de usar información textual o paráfrasis de la misma.

La presente autorización se extiende el día (Día, fecha) 11 del mes Septiembre de año 2020 a las 8:00 pm. Asimismo doy fe de la veracidad de los datos incluidos en el documento y eximo a la Universidad de cualquier responsabilidad por su autoría o cualquier situación de perjuicio que se pudiera presentar.

Firma(s) de los autores
Según orden de mención al inicio de ésta carta:


604380254

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, agradezco, primero a Dios, por permitirme llegar hasta donde en este momento, he llegado, por darme la oportunidad de tener una excelente familia que me ha brindado apoyo en todo momento.

Agradezco en especial a mis padres, Alejandra Alvarado Quirós y Franklin Ramírez Calderón, por ser mis motores, mis ejemplos a seguir, mi inspiración, por ser incondicionales y siempre brindarme apoyo en mis proyectos y metas.

Agradezco a mis amigos, compañeros, colegas y profesores por la ayuda dedicada en este proceso.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el agua ha sido un recurso muy utilizado por el hombre, desde ser un elemento de consumo necesario para la vida, ser utilizado en labores cotidianas, como lavar, ducharse, cocinar, hasta para procesos industriales como la producción de energía eléctrica, corte de materiales, procesos alimenticios, médicos, agrícolas entre otros. La ingeniería ha logrado aprovechar al máximo este fluido, diseñando y construyendo sistemas tanto para facilitar labores como para almacenar y distribuir el recurso de una manera adecuada, previendo de las dotaciones necesarias a cada uno de sus usos.

El proyecto trata sobre el diseño e instalación de un sistema de bombeo que trabaja de forma automática mediante el uso de un interruptor de nivel. Este interruptor será la parte principal para que el proceso de llenado se dé automáticamente. Se hará uso de una bomba eléctrica sumergible, la cual se colocará al fondo de la fuente de alimentación de agua, con tal de evitar pérdidas por succión. Se tomará en cuenta la colocación de accesorios necesarios para su correcto funcionamiento y respectivo mantenimiento. Lo anteriormente mencionado se llevará a cabo en una finca que cuenta con una vivienda pequeña utilizada para vacacionar, además de la presencia de animales de pastoreo, que mediante la realización del proyecto gozarán del recurso hídrico.

El trabajo se realizará basado en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias y el Código Eléctrico tal y como lo recomienda el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. Se confeccionará un plano, en donde se aprovecharán puntos estratégicos como diferencias de altura en el terreno para el diseño, y se verán dos escenarios distintos en el mismo dibujo, el primero abarcará el sistema de bombeo desde el pozo hasta el tanque, el segundo punto en donde el tanque por gravedad abastecerá la vivienda y el bebedero de los animales.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	I
INTRODUCCIÓN	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
CAPÍTULO I	1
PROBLEMA Y PROPÓSITO	2
1.1 Síntomas	2
1.2 Causas	2
1.3 Pronóstico	2
1.4 Control al pronóstico	3
1.5 Formulación de problema	4
1.6 Sistematización del problema.....	4
1.7 Objetivo General	4
1.8 Objetivo Específico.....	4
1.9 Estado actual de la investigación	5
1.10 Metodología	5
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO	8
2.1 Marco Situacional	8
2.2 Ubicación espacial	8
2.3 Marco Teórico del Objeto de Estudio	9
2.4 Hipótesis	16
2.5 Limitaciones.....	16
2.6 Alcances.....	16
CAPÍTULO III	17
DESARROLLO.....	18
3.1 Datos de propiedad	18
3.1.1 Ubicación.....	18
3.1.2 Disponibilidad de servicios públicos.....	18

3.2 Datos para el cálculo de sistema	18
3.2.1 Consumo económico del sistema antiguo (a gasolina)	18
3.2.2 Distancias	19
3.2.3 Tanque de almacenamiento.....	19
3.3 Cálculos para el sistema hidráulico	20
3.3.1 Dotación diaria	20
3.3.2 Cálculo del tanque de instalación	21
3.3.3 Cálculo de altura del tanque	22
3.3.4 Estudio de la fuente de alimentación de agua.....	23
3.3.5 Tuberías	23
3.3.6 Cálculo de la bomba.....	23
3.4 Cálculo para el sistema eléctrico.....	25
3.4.1 Cálculo de conductores eléctricos	25
3.4.2 Cálculo de disyuntor termo magnético	27
3.4.3 Accionamiento de bomba	27
3.4.4 Consumo eléctrico de bomba de agua de sistema nuevo	27
3.5 Costo de proyecto	28
3.5.1 Materiales.....	28
3.5.2 Mano de obra.....	28
3.6 Comparación de sistemas	28
CONCLUSIONES	30
RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	32
GLOSARIO.....	33
ANEXOS	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consumo de sistema de motobomba.....	18
Tabla 2. Dotaciones mínimas diarias	20
Tabla 3. Ampacidades posibles en conductores	25
Tabla 4. Calibre de conductores puesta a tierra	26
Tabla 5. Comparación económica de sistemas	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación espacial de Cerrillos, Esparza	9
Figura 2. Ejemplo de sistema de bombeo	10
Figura 3. Motobomba	12
Figura 4. Bomba de superficie	13
Figura 5. Bombas sumergibles	14
Figura 6. Presostato	14
Figura 7. Interruptor de nivel	15

CAPÍTULO I

PROBLEMA Y PROPÓSITO

1.1 Síntomas.

Entre los posibles síntomas destacan:

- Exceso de trabajo al tener que llenar el tanque cada dos días, de forma manual. De forma manual hace referencia a que como existe una bomba a gasolina que no está fija, se encuentra con uniones de tope, se tiene que conectar y desconectar cada vez que se use porque no puede quedar en el sitio debido a la delincuencia, además de arrancar el motor de combustión de la bomba manualmente.
- Gastos en combustible de transporte al tener que trasladarse al sitio, el cual se encuentra a 18 kilómetros del lugar de residencia y se debe repetir la visita de 2 a 3 veces por semana.
- Gastos en combustible de la motobomba, además del mantenimiento preventivo como cambios de aceite cada 30 horas de uso según fabricante, cambio de filtro de aire, filtro de gasolina, entre otros.
- Probabilidad de que exista desabastecimiento de agua por el difícil traslado y los animales se vean afectados.

1.2 Causas.

- Dificultad de traslado para suplir de agua el sitio, debido a la distancia de la propiedad a la residencia, además de que el horario laboral no me permite trasladarme en todo momento.
- La utilización de una bomba a gasolina o motobomba, ya que requiere gasto de combustible y mayor mantenimiento que el de una bomba eléctrica.
- El proceso se realiza de forma manual, a como se describió anteriormente.

1.3 Pronóstico.

De no resolver el problema no se podría garantizar que se cuente con el abastecimiento de agua todo el tiempo, por ende, se podría ver en riesgo la salud de los

animales que se encuentran en la propiedad y, además, se podrían presentar problemas legales con el Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA).

1.4 Control al pronóstico.

Durante el desarrollo de este proyecto es necesario utilizar conocimientos y procedimientos de mecánica de fluidos apegados al código de instalaciones hidráulicas y sanitarias de Costa Rica, y conocimientos eléctricos apegados al Código Eléctrico Nacional, ya que, mediante esto, se garantiza fiabilidad y se procura que no existan deficiencias en el sistema a desarrollar.

1.5 Formulación del problema.

El problema consiste en que el sitio a realizar el proyecto no cuenta con acueducto ni asada, por lo que se hace uso de un pozo artesanal el cual se estudiará para asegurar que abastezca el caudal de la nueva bomba. El mismo se utiliza para suplir de agua a la propiedad mediante el uso de una bomba de gasolina que se acopla al sistema de forma manual y se desacopla cuando se carga el tanque por completo. Esta actividad se realiza aproximadamente cada dos o tres días. Al encontrarse tan alejada la propiedad del sitio de residencia, se hace complicado el traslado y debido a las condiciones laborales algunas veces es imposible movilizarse al lugar por lo que se debe pagar una persona para realizar la labor y existe la probabilidad que en algún momento esa persona no se encuentre disponible, no se abastezca de agua el tanque y los animales (ganado bovino) queden sin el recurso lo que les podría traer problemas de salud. Además, el sistema actual es deficiente y no está adaptado a las normas del Código hidráulico por lo que se sustituirá por completo.

1.6 Sistematización del problema.

El sistema a utilizar para dar solución al problema se basa en un enfoque de investigación mixto, en donde se recolectarán y analizarán datos tanto cuantitativos como cualitativos.

1.7 Objetivo General.

Diseñar e instalar un sistema de bombeo automatizado, mediante la realización de un plano e instalación de bomba eléctrica y red hidráulica basado en las normas del Código Eléctrico y Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, para el abastecimiento de agua de 10 cabezas de ganado de finca ganadera

1.8 Objetivos Específicos.

- Identificar puntos estratégicos tomando en cuenta diferencias de alturas y distancias en la propiedad para el diseño del sistema.
- Diseñar el sistema de bombeo y circuito hidráulico mediante la elaboración de un plano apegado a las normativas del Código Hidráulico y Código Eléctrico.
- Instalar el sistema diseñado aplicando los respectivos procedimientos.
- Comparar el sistema antiguo manual de bomba a gasolina con el nuevo sistema automatizado.

