

CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO CEUTEC

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA IRRIGACIÓN AUTOSUSTENTABLE EN
TERRENOS ELEVADOS**

SUSTENTADO POR:

ALEXANDER CHRISTOFER MENDEZ RIVERA, 61741069

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
INGENIERIA EN ELECTRÓNICA**

SAN PEDRO SULA

CORTÉS , HONDURAS, C.A.

25 DE JULIO, 2021

CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLOGICO CEUTEC

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVE REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTINEZ MIRALDA

VICERECTORA ACADEMICA CEUTEC

DINA ELIZABETH VENTURA DIAZ

DIRECTORA ACADEMICA DE CEUTEC

IRIS GABRIELA GONZALES ORTEGA

SAN PEDRO SULA

CORTÉS , HONDURAS, C.A.

25 DE JULIO, 2021

**SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA IRRIGACIÓN
AUTOSUSTENTABLE EN TERRENOS ELEVADOS**

**TRABAJO PRESENTADO EN EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS
EXIGIDOS PARA OPTAR AL TITULO DE:**

INGENIERIA EN ELECTRÓNICA

ASESOR:

ING. RAMON DAGOBERTO BAIDE

TERNA EXAMINADORA:

ING. ALAN ULISES RECINOS MANCIAS

ING. ELISEO BENJAMÍN VÁSQUEZ CASTILLO

ING. RICARDO ADONIS CARACCIOLI ABREGO

SAN PEDRO SULA

CORTÉS , HONDURAS, C.A.

25 DE JULIO, 2021

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado primeramente a mis padres que a pesar de todas las adversidades siempre fueron de gran apoyo especialmente a mi madre una de las personas más especiales en mi vida , igualmente a mi pareja Cinthya por estar conmigo en los buenos y malos momentos dándome palabras de aliento en las circunstancias poco favorables creyendo en todo momento de mi capacidad para afrontar los retos de la vida.

Alexander Christofer Méndez Rivera

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a mis padres por construir el camino para mi formación como persona y profesional con esto espero llenar las expectativas que ellos desean en mi vida.

Le agradezco a la Universidad CEUTEC, por brindarme un entorno amigable y estable para continuar mis estudios .

Le agradezco a mi pareja Cinthya Hernández porque fue una pieza clave para poder alcanzar lo que he logrado hasta el día de hoy.

Alexander Christofer Méndez Rivera

SISTEMA ELECTRÓNICO DE IRRIGACIÓN AUTOSUSTENTABLE PARA TERRENOS ELEVADOS

AUTOR:

Alexander Christofer Méndez Rivera

RESUMEN.

Los sistemas que actualmente existen para la irrigación y abastecimiento de agua en terrenos elevados tienen un costo muy elevado porque necesitan de energía eléctrica o combustible para funcionar por lo cual es uno de los principales costos de operación para las personas o empresas que se dedican a la agricultura y ganadería , las personas con pocos recursos económicos no cuentan con la capacidad de adquirir o mantener este tipo de sistemas de irrigación a continuación se propone un sistema de irrigación poco conocido que consta de un sistema que funciona por medio de energía mecánica ideal para abastecer agua a superficies elevadas con un costo de mantenimiento casi nulo con una sola inversión inicial controlada por un sistema electrónico que se encargue del control y suministro del agua haciendo tareas tales como: horarios de riego, llenado de tanques y direccionamiento del líquido a las partes donde se requieran.

El sistema electrónico será alimentado por medio de energías renovables presentes en el entorno para procurar que el sistema sea autosustentable y ecológico de esta manera se reducirían los costos de operación ,utilizando solamente el agua que se necesitara evitando el desperdicio del líquido protegiendo de esta manera las fuentes hídricas a largo plazo.

Palabras claves: Sistema de irrigación ,Ariete hidráulico ,sistema electrónico ,energías renovables , autosustentable, energía mecánica.

SELF-SUSTAINING ELECTRONIC IRRIGATION SYSTEM FOR ELEVATED GROUND

AUTHOR:

Alexander Christofer Méndez Rivera

ABSTRACT.

The systems that currently exist for irrigation and water supply on high ground have a very high cost because they need electricity or fuel to function, which is one of the main operating costs for people or companies that are dedicated to the agriculture and livestock, people with few economic resources do not have the ability to acquire or maintain this type of irrigation systems then a little-known irrigation system is proposed that consists of a system that works by means of mechanical energy ideal to supply water to elevated surfaces with an almost zero maintenance cost with a single initial investment controlled by an electronic system that is in charge of the control and supply of water, doing tasks such as: irrigation schedules, filling of tanks and directing of the liquid to the parts where are required.

The electronic system will be powered by means of renewable energies present in the environment to ensure that the system is self-sustaining and ecological in this way, operating costs will be reduced, using only the water that is needed avoiding the waste of the liquid, thus protecting the long-term water sources.

Keywords: Irrigation system, Hydraulic ram, electronic system, renewable energy, self-sustaining, mechanical energy.

ÍNDICE

I. Introducción.....	1
II. Planteamiento del Problema	2
2.1 Antecedentes	2
2.2 Definición del Problema	2
2.2.1 Enunciado del Problema	2
2.2.2 Formulación del Problema.....	2
2.3 Preguntas de Investigación	3
2.3.1 Pregunta General.....	4
2.3.2 Preguntas Especificas.....	4
2.4 Hipótesis y Variables de Investigación.....	4
2.4.1 H.I	4
2.4.2 H.O.....	4
2.4.3 Variables de Investigación.....	4
2.5 Justificación	5
III: Objetivos del Proyecto	6
3.1 Objetivo General.....	6
3.2 Objetivos Específicos.....	6
IV Marco Teórico.....	7

4.1 Análisis de la Situación Actual	7
4.1.1 Análisis del Macroentorno	7
4.1.2 Análisis del Microentorno.....	9
4.1.3 Análisis interno	11
4.2 Teorías.....	11
4.2.1 Teorías de sustentación	12
4.2.2 Conceptualizaciones	29
V: Metodología	44
5.1 Congruencia metodológica	44
5.1.1 Matriz Metodológica.....	44
5.1.2 Operacionalización de las Variables	46
5.1.3 Hipótesis	48
5.2 Enfoque y Métodos	48
5.2.1 Enfoque	48
5.2.2 Método	49
5.3 Alcance y Diseño de la Investigación.....	49
5.3.1 Alcance de la Investigación	49
5.3.2 Diseño de la Investigación.....	50
5.4 Técnicas e Instrumentos Aplicados	50
5.4.1 Instrumentos.....	51
5.5 Fuentes de información.....	51

5.5.1 Fuentes primarias	51
5.5.2 Fuentes secundarias	52
5.7 Limitantes de la investigación	52
5.8 Cronología de trabajo.....	53
VI: Resultados y Análisis	55
6.1 Tipos de sistema de Bombeo por energía mecánica.	55
6.2 Elección de los Dispositivos para Sistema de Control.....	56
6.2.1 Ariete Hidráulico en serie	56
6.2.2 Arduino	59
6.2.3 Sensores y Actuadores	62
6.2.4 Alimentación del Sistema	68
6.2.5 Modulo RTC	73
6.3 Programación y diseño del sistema de control para irrigación.	73
VIII: Viabilidad.....	76
7.1 Viabilidad Operacional	76
7.2 Viabilidad Económica.....	79
7.2.1 Análisis de costo beneficio	80
7.3 Viabilidad de Mercado.....	81
7.3.1 Ventajas Frente a la Competencia.....	81
7.3.2 Desventajas Frente a la Competencia	82

VIII: Aplicabilidad.....	83
8.1 Análisis de Mercado	83
8.1.1 Análisis de la Demanda	84
8.1.2 Análisis de la Oferta.....	87
8.1.3 Análisis de Precios.....	90
8.1.4 Análisis de la Comercialización.....	92
8.2 Estudio Técnico	92
8.2.1 Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto.....	92
8.2.2 Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto.....	93
8.2.3 Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos.....	93
8.2.4 Identificación y descripción del proceso.....	95
8.2.5 Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto.....	96
8.3 Estudio Económico	96
8.3.1 Costos de Producción y Operación	96
8.3.2 Inversión total inicial	97
8.3.3 Punto de Equilibrio.	98
8.3.4 TIR (Tasa Interna de retorno)	101
8.4 Creación del prototipo.....	103
8.4.1 Creación y programación de sistema electrónico	103
8.4.2 Creación del ariete hidráulico y deposito.....	106
8.4.3 Finalización del prototipo	108

VIII: Conclusiones	110
IX: Recomendaciones	111
X: Bibliografía.....	112
XI: Anexos	118

Índice de Figuras

Figura 4.1	13
Figura 4.2	14
Figura 4.3	15
Figura 4.4	17
Figura 4.5	21
Figura 4.6	22
Figura 4.7	27
Figura 4.8	29
Figura 4.9	30
Figura 4.10	31
Figura 4.11	31
Figura 4.12	32
Figura 4.13	33
Figura 4.14	33
Figura 4.15	36
Figura 4.16	36
Figura 4.17	37
Figura 4.18	40
Figura 4.19	41
Figura 4.20	42
Figura 4.21	43
Figura 4.22	43

Figura 6.1	57
Figura 6.2	58
Figura 6.3	59
Figura 6.4	61
Figura 6.5	62
Figura 6.6	63
Figura 6.7	64
Figura 6.8	64
Figura 6.9	65
Figura 6.10	66
Figura 6.11	67
Figura 6.12	67
Figura 6.13	68
Figura 6.14	70
Figura 6.15	72
Figura 6.16	72
Figura 6.17	73
Figura 6.18	74
Figura 6.19	75
Figura 7.1	77
Figura 8.1	84
Figura 8.2	85
Figura 8.3	86

Figura 8.4	87
Figura 8.5	88
Figura 8.6	89
Figura 8.7	91
Figura 8.8	100
Figura 8.9	103
Figura 8.10	104
Figura 8.11	105
Figura 8.12	105
Figura 8.13	106
Figura 8.14	107
Figura 8.15	109

Índice de Tablas

Tabla 4.1	13
Tabla 4.2	15
Tabla 4.3	16
Tabla 4.4	17
Tabla 4.5	19
Tabla 4.6	20
Tabla 4.7	24
Tabla 4.8	24
Tabla 4.9	26
Tabla 4.10	34
Tabla 4.11	37
Tabla 4.12	38
Tabla 4.13	38
Tabla 5.1	45
Tabla 5.2	47
Tabla 5.3	53
Tabla 5.4	54
Tabla 6.1	71
Tabla 7.1	79
Tabla 7.2	80
Tabla 8.1	90
Tabla 8.2	94

Tabla 8.3	97
Tabla 8.4	98
Tabla 8.5	99
Tabla 8.6	99
Tabla 8.7	100
Tabla 8.8	102

GLOSARIO

Sistema de irrigación. Se denomina Sistema de riego o perímetro de riego, al conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas.

Ariete Hidráulico. Bomba hidráulica que funciona por medio de ciclos mediante la fuerza cinética para bombear agua a una cota superior.

Sistema electrónico. Es una serie de componentes o componentes eléctricos o electrónicos, como resistencias, inductores, condensadores, fuentes o dispositivos electrónicos semiconductores, que se conectan eléctricamente entre sí para generar, transmitir o modificar señales electrónicas o eléctricas.

Energías renovables. La energía renovable es una fuente de energía que se obtiene de los recursos naturales y produce energía de forma indefinida.

Autosustentable. La autosostenibilidad se refiere a la capacidad de mantener algo a través de sus propios medios, independientemente de los medios externos.

Energía Mecánica: La energía mecánica de un cuerpo o de un sistema físico es la suma de su energía cinética y la energía potencial. Se trata de una magnitud escalar relacionada con el movimiento de los cuerpos y con las fuerzas de origen mecánico.

I. Introducción

Actualmente existe varios sistemas de irrigación orientados a la agricultura, ganadería y acuicultura donde los costos de mantenimiento son muy elevados provocando un incremento significativo al producto final, específicamente en terrenos elevados donde se necesite bombear agua a grandes altura, esto exige que el productor deba mantener un presupuesto fijo para el mantenimiento del equipo y este opere de manera eficiente

El presente proyecto tiene como fin diseñar un sistema electrónico de irrigación para terrenos elevados que sea autosustentable con el menor costo de mantenimiento posible, funcionando a base de energías renovables que utilice el agua de manera eficiente por medio de dispositivos programables que realicen tareas de irrigación y abastecimiento en contenedores desactivando el flujo del líquido cuando no se requiera.

La investigación buscara solventar los costes y dificultad para racionalizar el agua, el proyecto estará dirigido para todas aquellas personas o empresas que deseen optar por alternativas ecológicas para la irrigación y abastecimiento del agua de esta manera podrán aprovechar los recursos hídricos cercanos, cabe resaltar que el sistema de irrigación necesitara de varios factores para funcionar descritos en este proyecto de investigación.

II. Planteamiento del Problema

2.1 Antecedentes

El sistema de irrigación por medio el ariete hidráulico se atribuyó la invención al inglés John Whitehurst en el año 1775, invento una herramienta para construir el instrumento con un principio de Operación novedoso, operación manual del grifo en la tubería, el fenómeno físico se llama golpe de ariete, este puede impulsar el líquido por medio de este fenómeno que lo bombea a grandes alturas depositándolo en un tanque de almacenamiento

Actualmente se han hecho muchos proyectos relacionados con el ariete hidráulico y bomba de Rochfert buscando mejorar la eficiencia de bombeo, pero sin un control electrónico que controle las tareas de abastecimiento e irrigación.

2.2 Definición del Problema

En este apartado se definirá la problemática que afronta los productores en los terrenos montañosos del país.

2.2.1 Enunciado del Problema

La falta de sistemas de irrigación accesibles afecta a la producción agrícola en los terrenos montañosos de Honduras.

2.2.2 Formulación del Problema

Actualmente en Honduras usualmente no utilizan sistemas de irrigación por medio de energía mecánica mucho menos cuentan con un control electrónico para el uso inteligente del agua a su vez el país está sufriendo directamente los efectos del cambio climático donde el clima es cambiante y usualmente hay índices altos de sequía y temporadas de mucha lluvia esto afecta

a los productores agrícolas de las montañas que no cuentan con suficiente capital para costear un sistema de irrigación convencional

Según SICA(2013) menciona que el 70% del terreno cultivable de Honduras sufre por la sequía lo que produce una escasez del cultivo.

El sector ganadero de las zonas montañosas que no disponen de sistema de bombeo se ven afectados por no disponer de estanques donde el ganado tiene que recorrer distancias considerables para abastecerse del vital líquido y en su recorrido pueden ser víctimas de un accidente, igualmente el agua se requiere para realizar tareas diarias en la producción.

Según Perfil ambiental (1997) menciona que un conjunto del 71.8% del territorio de Honduras es montañoso, esto nos indica que la mayor parte de la geografía de Honduras es montañoso.

Honduras es un país bien dotado de tierras agrícolas, bosques y recursos marinos. Su territorio, de alrededor de 11,2 millones de hectáreas, está cubierto en su mayor parte por montañas boscosas. La tierra cultivable se estima en 1,8 millones de hectáreas, y los pastizales en más de 2,5 millones de hectáreas. Los sistemas de riego están relativamente poco desarrollados, y se estima que solamente el 15 por ciento de las tierras regables cuenta con riego. (Cafferata, 2001)

2.3 Preguntas de Investigación

En la sección de preguntas de investigación se formularán las incógnitas de investigación en torno al problema que se desea resolver.