1.9 Estado actual de la investigación.

El tema de investigación consiste en el diseño e instalación de equipo de abastecimiento de agua, abarcando el área eléctrica, el área de mecánica de fluidos, ecología y medio ambiente, aportes que involucran criterios de rentabilidad y costos. El grado de interés está presente al ser un tema que un ingeniero debería ser capaz de llevar a cabo con sus conocimientos teóricos y prácticos, mientras que el aporte creativo está presente en cómo aprovechar al máximo los recursos con los que se cuenta para dar solución a la problemática.

1.10 Metodológica.

La naturaleza de este proyecto es teórico-práctico. Es necesario hacer un estudio del Código eléctrico y Código hidráulico, para determinar los requisitos necesarios para llevar a cabo el diseño del sistema además de aplicar los respectivos cálculos.

Respecto a la parte práctica, se instalará el sistema diseñado y se comparará los valores calculados con los obtenidos.

De completarse exitosamente el proyecto, se va a garantizar el bienestar de los animales de la propiedad, se contará con un sistema apropiado y existirá ahorro económico al evitar el uso de bomba a gasolina y al evitar traslados para realizar el proceso manualmente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Marco Situacional.

El proyecto consiste en el diseño e instalación de un sistema de bombeo automatizado para suplir de agua una finca ganadera, siendo el agua un recurso elemental para el goce de salud y suplir necesidades de los animales de pastoreo.

Para la realización del proyecto es requerido proceder a la instalación del sistema después de realizar el diseño y cálculos correspondientes, basado en el Código hidráulico y conocimientos obtenidos durante el tiempo de estudio, además de que se utilizara datos de campo.

Una vez concluido el proyecto se comparará el sistema que existía con el diseñado e instalado, para demostrar las mejoras y los beneficios del trabajo realizado.

2.2 Ubicación espacial.

La propiedad se encuentra en Cerrillos, en la provincia de Puntarenas en el cantón de Esparza, parte del distrito de San Jerónimo.

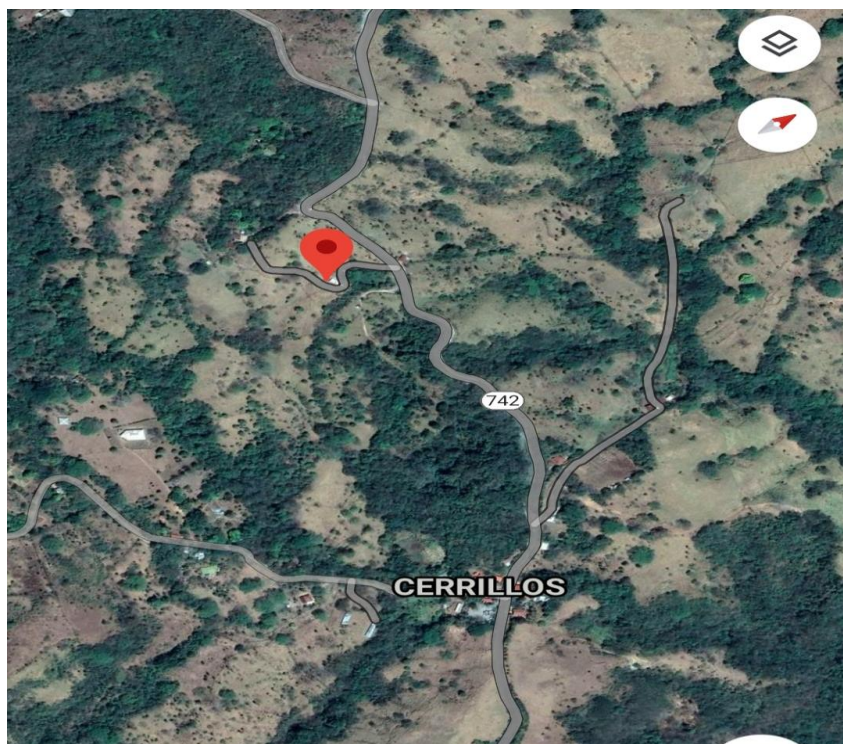


Figura 1. Ubicación espacial de Cerrillos, Esparza.

Fuente: (Google Maps, 2020)

2.3 Marco Teórico del Objeto de Estudio.

Uno de los recursos necesarios para la existencia es el agua. Martínez (2017) lo asegura en el siguiente aporte: “Es de destacar que el agua es esencial para la vida humana, y el saneamiento es indispensable para la salud, y ambos fundamentales para la dignidad de las personas”. (párr.2). Ahora bien, no solo es esencial para el ser humano, sino que también para toda forma de vida, en este caso, la vida animal la cual es protagonista de la realización de este proyecto. Martínez (2017) también comenta sobre lo que declara la ONU: “Finalmente, en julio 2010 la Asamblea General de las Naciones Unidas, mediante resolución A/RES/64/292 reconoce oficialmente el derecho humano al agua” (párr.7). Aunque así se quiera, brindar el acceso a este recurso, a todos los lugares, es una tarea difícil para nuestro país, no existe una cobertura total de sistemas de acueductos en todo el territorio. Es aquí donde la ingeniería juega un papel

importante, ya que, mediante distintos métodos, se puede dar el abastecimiento, utilizando alguna fuente existente en el sitio, ya sea un río, una naciente o un pozo.

Los métodos más comunes utilizados para el abastecimiento son los sistemas de bombeo. Estos sistemas se utilizan para el trasiego de fluidos, en este caso agua. Se constituye de dos partes principales una bomba y el dispositivo encargado de accionarla, ya sea un motor eléctrico o un motor de combustión interna, que le proporcionan a la bomba energía mecánica, la cual se transforma en energía cinética aplicada al líquido. Además, también lo componen, el tablero de control, el sistema de encendido o activación, el cual podría componerse de un flotante eléctrico o interruptor de nivel, o bien un presostato, tuberías de distintos materiales instaladas en la succión y descarga de la bomba, accesorios de distintos materiales y el tanque de captación o elevado dependiendo de donde se coloque, donde se depositará el líquido trasogado y pueden clasificarse en un tanque elevado o bien un tanque de captación subterráneo.

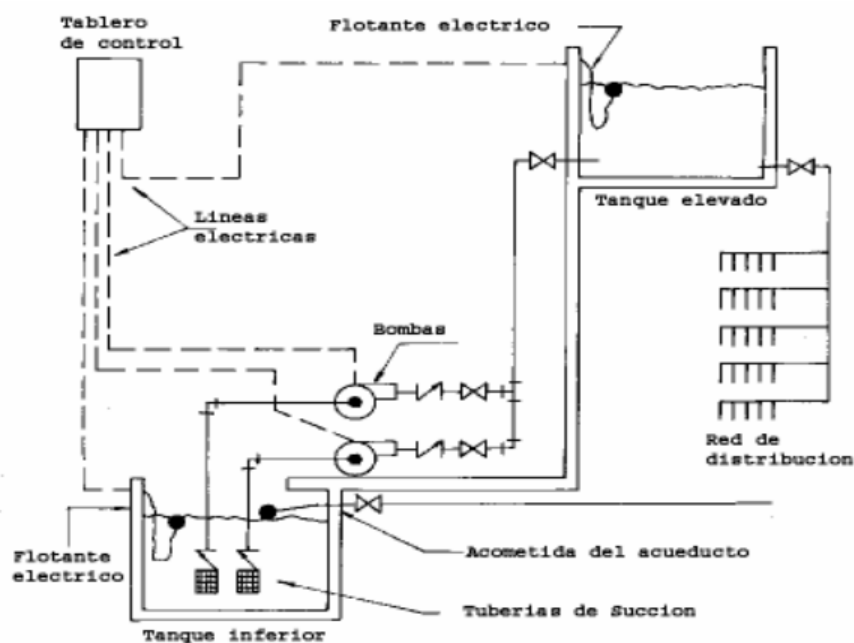


Figura 2. Ejemplo sistema de bombeo.

Fuente: (Wekker, 2004)

En nuestro país, para asegurar que los proyectos de este tipo se realicen con estándares y de la mejor manera, se deben seguir procedimientos basados en normas las

cuales, en este caso se encuentran en el Código Eléctrico y el Código Hidráulico, y para respaldar lo anteriormente mencionado, La Gaceta (2017) dice:

En aras de mejorar y asegurar una adecuada práctica profesional en las diversas ramas de la Ingeniería y de la Arquitectura, el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA) desde hace ya muchos años, realiza el establecimiento de códigos y normas técnicas. El objeto de estas normas es establecer los requisitos básicos que aseguren una calidad adecuada de las obras (p.1).