2.3.1 Pregunta General

1. ¿Será factible diseñar en Honduras un sistema de control electrónico para irrigación autosustentable que funcione a base de recursos renovables?

2.3.2 Preguntas Especificas

1. ¿Cuáles son los tipos de sistemas de bombeo de agua por energía mecánica usados por los productores en Honduras?
2. ¿Cuáles son los dispositivos más adecuados para diseñar un sistema electrónico autosustentable para la irrigación?
3. ¿Cuál será La programación más adecuado para integrar al sistema de control?

2.4 Hipótesis y Variables de Investigación

Se formulará una hipótesis de acuerdo a lo que se pretende será el resultado final de la investigación.

2.4.1 H.I

Al integrar un sistema de control electrónico a un sistema de bombeo de ariete lograría ser autosustentable, económico y ecológico.

2.4.2 H.O

Al integrar un sistema de control electrónico a un sistema de bombeo de ariete no sería suficiente para ser autosustentable, económico y ecológico.

2.4.3 Variables de Investigación

- Potencia entregada
- Factibilidad

2.5 Justificación

Derlagen, (2019) menciona que El sector agrícola es importante para la economía hondureña, representa el 12,9% del producto interno bruto (PIB), el 35,6% de las exportaciones totales del país y emplea al 35% de la población económicamente activa. El sector agrícola también juega un papel importante en la reducción de la inseguridad alimentaria y nutricional. Un total de 1,2 millones de personas están desnutridas, lo que representa el 11% de la población total.

Los productores de las zonas montañosas que no disponen de capital para implementar sistemas de bombeo de agua en los lugares de difícil acceso donde se dificulta el transporte tienen que verse obligados a depender del clima y esperar que sea estable para que sus cosechas o ganado alcancen sus objetivos, por otra parte los productores que disponen de sistemas de bombeo convencionales tienen un gran costo de operación que al final afecta a la utilidad del productor y deben encargarse del riego y abastecimiento de manera manual algo que implica tiempo y dinero.

Lo que se pretende con la investigación es aprovechar los fenómenos físicos que funcionan el sistema de bombeo por el principio de energía mecánica que por medio de un ariete hidráulico que logre bombear agua a alturas considerables para el abastecimiento e irrigación del agua a esto se le integraría un sistema de control electrónico que realice las tareas tales como llenado de taques, irrigación programada, cierre y apertura de válvulas todo esto por medio de dispositivos programables que estarán alimentados por medio de energías renovables ideal para lugares de difícil acceso sin medios de comunicación ni distribución eléctrica.

III: Objetivos del Proyecto

Los objetivos de la investigación buscan cumplir con los puntos claves de incertidumbre del proyecto estos se detallan a continuación.

3.1 Objetivo General

Demostrar que el diseño e implementación de un sistema de control electrónico por irrigación es autosustentable, económico y ecológico.

3.2 Objetivos Específicos

- Enumerar tipos de sistemas de bombeo por medio Energía mecánica por los productores en Honduras.
- Enumerar cuáles son los dispositivos más adecuados para diseñar un sistema electrónico autosustentable para el control del sistema de bombeo e irrigación.
- Analizar cuál es el tipo de programación más adecuado que se integraría al sistema electrónico de control para el bombeo e irrigación.

IV Marco Teórico

La sustentación y conceptualizaciones de la investigación estará fundamentados en este capítulo brindando toda la información relacionada al proyecto de investigación.

4.1 Análisis de la Situación Actual

Actualmente existen bastos proyectos de investigación que buscan mejorar el diseño para obtener mejores resultados en la ganancia como en los factores técnicos de instalación de sistemas de riego que funciones a base de fuerza de caudal sin embargo no existe la implementación en estos sistemas que integren un sistema electrónico de control.

Se planea desarrollar un sistema electrónico capaz de realizar tareas de bombeo, abastecimiento e irrigación de agua para cultivos de manera autosuficiente alimentada a partir de energía renovable, este proyecto busca eliminar los costos de operación que requieren los demás sistemas convencionales, necesitando solo una inversión inicial, cumpliendo con los factores necesarios para su instalación y operación .

4.1.1 Análisis del Macroentorno

Existen proyecto similares internacionalmente respecto a la investigación que se describen a continuación:

Fuente de Tesis, autor Raúl Chacón (2013) de Ambato Ecuador realizo una investigación llamada “Estudio de Factores Hidráulicos en una Bomba e Ariete y su Efecto Sobre la Eficiencia” su resumen se describe que este trabajo se basa en una modificación del diseño mecánico del taqué hidráulico. para la configuración, se utilizó varias prensas opción ideal para válvulas de impulso para mejorar la eficiencia, que ha sido probada instalando la bomba. para

ello, se diseñó un sistema de válvulas instalado en serie, se utilizó el flujo y la energía restante que normalmente se desperdicia.

Entre las conclusiones de esta investigación tenemos las siguientes:

- El ángulo de inclinación de la tubería de impulsión debe ser lo más cercano a 10° , ya que este valor nos va a proporcionar el funcionamiento óptimo del sistema.
- La válvula de impulsión es la parte vital del ariete. un peso fuerte y un golpe largo hacen posibles altas tasas de flujo a través de la válvula de impulsión provocando un golpe fuerte necesario para bombear grandes caudales. Un peso pequeño y un golpe corto, golpearán más rápidamente y descargarán mayores volúmenes a caudales más pequeños.
- De todo el estudio realizado se concluye que la configuración para 3 válvulas de impulsión colocadas en serie, es la que nos permite obtener una eficiencia del 30,15 % valorada tanto en términos de factibilidad y operación.

Fuente de Tesis, autor Huari Paul (2012) de Huancayo Perú realizó una investigación llamada “Optimización De Los Factores Del Fenómeno Ariete Para Mejorar El Rendimiento De La Bomba De Ariete” su resumen se describe la fuente de información para optimizar los factores del fenómeno a mejorar el rendimiento de la bomba de émbolo plantea las siguientes preguntas los factores del fenómeno del ariete se han optimizado para mejorar el rendimiento del ariete. ¿el desatascador? las hipótesis que guiaron la investigación son: método de superficie de respuesta basado en factores importantes mejoró el rendimiento de la bomba de émbolo.

Entre las conclusiones de esta investigación tenemos:

- Con el método de las superficies de respuesta se encontró que el sistema encuentra su optimización en una superficie, en que el punto central constituido por la altura de

alimentación 2,75 metros y altura de elevación 10,50 metros es el punto donde se encuentra un funcionamiento robusto.

- El modelo matemático calculado demuestra la conjetura que los valores de la media de Jos efectos son iguales a los coeficientes de regresión del análisis de regresión.

Fuente de Tesis, autores Cristian Calero y Darwin Alarcón (2011) de Quito, Colombia realizo una investigación llamada “Diseño y Construcción de una Bomba de Ariete Hidráulico” su resumen se describe como los proyectos de energías renovables pueden elevar el agua al más alto nivel y generar electricidad con cero contaminación, ayudando a todas las personas en América Latina, y beneficiando aún más a nuestra América, logrando así importantes avances en el desarrollo.

Entre las conclusiones de la investigación tenemos:

- El ariete hidráulico permite elevar agua a distintos niveles de altura de acuerdo a la sintonización de la carrera/peso de la válvula de impulso.
- Debido a la naturaleza del ariete su instalación es conveniente, cuando existe suficiente agua disponible, lo cual significa que le agua desperdiciada por la válvula de impulso no es de gran importancia bajo este enfoque lo que se busca es que el ariete desarrolle la máxima potencia posible sin que esto implique al máximo el rendimiento o eficiencia.

4.1.2 Análisis del Microentorno

En la búsqueda de proyectos relacionados en Honduras solo se pudo encontrar uno relacionado la tema: Fuente de articulo web, autores Gerardo Vivas, Christian Flores, Andrea Dubon, Nahum Banegas y Gilberto Valladares (2013) de Huancayo Perú realizo una

investigación llamada “Ariete Multipulsor Mejorado y Generador” describen en su resumen ejecutivo lo siguiente.

En Honduras, hay más de 2 millones de personas sin electricidad ni agua potable, y el proyecto ha beneficiado a 6,000 personas y comunidades económicamente pobres, por lo que antes no era factible las Bombas eléctricas, se ha reducido la contaminación ambiental con este novedoso sistema de irrigación.

Entre las conclusiones de la investigación están:

- En Honduras no utilizan sistemas de irrigación ecológicos por falta de conocimiento.
- Los sistemas de irrigación por Ariete Hidráulico son opciones económicas para mantener el abastecimiento del agua.
- La altura mínima requerida para el funcionamiento del Ariete es de 1 metro de diferencia entre la fuente del caudal y el ariete hidráulico.

4.1.2.1 Marco legal. En este apartado se presentará el marco legal respecto al proyecto de investigación.

La Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), y la Dirección General de Riego y Drenaje (DGRD), han sido creadas en el Marco del programa de Modernización del Estado, teniendo como base legal el Decreto Legislativo 218-96 de Diciembre de 1996 (Reforma a la Ley General de la Administración Pública), y el Decreto Ejecutivo PMC-008-97, de junio de 1997 (Reglamento de Organización, Funcionamiento y Competencias del Poder Ejecutivo), con el propósito de apoyar el desarrollo y transformación del Sector Agrícola Nacional. La Dirección General de Riego y Drenaje está adscrita y depende directamente de la Sub-

Secretaría de Agricultura, coordinando estrechamente sus actividades con las demás direcciones que conforman la SAG (DGRD, s. f.)

El sector de los servicios eléctricos en Honduras, funcionaría en base a lo establecido en el marco legal del Decreto Legislativo 158-94 conocido como la Ley Marco del Subsector Eléctrico, su Reglamento, Acuerdo Ejecutivo 934-97, y lo establecido en el Decreto Legislativo 70-2007, Ley de Promoción para la Generación de Energía eléctrica con Recursos Renovables

4.1.3 Análisis interno

Según UJCV (2010) menciona que Honduras tiene 19 cuencas Hidrográficas, estas salen de las montañas y se desembocan en el mar lo cual indica que Honduras cuenta con fuentes hidrográficas ideales para la instalación de sistemas de riego por caudal.

El clima de Honduras consta de dos estaciones que están marcadas por esta geográficamente en el centro del ecuador estas estaciones se dividen en estación seca y lluviosa donde la mayor parte del tiempo está expuesta por la radiación del sol un indicador ideal para aprovechar la energía del sol y convertirla en corriente eléctrica.

En Honduras existe diferentes tiendas que proveen material electrónico para la implementación de proyectos a precios al alcance de todos lo cual facilita la creación de un prototipo de proyecto que cumpla con los objetivos establecidos.

4.2 Teorías

En la sección de las teorías se presentará toda la información de soporte relacionada al tema de investigación con el fin de sustentar y comprender el entorno en lo que se refiere con los sistemas de bombeo y control electrónico con el fin de tomar las decisiones en el diseño del mismo.

4.2.1 Teorías de sustentación

4.2.1.1 Reseña Histórica de Sistemas de Riego. Desde tiempos remotos el hombre comprendió que el agua era indispensable para el desarrollo de las plantas y que cuando éstas carecían de suficiente humedad en el suelo se podía facilitar su desarrollo adicionándosela a intervalos regulares. Los primeros canales y sistemas de riego conocidos se construyeron en Egipto hace unos 7 000 años para aprovechar las aguas del Nilo. También en Mesopotamia los sumerios usaron el regadío hace 4,400 años, y los chinos poco después. El imperio Inca construyó complejos sistemas de riego, lo cual también practicaron los Olmecas y otras culturas avanzadas del continente americano. Además de las presas y los canales, también se diseñaron hace milenios muchos dispositivos para facilitar la extracción del agua como la rueda persa, el shadoof egipcio, el torno y las poleas o roldanas para elevar la soga que sostiene los cubos en los pozos(EcuRed, 2013)

4.2.1.2 Tipos de Sistemas de Riego. En la actualidad existen varios tipos de sistemas de riego utilizados donde se requiera de racionalizar el agua por la dificultad de transportar el líquido se detallarán a continuación:

1. **Multicompuertas:** distribuye el agua dentro de la tierra ayudando a economizar el vital líquido, se utiliza solamente el agua necesaria y mantiene húmedo el suelo evitando también la propagación de plagas y enfermedades en la hoja de los cultivos también se logra la fertilización por medio de este tipo de irrigación ideal para lugares que cuentan con grandes fuentes hídricas de fácil acceso y por medios de surcos se distribuyen por la área de cultivo usualmente este tipo de sistema de irrigación tiene un costo de 600 dólares por hectárea

Figura 4.1*Sistema de irrigación por multicompuertas*

Nota. Sistema de irrigación utilizado para economizar. Adaptado por Agricultores, 2016

Tabla 4.1*Ventajas y desventajas de los sistemas de irrigación por muticompuertas*

Ventajas	Desventajas
Reemplaza bien las zanjias de conducción y distribución, elimina las pérdidas causadas por la filtración y la eficiencia del riego es de hasta el 70%. La uniformidad de la distribución de la humectación del suelo es mayor.	Alta inversión de capital
Hay menos malezas porque solo se humedecen las áreas necesarias, por lo que se evita la propagación de malezas transportando semillas en el agua.	Obstrucción de las salidas subterráneas
Permite la aplicación de fertilizantes solubles a través de este sistema.	

Fuente: Elaboración propia (2021)

2. Sistema de irrigación por aspersión: El agua lleva a los cultivos en forma de rocío esto genera un gran espectro de la propagación del agua.

Figura 4.2

Sistema de irrigación por aspersión



Nota. Este sistema se utiliza en forma de rocío para tener mayor alcance de distribución, ,adaptado por Agricultores (2016)

El sistema de riego por aspersión es uno de los múltiples métodos de riego de cultivos que existen en la actualidad. Consiste en aplicar el agua imitando la lluvia, es decir, mediante un chorro de agua pulverizada en gotas. El mecanismo funciona a través de una red de tuberías que transporta el agua hasta los aspersores, los cuales utilizan presión para dispararla. El riego como tal es potenciado a través de un sistema de bombeo.

La distribución de los aspersores debe realizarse de forma tal que todo el terreno esté cubierto de la forma más homogénea posible. Por lo general, las tuberías que componen el sistema van enterradas, y los aspersores como tal. Este sistema es considerado como el mejor para las superficies de gran producción

Tabla 4.2

Ventajas y desventajas de los sistemas de irrigación por aspersión

Ventajas	Desventajas
Se imita el efecto de la lluvia, esto aporta humedad ambiental y la planta asimila de manera natural en la forma de lluvia.	Es menos eficiente que el sistema de riego por exudación y goteo esto implica un costo económico y menos ahorro energético
Ahorro de la mano de obra y recursos en comparación a otros sistemas.	Es susceptible a la propagación de plagas y enfermedades.
Se logra regar sin problemas zonas montañosas.	Si hay demasiado viento se dificulta el riego.