Ahora bien, conociendo las normativas encargadas de velar por la supervisión de estas obras, y refiriéndose a los sistemas de bombeo, pueden existir distintos casos en los que se requiera estos equipos, Dragon (2017) cita las distintas ocasiones para utilizar estos equipos:

Un equipo de bombeo de pozo profundo se utiliza para cambiar la posición del agua que se encuentra en el subsuelo para que salga a la superficie. Un equipo de bombeo de transporte se utiliza para adicionar energía de presión al fluido, que se utiliza para poder vencer las pérdidas de fricción que se tienen en la conducción, esto se da en donde las elevaciones, así como los diámetros de tubería y las velocidades del fluido son iguales. En la mayoría de las aplicaciones de los equipos de bombeo en que se trabajan con presiones y elevaciones iguales, generalmente estos adicionan energía de velocidad. (p.1).

Existen bombas para cada necesidad y se debe tener en cuenta diferentes aspectos para su selección, por ejemplo, la fuente de energía a utilizar en el accionador de la bomba, si no existe disponibilidad de energía eléctrica en la zona, se debería utilizar un motor de combustión interna. Tomar en cuenta la altura a la que se desea elevar el fluido, el caudal, que es la cantidad de fluido en relación con una unidad de tiempo, normalmente en las bombas representado en litros entre minuto, también se podría representar en metros cúbicos entre segundos. El diámetro de succión y el de descarga, el mercado, el presupuesto, los componentes existentes en el fluido a transportar, la potencia y la eficiencia también se deben contemplar para la elección.

Otro aspecto, antes de proceder a escoger el tipo de bomba a utilizar, es clasificar el tipo de agua que se requiere bombear las cuales según Esquivel (2016) se pueden encontrar:

Aguas limpias

Las aguas limpias o aguas claras son para consumo casero. Se trata básicamente de agua de mar o aguas tratadas con cloro, por el propio ozono o algún otro tipo de líquidos. Para este tipo de aguas se pueden utilizar casi todos los tipos de bombas de agua, como las bombas centrífugas, tanto de superficie como sumergibles.

Agua sucia

Por otro lado, están las aguas sucias que han sido usadas o cargadas y que pueden proceder de un inodoro, una fosa séptica, cañerías en general y que contienen partículas en suspensión, también pueden ser aguas de filtraciones o estancadas. (p.1).

A partir del lugar se encuentre ubicada la bomba clasificaríamos la instalación en un sistema por aspiración en donde la bomba se encuentra por encima del nivel de agua a trabajar, mientras que, si se encuentra en un nivel igual o inferior respecto al agua, sería un sistema por carga. En lugares en los que no existe flujo eléctrico, son ideales las motobombas, que funcionan con un motor de combustión interna. Otero, Kolaev, & Merlin (s.f.) aportan la siguiente información:

Las motobombas son aquellas bombas que funcionan mediante un motor de gasolina, ya sea de dos o de cuatro tiempos. Su gran ventaja es su movilidad y autonomía y están indicadas para el riego de fincas, evacuación de aguas, llenado o vaciado de depósitos... e incluso situaciones de emergencia como inundaciones o incendios (p.1).



Figura 3. Motobomba

Fuente: (De máquinas y herramientas, 2018)

Para casos como los del proyecto, en donde la propiedad ya cuenta con el servicio eléctrico, se podrían utilizar dos tipos de clasificación de bombas eléctricas, las de superficie y las sumergibles que se definen de la siguiente manera:

Bomba de superficie

Es una máquina con motor que funciona fuera del agua. Normalmente es eléctrica y se usa para el vaciado y el trasvase de aguas limpias o para riego. Tiene una entrada de auto aspiración, que es por donde absorbe el agua, y otra salida de expulsión, por donde impulsa el agua en el circuito. Pueden aspirar agua que se encuentre, como máximo, a 8 metros de profundidad. No debe ponerse en funcionamiento sin agua, por lo que es recomendable ponerle una válvula de retención en el orificio de aspiración. (Leroy Merlín, 2019) (p.1).



Figura 4. Bomba de superficie

Fuente: (Leroy Merlín, 2019)

Bomba sumergible

Una bomba de agua sumergible funciona bajo la superficie de la tierra. No funcionará si no está sumergida en un líquido. Una bomba de agua sumergible presiona el agua hacia la superficie, en lugar de absorberla desde el suelo como las bombas de agua sobre el nivel de la tierra. La mayoría de las bombas de agua sumergibles son cilindros largos que tienen un diámetro de 3 a 5 pulgadas (7,5 a 12,5 cm) y 2 a 4 pies (61 a 122 cm) de largo. Tienen un motor sellado herméticamente que está unido de forma acoplada al cuerpo de la misma. Esto evita que el agua ingrese al motor de la bomba, causando un cortocircuito. (Bostick, 2017) (p.1).



Figura 5. Bombas sumergibles

Fuente: (Dakxim, 2018)

Se optará por una bomba sumergible, debido a que son las mayormente utilizadas para pozos, por sus características, además de que este tipo de bomba evita pérdidas por succión. Por otra parte, dentro de los elementos encargados de la activación de la bomba, cada vez que se necesite restablecer el fluido consumido, pueden existir dos opciones, un presostato o un interruptor de nivel. Un interruptor de presión o también llamado presostato, consiste en un mecanismo en el cual un fluido ejerce presión en un embolo para que este controle el paso de corriente, y puede ser ajustable.



Figura 6. Presostato

Fuente: (Genebre, s.f.)

Un interruptor de nivel consiste en un flotador tipo boya, el cual, al provocársele movimiento, al subir o bajar el nivel del agua, abre o cierra el flujo eléctrico. A diferencia del presostato, este dispositivo no encenderá la bomba cada vez que se pierda presión en la tubería, sino que se coloca dentro del tanque y se puede ajustar de tal manera que el tanque comenzará el llenado al nivel que uno lo desee, por lo tanto, es el más apropiado de utilizar en este trabajo.



Figura 7. Interruptor de nivel

Fuente: (riegoyaccesorios.es, s.f.)

Ahora bien, para la parte del trasiego del fluido se deben utilizar tuberías. Existen de distintos materiales y especificaciones y todo va a depender del medio en el que se instalarán, la aplicación que se dará entre otros aspectos que influirán en su selección. Debido a que no se conocen los componentes del agua del pozo del terreno, se procederá a utilizar tubería de PVC y la selección de la cédula dependerá de las presiones que se maneje. Asoven (2018) define el PVC de la siguiente manera:

El PVC (policloruro de vinilo) es una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Sus componentes provienen del petróleo bruto (43%) y de la sal (57%). Es el plástico con menos dependencia del petróleo. En este momento sólo el 4% del consumo total del petróleo se utiliza para fabricar materiales plásticos y de ellos, únicamente una octava parte corresponde al PVC. Se obtiene por polimerización del cloruro de vinilo, cuya fabricación se realiza a partir de cloro y etileno. Es un material ligero y químicamente inerte e inocuo. Es un material termoplástico, es decir, bajo la acción del calor (140 a 205°C) se reblandece pudiendo moldearse fácilmente; cuando se enfría recupera la consistencia inicial conservando la nueva forma (p.1).

Dentro de las ventajas de la utilización de tuberías de este material, se encuentra la facilidad de instalación, resistencia a la corrosión, resistencia mecánica y debido a las paredes lisas internas no hay problemas en pérdidas por rugosidad, además su duración es de muchos años, entre otros.

Como parte final debe existir un depósito en donde se almacenará el agua extraída, el mismo tendrá el nombre de tanque elevado, el cual se podría encontrar en distintas formas, por debajo el suelo, a nivel o bien podría ser elevado, este último será utilizado ya que el relieve de la propiedad cuenta con diferencias de alturas que se utilizarán.

2.4 Hipótesis.

El diseñar e instalar este sistema va a garantizar mayor seguridad de que la propiedad cuente con almacenamiento de agua y se mantenga la salud de los animales.

2.5 Limitaciones.

Al ser una zona rural, si existiera un corte en el flujo eléctrico, la reparación podría tardarse más de lo normal, inclusive una falla por días, y si el tanque no se encontrará del todo por completo, el sistema no podría cumplir el objetivo, mantener abastecida la propiedad.

2.6 Alcances

Al finalizar el proyecto la expectativa es que lo instalado esté concorde con lo diseñado y que el sistema funcione de la mejor manera para cumplir con el abastecimiento de agua para velar por la salud animal y a la vez disminuir trabajo y gastos.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO

3.1. Datos de la propiedad

3.1.1. Ubicación

La propiedad se ubica en Cerrillos, en la provincia de Puntarenas, en el cantón de Esparza en el distrito de San Jerónimo, 100 metros sur del parque de Cerrillos.

Las coordenadas geográficas son las siguientes:

Latitud: 10° 5' 0" Norte

Longitud: 84° 39' 0" Oeste.

Elevación: 626 m

3.1.2. Disponibilidad de servicios públicos

La finca cuenta con disponibilidad de servicio eléctrico, pero según el documento número GSP-RPC-ESP-2018-00086, de disponibilidad de servicio de acueducto solicitado al AYA (Acueducto y Alcantarillado) el sitio no cuenta con el servicio.