Fuente: Elaboración propia (2021)

3. Sistema de irrigación por microaspersión: El agua se proyecta por medio de lluvia fina que cubre gran parte del terreno.

Figura 4.3

Sistema de irrigación por microaspersión



Nota. Adaptado por Agricultores (2016)

Tabla 4.3*Ventajas y desventajas de los sistemas de irrigación por aspersión*

Ventajas	Desventajas
La uniformidad del riego es mayor que el riego por goteo	Cuando se fija con elementos que sobresalen del suelo, tiene un mayor riesgo de agrietamiento.
Los microaspersores no se obstruyen fácilmente en comparación a los de goteros debido al mayor diámetro de paso y a la más alta velocidad de agua.	Si hay viento fuerte, es posible que el agua distribuida ya no sea uniforme.
El modo de agua se adapta a la zona húmeda de crecimiento de las plantas y se controla las plagas con mayor facilidad.	Si deja de usarlo temporalmente, la boquilla se obstruye fácilmente.

Fuente: Elaboración propia, (2021)

4. Sistema de irrigación por goteo: consiste en la liberación del agua que se filtra directamente sobre la tierra permitiendo el ahorro del agua que se libera.

El riego por goteo es uno de los sistemas más eficientes en la actualidad, el suministro de agua es constante y uniforme, gota a gota, que permite mantener el agua de la zona radicular en condiciones de baja tensión. El agua aplicada por los goteros forma un humedecimiento en forma de cebolla en el interior del suelo, al que comúnmente se le denomina “bulbo húmedo”. Este bulbo normalmente alcanza su máximo diámetro a una profundidad de 30 cm aproximadamente. (Intagri, s. f.)

Figura 4.4

Sistema de irrigación por medio de goteo



Nota. Irrigación por goteo se utiliza en zonas de difícil acceso al agua, Agricultores, 2016

Tabla 4.4

Ventajas y desventajas de los sistemas de irrigación por aspersión

Ventajas	Desventajas
Dado que se aplica a las raíces, puede mejorar el crecimiento de las plantas. Además, al no regar las hojas y los tallos, se puede evitar que las plantas adquieran hongos.	Dependiendo de la calidad del agua utilizada, el gotero puede estar obstruido o dañado. La solución es revisarlos periódicamente.
Mantiene el suelo permanentemente húmedo, lo cual es fundamental para ciertos tipos de plantas (como las plantas de jardín).	Los costos de instalación son elevados. Sin embargo, el efecto de ahorro de agua que obtendrá lo convierte en un sistema conveniente.
Es propicio para el ahorro de agua. Es adecuado para cualquier tipo de suelo, ya sea pendiente o roca.	Dado que es un sistema fijo, debe tener mucho cuidado de no dañarlo al cortar césped o realizar tareas en el suelo.

Fuente: Elaboración propia (2021)

4.2.1.2 Sistemas de Bombeo de Agua. Los sistemas de bombeo son esenciales en la producción agrícola y ganadera ya que es el insumo principal para la elaboración de estos productos .

Un sistema de bombeo mecanizado es un dispositivo de bombeo que se utiliza para bombear agua desde un punto bajo a un punto alto, desde aguas superficiales, subterráneas o desde embalses hasta el sistema de distribución. Este tipo de bomba puede utilizar diversas fuentes de energía (electricidad, solar, combustible, viento y animales). Este tipo de tecnología requiere conocimientos técnicos para definir el tipo de instalación, operación y mantenimiento, así como recursos económicos. En México, debido al alto rendimiento del sistema eléctrico que puede optimizar el sistema de suministro de agua en áreas rurales y urbanas, el sistema eléctrico ha sido el más utilizado..(Sebastián, 2018)

Entre los sistemas de bombeo tenemos los convencionales y no convencionales la diferencia de un grupo al otro es por el uso común y tipo de energía que utilizan

El agua es un recurso importante para la agricultura. Es un elemento clave y vital de los sistemas biológicos y ecológicos, es un recurso escaso en muchas áreas de la tierra y está distribuido de manera desigual, por lo que un adecuado bombeo y riego es fundamental. El aumento de la escasez de agua es un gran desafío para el desarrollo sostenible y un sector tan importante como la agricultura.

Al existir escasez de agua y además no encontrarse disponible en muchas ocasiones o desigualmente distribuida, nos plantea la necesidad de moverla de un lugar a otro y para ello el bombeo de agua para riego de zonas alejadas o de pozos profundos es una necesidad y una gran ventaja.

Los diferentes tipos de sistemas de bombeo de agua están diferenciados por sus aplicaciones específicas que se detallan a continuación:

Tabla 4.5

Tipos de sistemas de bombeo de agua y sus características

Tipos	Características
<p>Convencionales</p>	<p>Mayormente utilizados en la agricultura y requieren de energía fósil o eléctrica para funcionar.</p>
<p>Bomba Periférica:</p> 	<p>La bomba periférica es conocida por su uso doméstico. Son eléctricas y su función es elevar el agua a más de 30 metros de altura, dependiendo del modelo, brindando la presión de agua que necesitas. Tiene un caudal máximo de 86 litros por minuto.</p>
<p>Bomba Centrífuga:</p> 	<p>Son utilizadas para uso doméstico o agrícola, a diferencia de las demás bombas, esta sirve para sacar agua de pozos o regadíos en grandes cantidades en poco tiempo. Tiene la capacidad de mover entre 120 y 156 litros por minuto, es más silenciosa que la periférica y también es eléctrica.</p>
<p>Motobomba:</p> 	<p>Son bombas con un motor a combustión, lo cual les permite funcionar de manera independiente. Esta bomba lanza caudal y presión al mismo tiempo. Son ideales para trabajos de riesgo extendido en sectores agrícola, llenado de tanques, y para suministrar agua a lugares distantes.</p>

Fuente: Sebastián (2018)

Tabla 4.6*Sistemas de bombeo no convencionales*

<p>No Convencionales</p>	<p>Son poco utilizadas normalmente por los productores y funciona por el principio de energía mecánica.</p>
<p>Bomba de Ariete Hidráulico</p> 	<p>La altura normal de elevación es de 8 a 10 veces la diferencia de altura (desnivel) de la fuente de agua que lo abastece con respecto al punto de entrada, o su equivalente en presión hidráulica dentro de una tubería. Un equipo que disponga de una tubería de entrada de 4 pulgadas (102 mm), y una tubería de salida de 2 pulgadas (51 mm), puede entregar un litro de agua por segundo.(EcuRed, 2011.)</p>
<p>Bomba ROCHFER:</p> 	<p>En propiedades rurales, pequeños rebaños de ganado, reservorios de agua para suministro de aspersores de alta concentración y corrales de engorde como granjas avícolas, porcinas y piscícolas logra bombear a Por su capacidad para bombear un excelente volumen de agua a grandes distancias y alturas, es la Bomba considerada una referencia indicada para suministro alturas de hasta 250 metros.(Rocher, s. f.)</p>

Fuente: Elaboración propia (2021)

4.2.1.3 Fenómeno de Golpe de ariete. Según Ingeniería de Fluidos (2016) menciona que el golpe de ariete es fenómeno hidráulico temporal causado por cambios en la velocidad del fluido transportado. Este fenómeno incluye la propagación de ondas de presión y ondas de caída de presión a lo largo de la tubería debido a la conversión de energía cinética en presión y energía elástica. Si el golpe de ariete no se puede controlar eficazmente, la tubería puede romperse debido a la sobrepresión o baja presión y causar serios problemas de funcionamiento.

Las principales causas del golpe de ariete se originan por el cambio brusco en las tuberías lo cual provoca una reacción en cadena, esta es razón de estudio ya que afecta negativamente a los sistemas de tuberías estropeándolas por el desgaste que produce y afectan a la calidad del agua, este fenómeno también tiene utilidades energéticas que se utilizan en sistemas de abastecimiento para agua.

Figura 4.5

Efectos negativo del golpe de ariete



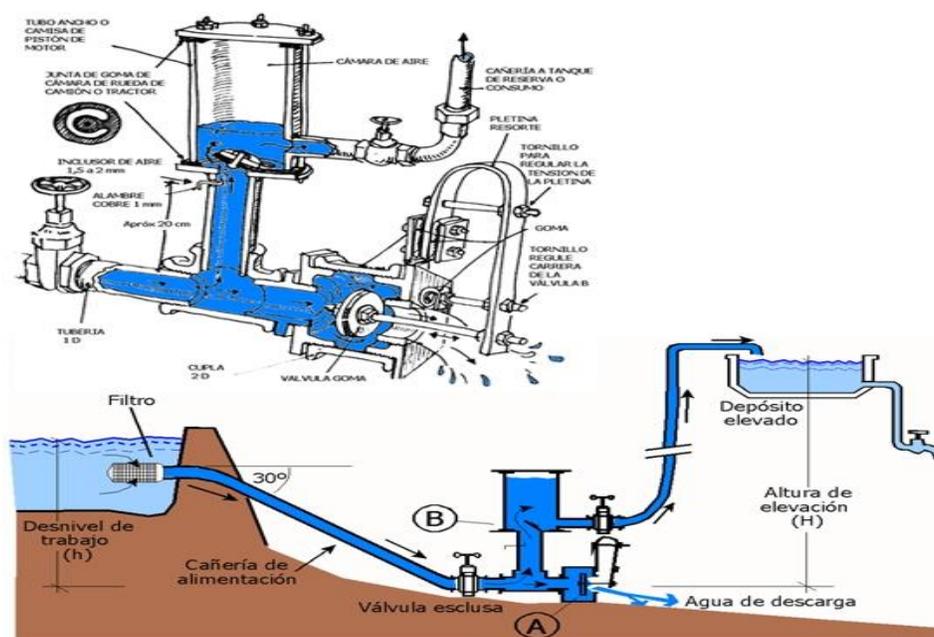
Nota. Efectos negativos que produce el golpe de ariete donde se observa por el exceso de presión la tubería colapsa agrietando la estructura metálica, usualmente producida por el cierre brusco de del paso del fluido en movimiento, adaptado por (TLV, s. f.)

4.2.1.4 Reseña Histórica sobre el Ariete Hidráulico. La bomba de ariete irrumpe en la historia al principio de la era de los grandes inventos, a finales del siglo XVIII, y alcanzó su adultez paralelamente a las máquinas de vapor y el motor de combustión interna. La aparición del ariete hidráulico data del año 1772, cuando el inglés John Whitehurst en una cervecería del condado de Cheshire construyó un ingenio basado en un principio de funcionamiento novedoso: accionaba manualmente un grifo en una tubería conectada a un tanque de abasto, en un nivel superior, para provocar el fenómeno conocido como golpe de ariete, que permitía elevar parte del caudal a un tanque de almacenamiento colocado a una altura de 4,9 metros. El ariete hidráulico luego fue perfeccionado y patentado en 1796, por el francés Joseph Montgolfier (1740-1810), quien utilizó el invento al que denominó “belierhydraulique” para elevar agua al molino instalado en su fábrica de papel en Voiron (Francia). La primera bomba de ariete como se conoce hoy fue inventada en 1796 por el francés Joseph Michel Montgolfier para elevar el agua en su fábrica de papel.

4.2.1.5 funcionamiento del Ariete Hidráulico. El funcionamiento del dispositivo es simple y fácil de usar, el agua acelera a lo largo de la tubería hasta que alcanza una cierta velocidad, provocando el cierre de la válvula, luego el agua que fluye ejerce una fuerte presión generada por el agua repentinamente parada. Por tanto, permite abrir la válvula y deja pasar agua al tanque hasta que la presión se iguale. La válvula se abre y el ciclo se repite una y otra vez. El agua fluye hacia el tanque de agua en el golpe de ariete, pero debido a que el punzón trabaja de uno a dos ciclos por segundo, el agua fluye continuamente. La cámara de aire del tanque de aire es fundamental para su funcionamiento. Para garantizar la durabilidad de la cámara de aire, se utiliza un incorporador de aire, que introduce algunas burbujas de aire en cada ciclo para recibir la compresión del ciclo.

Figura 4.6

Funcionamiento de un ariete hidráulico



Nota. Se observan los lineamientos necesarios para el funcionamiento del ariete hidráulico, adaptado por Martínez Lobato (2012)

Según EcuRed (2013) Para hacer funcionar el pistón hidráulico basta con conectarlo a una fuente de agua con cierto desnivel topográfico entre la superficie del agua y el pistón. Este desnivel no es más que energía potencial. Cuando el agua cae bajo la gravedad, la energía potencial se convierte en energía cinética que es la energía utilizada por el ariete para bombear parte del flujo de agua a su altura. Solo hay unos pocos metros de energía, solo la energía de la corriente que proporciona la misma corriente o la tubería conectada a ella. Cuando se corta la corriente, el cierre repentino de la tubería hará que la presión del agua aumente instantáneamente. Esta zona de alta presión se propaga rápidamente (a la velocidad del sonido). Este fenómeno se llama "golpe de ariete". Los carneros se utilizan para el suministro de agua doméstica, el suministro de animales y otros usos a pequeña escala.

Tabla 4.7*Factores de funcionamiento para el ariete hidráulico*

Factores de funcionamiento	
desnivel	Se refiere al diferencia de altura que existe entre el suministro de agua y el ariete hidráulico con un mínimo de operación como de un metro de diferencia a esto se le denomina altura de carga.
Caudal	El caudal mínimo de alimentación requerido es de por lo menos 5 litros por minuto para el accionamiento del sistema.
Arquitectura	Dependiendo de los factores de desnivel, caudal y altura a bombear se elegirá la arquitectura del ariete hidráulico donde puede ser ariete simple, en serie o en paralelo
Materiales	Los materiales que debe llevar un ariete se recomienda tubería de PVC de presión para arietes simple y tubería galvanizada para arietes de mayor capacidad para resistir los efectos del golpe de ariete
Altura de bombeo	La altura de bombeo depende de los factores anteriores entre más alto es el valor de estos factores mayor será la altura del bombeo hasta poder llevar una altura máxima registrada de 200 metros.

Fuente: Elaboración (2021)**Tabla 4.8***Ventajas y desventajas del ariete hidráulico*

Ventajas	Desventajas
Tecnología accesible, de bajo costo.	El aprovechamiento del agua no es del 100%
Ecológico, ya que utiliza una parte del caudal de la quebrada o río para el abastecimiento de los tanques y funcionamiento del ariete mientras que la otra parte continúa en su cauce natural.	No tiene el mismo rendimiento en cuanto a caudal elevado se refiere
No se utilizan motores de combustible para el funcionamiento del bombeo del agua por lo que hay una disminución de la producción de dióxido de carbono en la finca y por ende los gases de efecto invernadero sobre el ambiente.	Se tiene que adaptar un suministro de agua a una altura superior de la bomba
Garantiza al productor contar con disponibilidad y abastecimiento de agua, inclusive en épocas de escasez de la misma por lo que su uso e implementación es altamente recomendable en zonas de baja precipitación.	No trabajan a la misma velocidad que una centrífuga

Fuente: Bonilla Arrazola (s.f)

4.2.1.6 Energías renovables. Las energías renovables son aquellas que se obtienen a partir de fuentes naturales que producen energía de forma inagotable e indefinida. Por ejemplo, la energía solar, la energía eólica o la energía mareomotriz son fuentes renovables de energía. También se consideran renovables cuando se obtienen a partir de fuentes que se regeneran con el tiempo de manera natural, como la masa forestal.