3.2. Datos para el cálculo del sistema

3.2.1. Consumo económico del sistema antiguo (a gasolina)

Indicador	Detalle	Consumo económico	Consumo por mes
1. Traslado al lugar	Por día trasladado	€ 2000	€ 20 000
2. Combustible de motobomba	Por llenado de tanque	€ 500	€ 5000
3. Mantenimiento de motobomba	Cada 30 horas de uso	€ 6000	€ 2000
4. Encargado de realizar la labor	Por llenado de tanque	€ 2000	€ 10 000
Total	-----	-----	€ 37 000

Tabla 1. Consumo del sistema con motobomba.

Notas:

- En el punto 1 se toma como referencia el precio del litro de gasolina en ¢ 517.22 y 18 km del lugar de residencia al sitio tanto ida y vuelta al lugar, además de que se va aproximadamente cada 3 días. Otra referencia es que el vehículo a disposición recorre un promedio de 100 km con 11.8L de combustible en camino de difícil acceso y en constante elevación.
- En el punto 2 se toma como referencia el litro de gasolina en ¢517.22, y se saca el cálculo aproximado deduciendo que el tanque de combustible de la motobomba se encuentre lleno con ¢2000 de combustible y alcanza para llenar 4 veces el tanque de agua.
- En el punto 3 de mantenimiento, se realiza cambios de aceite y filtro de aire según tiempo que recomienda el fabricante.

3.2.2. Distancias**Longitud del sistema Hidráulico**

- Del tanque a la vivienda: Aproximado 85 metros
- Del pozo al tanque: Aproximado 44 metros
- Profundidad del pozo: Aproximado 12 metros

Longitud del sistema eléctrico

- De la acometida a la bomba: Aproximado 40 metros
- De la bomba al tanque: Aproximado 44 metros

3.2.3. Tanque de almacenamiento

La propiedad cuenta con un tanque de plástico de volumen de 5000 litros, al cual se le realizará el cálculo para comprobar que cumpla con la capacidad necesaria para suplir la dotación especificada en el Código hidráulico. El tanque actual cumple con las características requeridas en el artículo 6.5-3 de dicho Código, el cual dice:

Artículo 6.5-3 Los materiales para los tanques de almacenamiento deberán cumplir con los siguientes requisitos generales: impermeables, inodoros y que no den sabor al agua. Estos materiales pueden ser: plásticos, metales,

fibrocemento, fibra de vidrio, concreto armado u otros materiales aprobados por la autoridad sanitaria (p.72).

3.3. Cálculos para el sistema hidráulico

3.3.1. Dotación diaria

Clase de edificación	Dotación (Litros/persona/día)
Casas de interés social	150
Casas unifamiliares	250
Apartamentos y condominios	250
Hoteles y alojamientos ⁽¹⁾	200
Hospitales ⁽²⁾	1250
Escuelas	
Alumnado externo	50
Alumnado interno	150
Restaurantes, bares y similares ⁽³⁾	25
	50 ⁽⁴⁾
Instalaciones deportivas y baños públicos	50
Locales comerciales y edificios para oficina	50
	6 ⁽⁴⁾
Salas de baile y similares	30 ⁽⁴⁾
Cines, teatros, auditorios y templos	8
Estadios, gimnasios y similares	4
Orfanatos, asilos y similares	150
Fábricas en general (uso personal)	60
Carnicerías y pescaderías	20 ⁽⁴⁾
Mercados	5 ⁽⁵⁾
Lecherías	120
Mataderos	
Animales grandes	300
Animales pequeños	150
Aves de corral	16
Jardines	1,5
Balneario	50
Piscinas	
Con recirculación	10 ⁽⁴⁾
Sin recirculación	25 ⁽⁴⁾
Cárceles	200
Estacionamientos	2 ⁽⁴⁾
Lavanderías	
Al seco, tintorería	30 ⁽⁶⁾
Ropas en general	40 ⁽⁶⁾
Estaciones de lavado de autos	8000 ⁽⁷⁾
Criaderos de animales	(L/día/animal)
Ganado lechero	120
Bovinos	40
Ovinos	10
Equino	40
Porcino	10-30
Aves de corral	20 ⁽⁸⁾

Tabla 2. Dotaciones mínimas diarias

Según el artículo 4-1 del Código hidráulico, las dotaciones mínimas diarias se deben calcular haciendo uso de la tabla anterior, por lo tanto, para el proyecto se desarrolla de la siguiente manera:

Datos:

- Casa interés social: **150** litros/persona/día (4 personas) = 600 litros diarios
- Ganado bovino: **40** litros/animal/día (10 animales) = 400 litros diarios
- Ganado equino: **40** litros/animal/día (1 animal) = 40 litros diarios

Sumando los datos, se obtiene como dotación diaria mínima un total de **1040 litros**

3.3.2. Cálculo del tanque e instalación

Para calcular el dimensionamiento del tanque y los requisitos de su base y protección, se deben tomar en cuenta los siguientes artículos del Código hidráulico:

Artículo 6.5.1-1 Cuando solo exista tanque elevado, es recomendable que su capacidad sea cuando menos igual al consumo diario total de las instalaciones. En casos en los cuales las interrupciones en el abastecimiento sean esporádicas, se podrá disminuir la capacidad de dicho tanque (p.72).

Como se puede apreciar en el artículo 6.5.1-1, el volumen de la capacidad del tanque debería ser al menos igual al consumo diario, por lo que debería ser 1040 litros, y dado a que se tiene un tanque de 5000 litros, se puede asegurar abastecimiento de agua para aproximadamente 5 días, por lo que el tanque es ideal y servirá para el proyecto, con un alto factor de seguridad de abastecimiento.

Para el diseño e instalación de los accesorios del tanque se deben considerar los siguientes artículos:

Artículo 6.5.1-5 Todos los accesorios que necesiten cambio o reparación deberán instalarse en sitios accesibles. Las válvulas de los tanques que queden bajo el nivel del terreno o piso deberán estar provistas de una caja, de acuerdo con lo establecido en la sección 6.4.3 (p.73).

Artículo 6.5.1-3 Dispositivos y conexiones. Los tanques de almacenamiento estarán dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación, mantenimiento y limpieza, tales como registro, tubería de entrada con válvula de boya u otro mecanismo automático de control, tubería de salida con válvula de compuerta o de paso, tubería de ventilación, tubería de rebalse protegida

contra la entrada de insectos y una tubería de limpieza que descargue sin provocar inundaciones

Para la elaboración del resguardo del tanque, es decir, lo que lo mantendrá protegido de la intemperie, se debe tomar en cuenta los artículos: (Ver anexo C)

Artículo 6.5-2 Los tanques de agua deberán diseñarse de forma que garanticen la potabilidad del agua en todo momento e impidan la entrada de agua de lluvia, roedores u otros contaminantes. En el caso de condominios y edificaciones multifamiliares, deberán contar con acceso directo desde las áreas comunes de la edificación para su debida operación, inspección y mantenimiento (p.72).

Artículo 6.5.2-1 La distancia vertical entre el techo de un tanque y el eje del tubo de entrada del agua no podrá ser menor a quince centímetros (0,15 m). En aquellos tanques donde la tapa cubra toda su superficie y exista acceso directo a los dispositivos de entrada, esta distancia podrá disminuirse a diez centímetros (0,10 m) (p.73).

3.3.3. Cálculo de altura del tanque

Este dato de altura a la cual se debe instalar el tanque se conseguirá tomando en cuenta la presión establecida en el siguiente artículo del Código hidráulico:

Artículo 6.3.1-2 La presión de servicio después del medidor deberá ser mayor a diez metros de columna de agua (10 mca) (p.59)

Teniendo el dato de presión podemos despejar la incógnita de altura de la siguiente ecuación:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

En donde:

P= presión

ρ = densidad del agua

g= gravedad

h= altura

Datos:

P= (10 mca) = (14,22 psi) = (98 Kpa) = (98 KN/m³)

ρ = 1000 kg/m³

g= 9,81 m/s²

h= ?

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

$$98 \text{ KN/m}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot h$$

Al realizar el procedimiento correspondiente, utilizando los datos y fórmula anterior obtenemos que la altura es igual a 10 metros.

Como método de campo, cada 20 metros de tubería agregaremos 1 metro de altura para compensar pérdidas, esto es conocido como método de longitud equivalente. Anteriormente se menciona una longitud de 85 metros de tubería, por lo que se debería agregar 4,25 metros más de altura, redondeado a 5 metros, sumado al total obtenido de la fórmula pasada que es 10 metros, obtendremos un total de 15 metros de altura.

3.3.4. Estudio de la fuente de alimentación de agua

El pozo cuenta con aproximadamente 5500 litros de agua y al extraerse el agua vuelve a subir aproximadamente 55 litros por minuto, ya que una vez que se completa el tanque, tarda aproximadamente 1,5 horas en reponer lo extraído.