Tabla 4.9

Principales tipos de energías renovables

Tipo	Descripción
Energía Solar	la energía que se obtiene del sol. Las principales tecnologías son la solar fotovoltaica (aprovecha la luz del sol) y la solar térmica (aprovecha el calor del sol)
Energía eólica	la energía que se obtiene del viento a partir de turbinas.
Energía hidráulica	la energía que se obtiene de los ríos y corrientes de agua dulce

Fuente: Acciona, (2020)

El gobierno hondureño estima que más de 2.3 millones de personas o 30% de la población del país vive sin acceso a electricidad. Más de la mitad de esas personas reside en áreas rurales donde la instalación de infraestructura de conectividad eléctrica es costosa y difícil. El combustible fósil es la fuente de generación de más de la mitad de la energía consumida en el país. La mayor parte de la población hace uso de la leña o carbón vegetal para cocinar

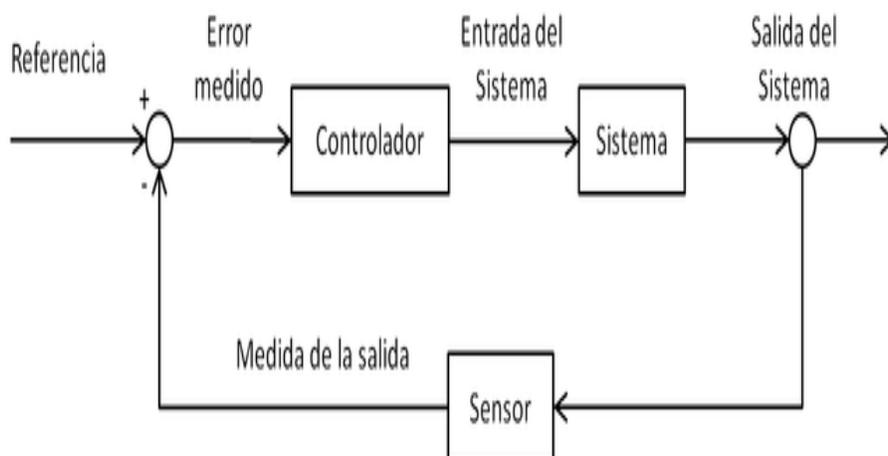
sus alimentos. La mayor parte de esta leña es obtenida de forma no sostenible de los bosques del país; contribuyendo con la deforestación que conlleva a otros tantos problemas relacionados a la erosión del suelo, contaminación de las fuentes de agua, inundaciones, deslizamientos y pérdida de biodiversidad.(FUNDACION VIDA, s. f.)

Actualmente, las energías renovables en Honduras han incrementado su espacio en la matriz energética nacional para satisfacer las necesidades de la población. Éstas se enfocan en la generación de energía solar, hídrica, de biomasa y eólica, así también como en la producción de biocombustibles y biogás, generados a través de plantas y desechos animales.(FUNDACION VIDA, s. f.)

4.2.1.7 Sistemas de Control Electrónico. El sistema de control está dedicado a obtener la salida requerida del sistema o proceso.

En un sistema general, hay una serie de entradas del sistema a controlar, y el sistema está diseñado para modificar ciertos parámetros en el sistema de fábrica en base a estas entradas, y la señal anterior volverá al nivel esperado.**Figura 4.7**

Funcionamiento de un sistema de control electrónico Isaza Velázquez (2006)



4.2.1.8 Dispositivos Lógicos Programables. Un dispositivo lógico programable es un circuito integrado, formado por una matriz de puertas lógicas y flip-flops, que proporcionan una solución al diseño de forma análoga, a las soluciones de suma de productos, productos de sumas y multiplexores.

Entre los dispositivos lógicos programables tenemos:

4.2.1.9 Microcontroladores. El Microcontrolador es un circuito integrado que es el componente principal de una aplicación embebida. Es como una pequeña computadora que incluye sistemas para controlar elementos de entrada/salida. También incluye a un procesador y por supuesto memoria que puede guardar el programa y sus variables (flash y RAM). Funciona como una mini PC. Su función es la de automatizar procesos y procesar información.

Elementos de un Microcontrolador

- Microprocesador.: Internamente contiene una ALU que realiza los procesos de aritmético lógicas y ejecuta los programas .
- Periféricos (unidades de entrada/salida).
- Memoria. La memoria está dividida en tres. La memoria para el programa (FLASH), la memoria para los datos o variables del programa (RAM) y la memoria para configuraciones o no volátil (EEPROM).

4.2.2 Conceptualizaciones

4.2.2.1 Tipos de bombas de ariete hidráulico. En la actualidad existen diferentes tipos de Arietes Hidráulicos que se detallan dependiendo su arquitectura existen tres grupos:

4.2.2.1.1 Bomba de Ariete Hidráulico con Cámara de Aire. La característica de esta bomba de émbolo hidráulica es que el agua está en contacto con el aire en la cámara de aire o el vaso de expansión sin diafragma. El diafragma está en posición vertical y se fija en el cuerpo de la válvula mediante una válvula de asiento que también está en un estado vertical. La cámara de aire absorbe agua. Martillo y convierte el flujo pulsante de agua en un flujo más continuo.

Figura 4.8

Ariete Hidráulico por cámara de aire



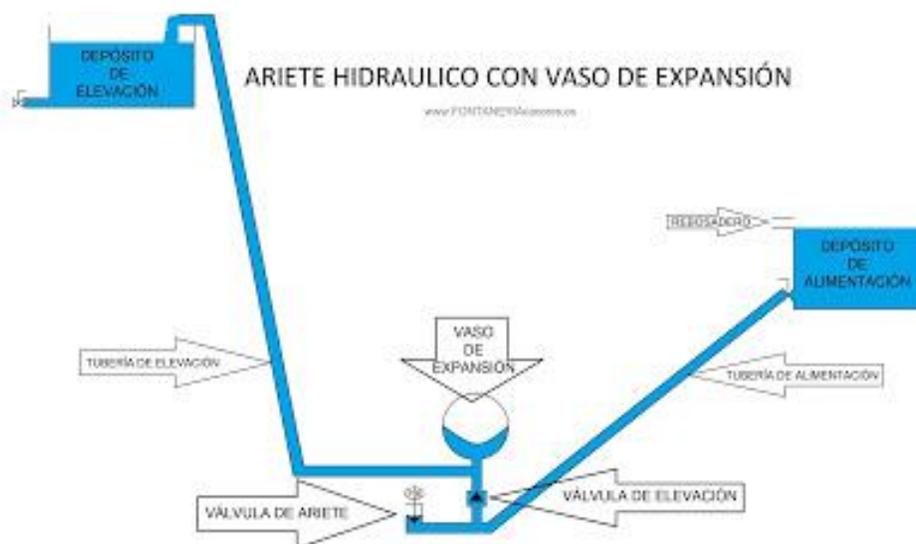
Fuente:(A. Pérez, s. f.)

4.2.2.1.2 Bomba de ariete hidráulico con vaso de expansión. En realidad, es lo mismo que una bomba hidráulica de émbolo con cámara de aire, la única diferencia es que la cámara de aire se reemplaza por un vaso de expansión con membrana, en el que el agua no entra en contacto con el aire y no requiere una fuente de aire de agujero. El volumen mínimo del vaso de

expansión será igual al flujo de elevación en un minuto. La presión de expansión está indicada en la etiqueta del vaso de expansión o del acumulador de diafragma hidroneumático cuando sale de fábrica.