3.3.5. Tuberías

El material de las tuberías a utilizar en el sistema es PVC, para la bomba SDR 17 en 1^{1/4} pulgada para presión de trabajo de hasta 250 psi y para el abastecimiento de la casa y bebedero SDR 41 en 1^{1/2} pulgada para presión de trabajo de hasta 100 psi, con reducción a tubería de 1/2 pulgada para la instalación de accesorios de la vivienda y bebedero. Estos conductos se instalarán subterráneamente por lo que se deben tomar en cuenta los siguientes artículos del respectivo Código: (Ver anexo D)

Artículo 6.4.3-2 Las tuberías enterradas deberán colocarse en zanjas excavadas de dimensiones tales que permitan su fácil instalación. La profundidad mínima de la zanja será tal que haya al menos treinta centímetros (0,30 m) entre la corona del tubo y el nivel del terreno. Antes de proceder a la colocación de las tuberías, deberá compactarse el fondo de la zanja. Una vez colocadas las tuberías, rellenada y compactada la zanja, serán inspeccionadas y sometidas a las pruebas estipuladas en la sección 6.8. El relleno de la zanja se efectuará utilizando un material adecuado, extendido por capas horizontales de quince centímetros (0,15 m) de espesor como máximo, debidamente compactado (p.71)

Artículo 6.4.3-4 Las válvulas de las tuberías que queden bajo el nivel del terreno o del piso deberán estar provistas de una caja protectora. Esta caja deberá colocarse en un sitio accesible y será tal que permita la reparación, remoción y operación de las válvulas (p.71).

3.3.6. Cálculo de la bomba

Para realizar el cálculo de la bomba a utilizar en el proyecto se deben tomar en cuenta los siguientes artículos:

Artículo 6.5.2-5 La tubería de aducción desde el abastecimiento público hasta el tanque elevado deberá calcularse para suministrar el consumo total diario en un tiempo no mayor a cuatro horas. Esta tubería deberá estar provista de su correspondiente llave de paso. Cuando se trate de edificios de una o dos plantas, el diámetro de la tubería de aducción al tanque elevado podrá seleccionarse de acuerdo con la dotación diaria y a la capacidad del tanque, según la tabla 6.10 (p.74).

Artículo 6.6.3-4 En la tubería de impulsión, inmediatamente después de la bomba deberá instalarse una válvula de retención y una válvula de compuerta.

Conociendo esto, se procede a aplicar la siguiente ecuación:

$$P = \gamma \cdot Q \cdot h$$

P= potencia de la bomba

γ = peso específico del agua en KN/m^3

Q= caudal

h= longitud de la tubería

Datos:

P= ? en Kwatts

$\gamma = 9.81 \text{ KN/m}^3$

Q= se debe calcular en m^3/s

h= 44 metros

Para hallar el caudal se toma como referencia la cantidad de litros del tanque, en este caso sería 5000 y se debe tomar en cuenta el tiempo aproximado en que queremos que se llene, en este caso 1 hora= 3600 segundos.

$$\frac{5000 \text{ litros}}{3600 \text{ s}} = 1,38 \text{ L/s}$$

3600 s

Aplicando factor de conversión

$$1,38 \frac{\text{L}}{\text{s}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 82,8 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

De litros entre minuto a metros cúbicos entre segundo

$$82,8 \text{ L/min} = 0,0013 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se colocan los datos en la fórmula

$$P = 9.81 \text{ KN/m}^3 \cdot 0,0013 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 44 \text{ m}$$

$$P = 0,56 \text{ Kwatts}$$

$$P = 560 \text{ watts}$$

$$P = 560 \text{ watts} \cdot \frac{1 \text{ hp}}{746 \text{ watts}} = 0,75 \text{ hp}$$

$$746 \text{ watts}$$

Dado este resultado, se procederá a buscar en el mercado una bomba de 1hp, 0,25 hp más de lo calculado para contrarrestar pérdidas y además que no se conoce la eficiencia de la bomba que se procederá a buscar.

3.4. Cálculo para el sistema eléctrico

3.4.1. Cálculo de conductores eléctricos

Para el cálculo de los conductores que alimentaran el motor de la bomba se utilizará la siguiente tabla del NEC (Código Eléctrico Nacional):

Tabla 310.16 Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones nominales de 0 a 2000 volts y 60° C a 90° C (140° F a 194° F). No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (enterrados directamente), basadas en una temperatura ambiente de 30° C (86° F).

Calibre AWG o kcmil	Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310.13(A)]						Calibre AWG o kcmil
	60° C (140° F)	75° C (167° F)	90° C (194° F)	60° C (140° F)	75° C (167° F)	90° C (194° F)	
	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
18	—	—	14	—	—	—	—
16	—	—	18	—	—	—	—
14*	20	20	25	20	—	—	—
12*	25	25	30	25	20	25	12*
10*	30	35	40	25	30	35	10*
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500

Tabla 3. Ampacidades posibles en conductores

Además de alimentar el motor de la bomba, se planea sobre una prevista para un tomacorriente 110 y 220 voltios para tener acceso a electricidad cerca del sitio por si se tiene que realizar un trabajo por lo que se tomará en cuenta para la selección del conductor.

Tomando en cuenta que se seleccionará conductor de aluminio para disminuir costos, y que es una distancia de aproximadamente 40 metros, se procede a hacer uso de la tabla anterior y se selecciona conductor de calibre 6, calculando 50 amperios por fase, en caso de utilizar una máquina de soldar pequeña, todo subterráneo entubado conduit UL, 3 líneas de la acometida hasta la caja de registro del proyecto, 2 fases y el neutro.

Para el cálculo del conductor de electrodo a tierra:

Tabla 250.122 Calibre mínimo de conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos.

Valor nominal o ajuste de dispositivos automáticos contra sobrecorriente en circuitos antes del equipo, conduit, etc., sin exceder de (Amperes)	Calibre (AWG o kcmil)	
	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre*
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250
1600	4/0	350
2000	250	400
2500	350	600
3000	400	600
4000	500	800
5000	700	1200
6000	800	1200

Nota: Cuando sea necesario cumplir con la sección 250.4(A)(5) o (B)(4), el conductor de puesta a tierra del equipo debe ser dimensionado con un calibre mayor que el dado en esta Tabla.

*Véanse las restricciones de instalación en la sección 250.120.

Tabla 4. Calibre de conductores puesta a tierra

Basados en el cálculo anterior del conductor calibre 6 de aluminio pasando 50 amperios, utilizando la tabla de conductores para electrodo de puesta a tierra, se puede notar que no se encuentra el dato 50 amperios, solo se refleja 40 o 60, por lo que se procederá a seleccionar 60 siendo entonces posible seleccionar un conductor calibre 10 en cobre o calibre 8 en aluminio.

(Ver anexo F)

3.4.2. Cálculo de disyuntor termo magnético

Para calcular el disyuntor termo magnético es necesario basarse en la misma tabla y mismo cálculo de los conductores eléctricos, por lo que se obtuvo que se usaría de aluminio suponiendo llegar a pasar 50 amperios por línea, por lo que se utilizará un disyuntor de 100 amperios de 2 polos. (Ver anexo F)

3.4.3. Accionamiento de bomba

Artículo 6.5.1-6 Control de nivel. El control de los niveles de agua en los tanques se hará por medio de dispositivos automáticos de control de nivel cuya función será: a. Detener el flujo de entrada al tanque, cuando el nivel de líquido en el tanque elevado ascienda hasta el nivel máximo previsto. b. Arrancar la bomba, cuando el nivel de agua en el tanque elevado descienda hasta la mitad de su altura. c. Detener la bomba, cuando el nivel de agua en el tanque elevado ascienda hasta el nivel máximo previsto. d. Detener la bomba, cuando el nivel del agua en el tanque de captación descienda hasta 15 cm por encima de la canastilla de succión (p.73).

Basado en el artículo anterior del Código hidráulico, del control de nivel de agua, y activación de la bomba, se utilizará interruptores de nivel tipo boya flotador como los de la figura 7. Importante destacar que se colocarán 2 de estos interruptores en serie, uno en el pozo, para protección de la bomba en caso de secarse el pozo o disminuir su caudal de abastecimiento, y otro en el tanque para controlar el accionamiento cuando se necesite rellenar el tanque. (Ver anexo H)

3.4.4. Consumo eléctrico de bomba de agua de sistema nuevo

Para este cálculo será necesario indagar en un recibo de electricidad del sitio, se obtiene la siguiente información:

Consumo de un mes:62 Kw/h

Monto del recibo con IVA: 8490 colones

Costo del Kw/h: 136.9 colones

Una vez obtenidos estos datos, se prosigue a determinar el consumo de la bomba en kw/h para hallar lo que se gastara de más en recibo eléctrico.

Datos de la bomba

230 voltios

7.6 amperios

Potencia= 230voltios * 7,6amperios = 1748watts = 1,74 kw

La bomba operará aproximadamente 12 horas en un mes para mantener lleno el nivel de agua del tanque.

Se multiplica los kw consumidos por la cantidad de tiempo y obtenemos 20.88 Kw/h multiplicado por el precio de un kw/h que es 136.9 colones, obtenemos que el total a cancelar de más en la factura eléctrica es de **2860 colones**.

3.5. Costos del proyecto

3.5.1. Materiales

Primera compra: ₡ 475 000

- 15 tubo conduit UL 12mm ½ x3
- 15 unión conduit 12mm ½
- 5 Curva conduit ½
- 4 tubo conduit ul 25mm 1x3"
- 15 unión conduit 25mm
- 2 curva concuit 25mm
- 1 cable AWG 100mts
- 1 taipe super #33 aislante ¾ x 20mts
- 2 PERFIL galvanizado 3X2 1.20mm X 6m
- 20 tornillo techo ¼ x2
- 2 disco metal 4 ½ metabo
- 1 m3 piedra chorro fino 1"
- Acarreo agregados plantel
- 60 bloque 12x20x40

- 4 mortero seco multiuso
- 5 cemento gris fortaleza
- 1k alambre negro recocido #16
- 4 varilla corrugada #3x6 mts
- 8 perfil galv 3x2 x 1,20mm
- 4 tubo cuadrado galvanizado 25x25mmx 1.50mm
- 15 tubo SDR41 38—1 ½ x6mts
- 7 codo SDR41 90° 1 ½
- 5 tee 1 ½
- 1 adaptador macho 1 ½
- 1 Unión tope 38 PVC
- 4 válvula bola 38mm 1 ½
- 3 reducción 1 ½ -- ½
- 12 Tubo SDR 17 1 ¼ x 6mts
- 1 adaptador 1 ¼
- 6 codo 90° 1 ¼
- 2 válvula 31mm bola PVC Durman
- 2 unión tope 31 PVC
- Acarreo materiales

Bomba con accesorios: ¢ 320 000

- Bomba 1 hp 1 ¼
- 10 metros cable sumergible x4 líneas
- 1 check 1 ¼ USA
- 1 adaptador macho 1 ¼
- Caja de arranque bomba 1 hp
- 1 contactor 220v
- 2 interruptor nivel

Segunda compra: Faltante de materiales: ¢ 150 000

- 8 lámina ondulada #28 corta metalum
- 40 mts cable serie 8000 aluminio #6

- 1 breaker 100amp exteriores
- 10 mts cable cobre #14
- 3 k soldadura 6011 3/32
- 2 perfil galvanizado 3X2 1.20mm X 6m
- 4 mts malla ciclón 1 metro

Total: ¢ 945 000

3.5.2. Mano de obra

Contemplando los trabajos en concreto obra gris y el colaborador encargado de enterrar las tuberías tanto de agua como de electricidad: ¢ **270 000**

3.6. Comparación de sistemas

Consumo económico sistema viejo	Consumo económico sistema nuevo	Ahorro por mes
¢ 37 000	¢ 2860	¢ 34 140

Tabla 5. Comparación económica de sistemas

Además del ahorro económico, también existe ahorro en trabajo ya que no se tiene que realizar labor de la conexión y desconexión de la bomba a gasolina, y despreocupación de al no poder trasladarse, lo animales no queden sin el abastecimiento de agua.

El monto ahorrado por año es de ¢ **409 680**, que se obtiene al multiplicar los ¢ **34 140** por los 12 meses del año, tomando en cuenta el gasto total del proyecto que es de ¢ **1 215 000** y dividir esa cantidad entre los ¢ **409 680** de ahorro al año, se concluye que la inversión total del proyecto se pagaría en aproximadamente 3 años.

CONCLUSIONES

Una vez terminado el desarrollo del proyecto, se puede afirmar que los objetivos propuestos fueron cumplidos satisfactoriamente. Se ubicaron puntos estratégicos para la colocación del sistema. Se logró diseñar e instalar el sistema completo de bombeo, basado en los Códigos eléctrico e hidráulico, además de hacer una comparación entre ambos sistemas, el de gasolina, con el eléctrico. Se logra disminuir el costo en trabajo y economía al instalar el nuevo equipo, se mejora la calidad de la red hidráulica, el tanque cuenta con mayor protección y aislamiento. Se logra mayor seguridad de que los animales cuenten con disponibilidad de agua, los cuales son el motivo principal de la realización del proyecto.

RECOMENDACIONES

Se recomienda no deshacer el sistema antiguo a gasolina, sino más bien adaptarlo para tener un sistema auxiliar en caso de no existir fluido eléctrico, además de realizar observaciones o mantenimiento al sistema para mantenerlo operando de la mejor manera y evitar paros inesperados.

Otra recomendación es cerrar alrededor del tanque todo con malla, o instalar una cerradura en la tapa para evitar que alguna persona agregue algo al tanque que sea perjudicial. También es necesario llegar a colocar filtros para evitar obstrucciones en accesorios como los tubos de abasto de la residencia y el bebedero. Para la parte eléctrica sería esencial colocar un supresor de picos, por si llegara a existir la descarga de un rayo al ser un lugar montañoso, poder desviar los excedentes de voltaje a tierra.

BIBLIOGRAFÍA

Asoven. (2018). Que es PVC. Obtenido de <https://www.asoven.com/pvc/que-es-el-pvc-ventajas-fabricacion-e-impacto-ambiental/>

Bostick, K. (2017). Bomba de agua Sumergible. Obtenido de https://www.ehowenespanol.com/funciona-bomba-agua-sumergible-como_466090/

NFPA (2008). Código Eléctrico Nacional.

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (2017). Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=83561&nValor3=107558

Dakxim. (2018). bomba sumergible. Obtenido de <https://bombasumergible.com.mx/2018/02/14/cuantos-tipos-de-bombas-sumergibles-hay/>

Dragon. (2017). Sistemas de bombeo. Obtenido de <https://dragoit.com/blog/sistemas-de-bombeo/>

Esquivel, R. (2016). Tipos de bomba de agua. Obtenido de <https://www.revista.ferrepat.com/ferreteria/tipos-de-bombas-de-agua-como-elegir-la-adecuada/>

Genebre. (s.f.). Presostato. Obtenido de <https://www.genebre.es/4516-presostato-para-agua>

La Gaceta. (2017). Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/341424982/Codigo-de-Instalaciones-Hidraulicas-y-Sanitarias-Edicion-2017>

Leroy Merlin. (2019). Bomba de superficie. Obtenido de <https://www.leroymerlin.es/bricopedia/bomba-de-superficie>

Martínez, C. G. (2017). El agua un derecho humano. Obtenido de <https://www.tribuno.com/salta/nota/2017-1-25-1-30-0-el-agua-es-un-derecho-humano>

Otero, E., Kolaev, S., & Merlin, L. (s.f.). Motobombas. Obtenido de <https://comunidad.leroymerlin.es/t5/Bricopedia-Reparaci%C3%B3n-y/Qu%C3%A9-es-una-motobomba-de-agua/ta-p/4305>

riegoyaccesorios.es. (s.f.). Boya de nivel. Obtenido de <http://riegoyaccesorios.es/es/electricidad/511-boya-de-nivel-key.html>

GLOSARIO

Dotación: Medida del consumo o de la demanda expresada usualmente en litros por persona por día o su equivalente de una edificación, de acuerdo con el uso y la ocupación a que está destinada.

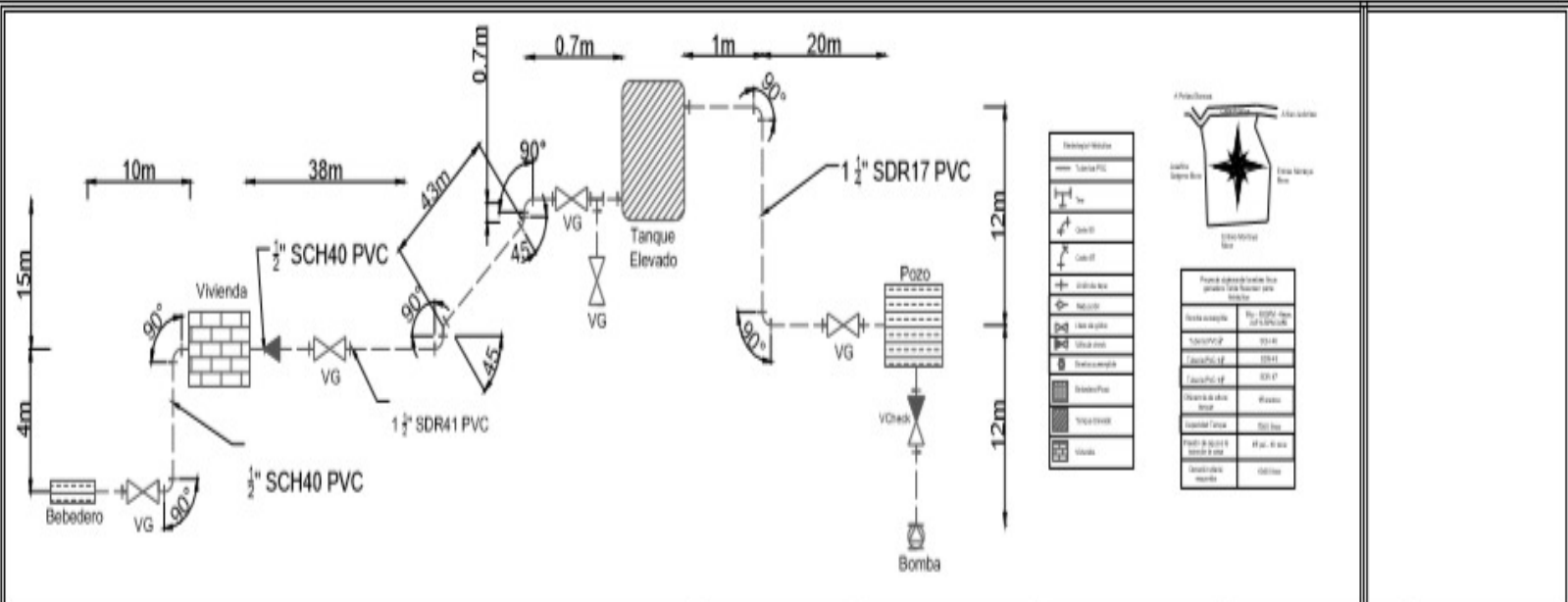
Mca: Sigla de la unidad de presión metro de columna de agua o cabeza de agua; un (1) mca equivale a 9806,65 MPa a 4 °C.

Abasto (tubo de): Tubo, generalmente flexible, que sirve para conectar un inodoro, lavatorio, fregadero u otro accesorio sanitario a la alimentación principal de agua potable.

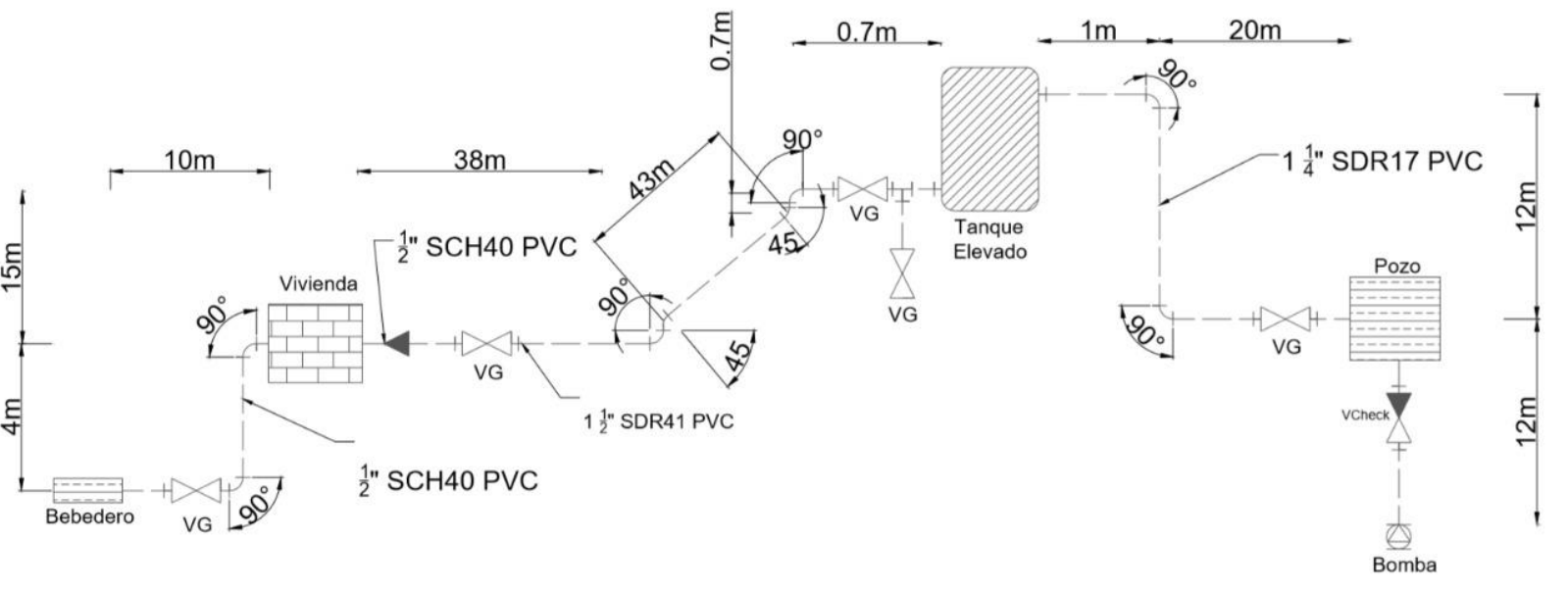
Ampacidad: Corriente, en amperios, que un conductor puede transportar continuamente en condiciones de uso sin superar su temperatura nominal.


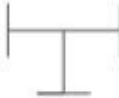



ANEXOS

Anexo A. Plano hidráulico

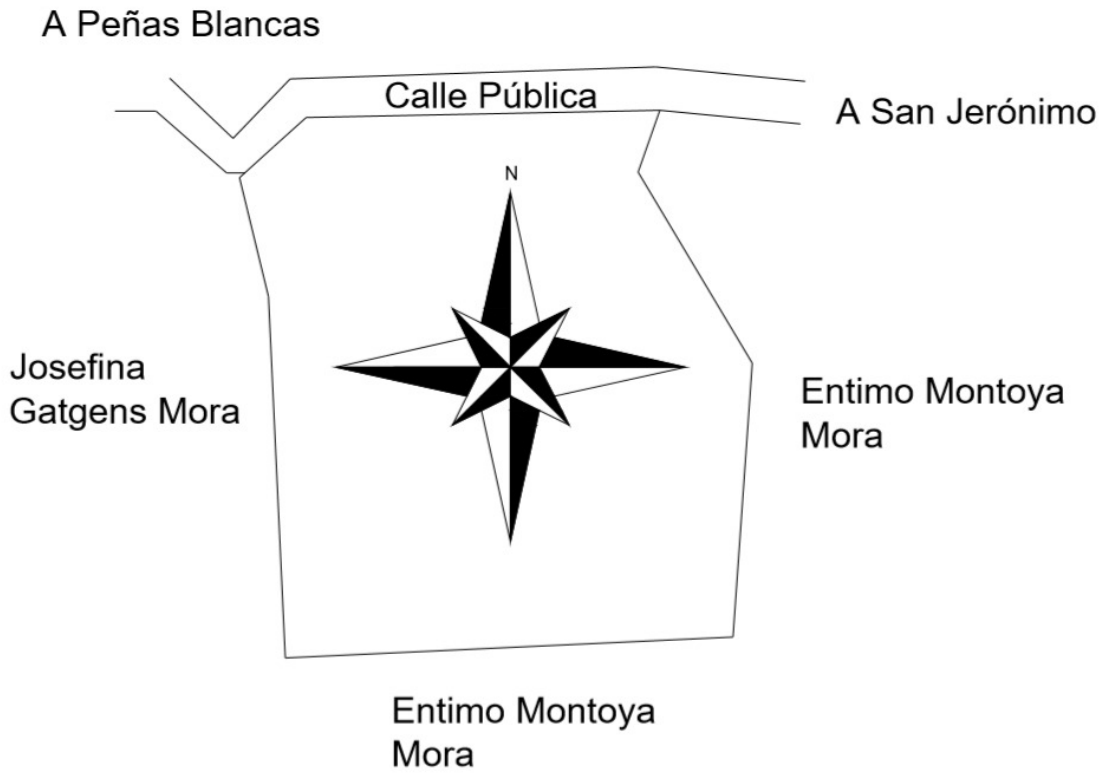


PROYECTO SISTEMA DE BOMBEO PARA CANTONERA INSTALACIÓN HIDRÁULICA	SECRETARÍA COMISIÓN DE BARRIOS ALIADOS			PROFESIONAL RESPONSABLE DE DISEÑO Y DIRECCIÓN DEL PARRISURBAMBIENT ALIADOS	INFORMACIÓN DEL RESORTE PÚBLICO PARRISURBAMBIENT ALIADOS CELDA 010520	GRUPO DE PARRISURBAMBIENT ALIADOS		
	PRESENIA	CANTON	DETALLE			ESCALA	FECHA	LÁMINA
PROYECTANTE	ESPANCA	SAN JERÓNIMO	FORMA	PROYECTANTE	INGENIERO	01		

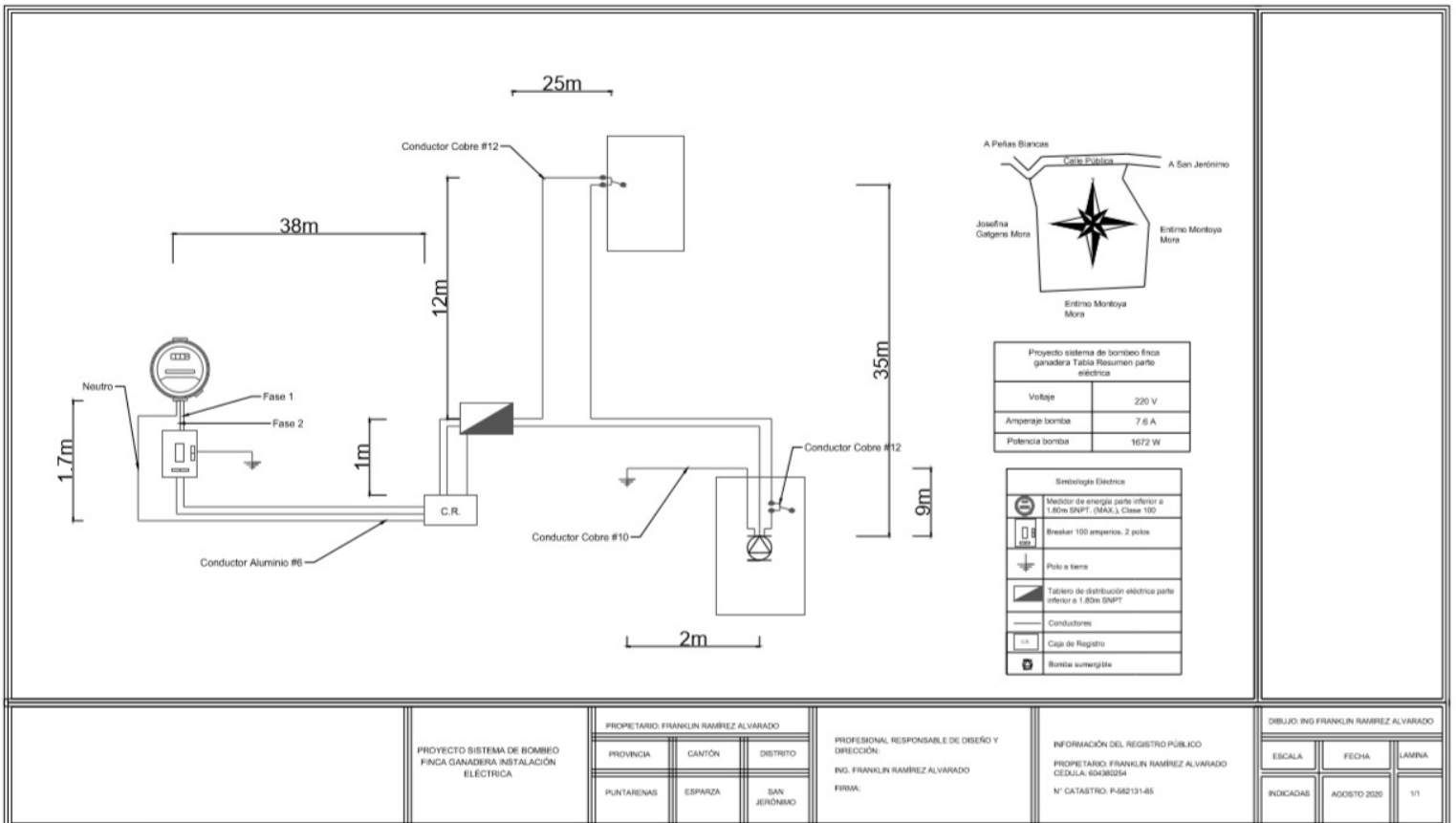


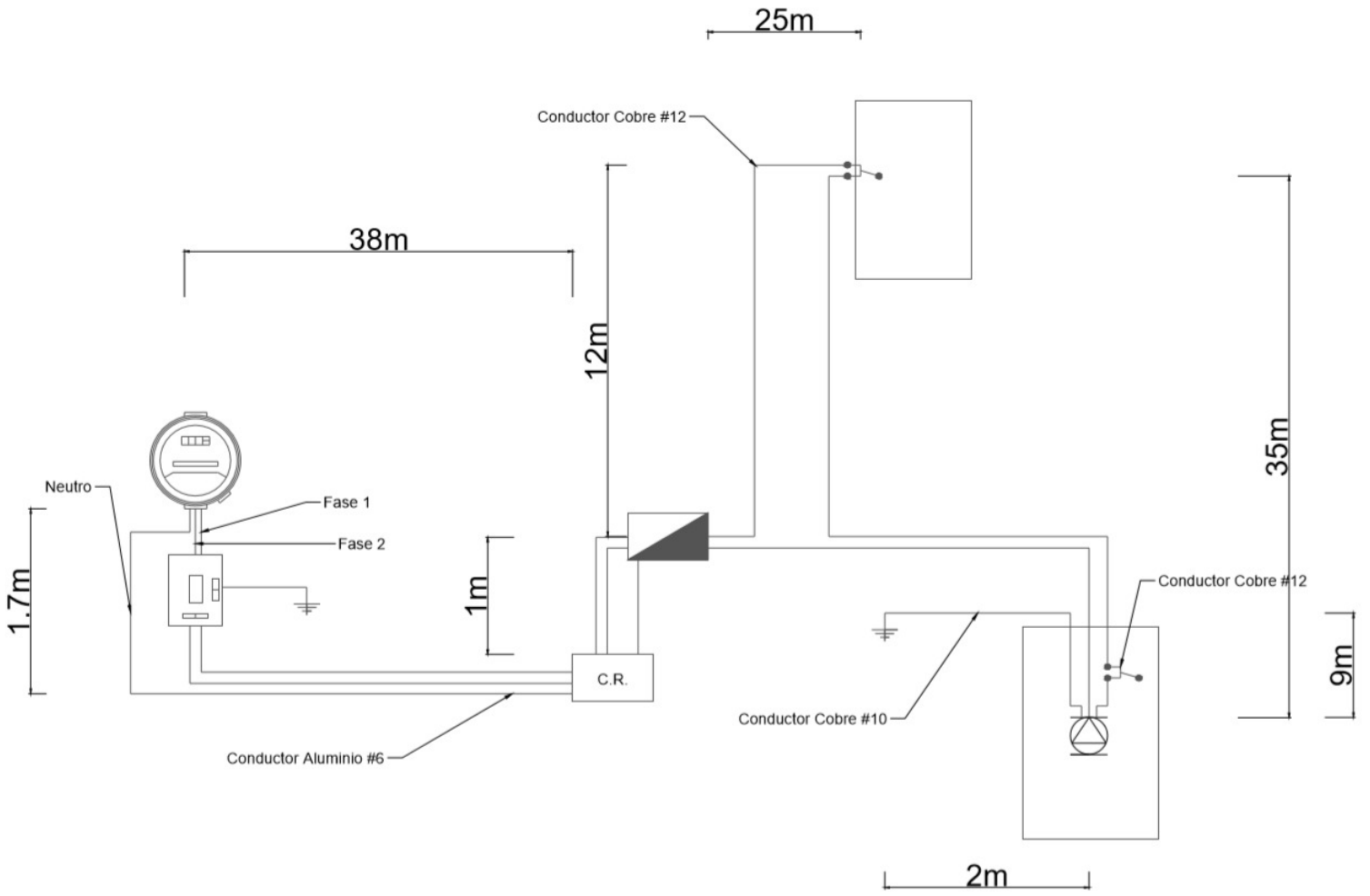
Simbología Hidráulica	
	Tuberías PVC
	Tee
	Codo 90
	Codo 45
	Unión de tape
	Reducción
	Llave de globo
	Válvula check
	Bomba sumergible
	Bebedero/Pozo
	Tanque Elevado
	Vivienda

Proyecto sistema de bombeo finca ganadera Tabla Resumen parte hidráulica	
Bomba sumergible	1Hp - 18GPM -Hmax 247 ft-RPM 3450
Tubería PVC $\frac{1}{2}$ "	SCH 40
Tubería PVC 1 $\frac{1}{2}$ "	SDR 41
Tubería PVC 1 $\frac{1}{4}$ "	SDR 17
Diferencia de altura tanque	15 metros
Capacidad Tanque	5000 litros
Presión de agua a la toma de la casa	15 psi - 10 mca
Dotación diaria requerida	1040 litros










Anexo B. Plano eléctrico





Proyecto sistema de bombeo finca ganadera Tabla Resumen parte eléctrica	
Voltaje	220 V
Amperaje bomba	7.6 A
Potencia bomba	1672 W

Simbología Eléctrica	
	Medidor de energía parte inferior a 1.80m SNPT. (MAX.), Clase 100
	Breaker 100 amperios. 2 polos
	Polo a tierra
	Tablero de distribución eléctrica parte inferior a 1.80m SNPT
	Conductores
	Caja de Registro
	Bomba sumergible

Anexo C. Construcción de estructura para tanque elevado





Anexo D. Colocación de tuberías enterradas



Anexo E. Seguridad para pozo



Anexo F. Montaje instalación eléctrica



Anexo G. Panel de control



Anexo H. Accionamiento de la bomba



Anexo I. Sistema en funcionamiento