Figura 4.9

Ariete Hidráulico por vaso de expansión



Fuente: (A. Pérez, s. f.)

4.2.2.1.3 Bomba de ariete hidráulico sin cámara de aire. La construcción de una bomba de émbolo hidráulica es el método más económico y simple. No solo es altamente eficiente, debido a que la válvula de asiento y la tubería de suministro de aceite están en línea recta, la onda de choque la afectará directamente, mejorando así el rendimiento y simplificando su estructura. La bomba de émbolo hidráulico no utiliza una cámara de aire ni un vaso de expansión, y un tubo flexible de caucho, silicona, caucho, etc. puede realizar la función de absorber el impacto del golpe de ariete y convertir el flujo de agua pulsante en un agua continua. fluir.

Figura 4.10

Ariete hidráulico con funcionamiento sin cámara de aire



Fuente:(A. Pérez, s. f.)

4.2.2.1.4 Bomba de Ariete Hidráulico Multipulsor con Cámara de Aire. Este tipo de bombas son las más eficientes y se utilizan para bombear agua a mayores alturas hasta 200 metros de altura dependiendo la diferencia de caudal que existe en la zona a instalar, consta de tres pistones que al cerrarse impulsan más agua que las de 1 solo pistón.

Figura 4.11

Arquitectura de un ariete multipulsor



Fuente: (A. Pérez, s. f.)

4.2.2.2 Paneles Solares. La solar es una de las más utilizadas ideal para lugares que carecen de transmisiones eléctricas su costo es considerable, pero al largo plazo la inversión se recupera donde convierte la energía del sol en energía eléctrica por medio de una reacción química actualmente, de manera general, existen 3 tipos de paneles solares:

4.2.2.2.1 Paneles Solares Fotovoltaicos. Por lo general, este tipo de paneles están compuestos por unas células fotovoltaicas de silicio que, a través de un proceso llamado efecto fotoeléctrico, permiten transformar la energía lumínica en energía eléctrica.

Figura 4.12

Panel solar fotovoltaico

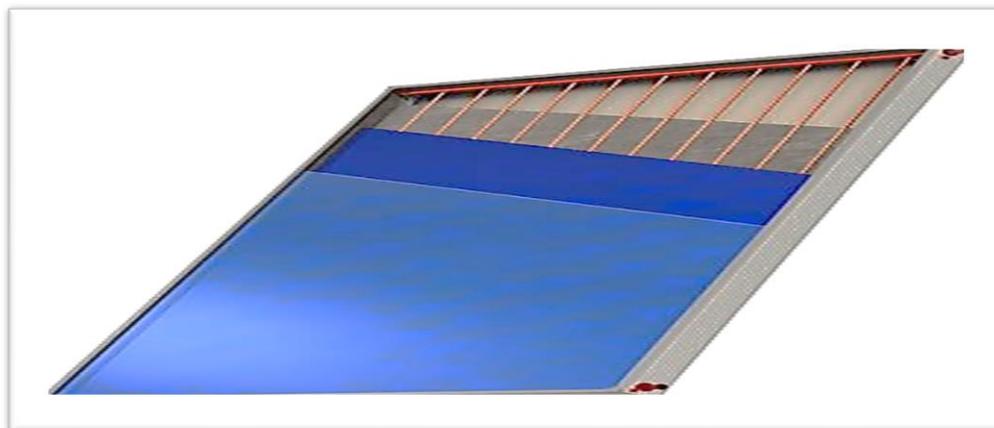


Fuente: (ENDEF, 2017)

4.2.2.2.2 Paneles Solares Térmicos Este panel permite la transformación de la energía procedente del sol en energía térmica, es decir, en calor, Independientemente de que se utilicen a nivel doméstico o a nivel industrial, los paneles térmicos presentan múltiples usos, tales como la climatización.

Figura 4.13

Panel solar térmico



Fuente:(ENDEF, 2017)

4.2.2.2.3 Paneles Solares Híbridos (fotovoltaico + térmico). el panel solar híbrido no es más que una mezcla de un panel fotovoltaico junto a uno térmico. Con las 2 tecnologías aunadas en un sólo panel, este tipo de tecnología permite producir electricidad y calor simultáneamente.

Figura 4.14

Panel solar Híbrido



Fuente: (ENDEF, 2017)

4.2.2.3 Microcontroladores Los Microcontroladores son dispositivos capaz de realizar tareas de automatización o procesos dependiendo de su programación interna

Microcontroladores PIC

PIC es un circuito integrado programable (Programmable Integrated Circuited), que contiene todos los componentes que pueden realizar y controlar tareas, por eso se le llama microcontrolador. Tipos de microcontroladores PIC Todos los microcontroladores PIC utilizan la arquitectura Harvard, lo que significa que su memoria de programa está conectada a la CPU a través de más de 8 cables. Según el ancho del bus existen microcontroladores de 12 bits, 14 bits y 16 bits La siguiente tabla muestra las características de cada microcontrolador.

Tabla 4.10

Características de los diferentes modelos de PIC

Familia	ROM [Kbytes]	RAM [bytes]	Pines	Frecuencia de reloj. [MHz]	Entradas A/D	Resolución del convertidor A/D	Comparadores	Temporizadores de 8/16 bits	Comunicación serial	Salidas PWM	Otros
Arquitectura de la gama baja de 8 bits, palabra de instrucción de 12 bits											
PIC10FXXX	0.375 - 0.75	16 - 24	6 - 8	4 - 8	0 - 2	8	0 - 1	1 x 8	-	-	-
PIC12FXXX	0.75 - 1.5	25 - 38	8	4 - 8	0 - 3	8	0 - 1	1 x 8	-	-	EEPROM
PIC16FXXX	0.75 - 3	25 - 134	14 - 44	20	0 - 3	8	0 - 2	1 x 8	-	-	EEPROM
PIC16HVXXX	1.5	25	18 - 20	20	-	-	-	1 x 8	-	-	Vdd = 15V
Arquitectura de la gama media de 8 bits, palabra de instrucción de 14 bits											
PIC12FXXX	1.75 - 3.5	64 - 128	8	20	0 - 4	10	1	1 - 2 x 8 1 x 16	-	0 - 1	EEPROM
PIC12HVXXX	1.75	64	8	20	0 - 4	10	1	1 - 2 x 8 1 x 16	-	0 - 1	-
PIC16FXXX	1.75 - 14	64 - 368	14 - 64	20	0 - 13	8 or 10	0 - 2	1 - 2 x 8 1 x 16	USART I2C SPI	0 - 3	-
PIC16HVXXX	1.75 - 3.5	64 - 128	14 - 20	20	0 - 12	10	2	2 x 8 1 x 16	USART I2C SPI	-	-
Arquitectura de la gama alta de 8 bits, palabra de instrucción de 16 bits											
PIC18FXXX	4 - 128	256 - 3936	18 - 80	32 - 48	4 - 16	10 or 12	0 - 3	0 - 2 x 8 2 - 3 x 16	USB2.0 CAN2.0 USART I2C SPI	0 - 5	-
PIC18FXXX	8 - 128	1024 - 3936	28 - 100	40 - 48	10 - 16	10	2	0 - 2 x 8 2 - 3 x 16	USB2.0 USART Ethernet I2C SPI	2 - 5	-
PIC18FXXX	8 - 64	768 - 3936	28 - 44	64	10 - 13	10	2	1 x 8 3 x 16	USART I2C SPI	2	-

Fuente: (microcontroladoresesv, 2012)

4.2.2.4 Tarjetas Arduino Arduino es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso

4.2.2.4.1 Funcionamiento. El Arduino es una placa basada en un microcontrolador ATMEGA. Los microcontroladores son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales las escribes con el lenguaje de programación que puedes utilizar en el entorno Arduino IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa.

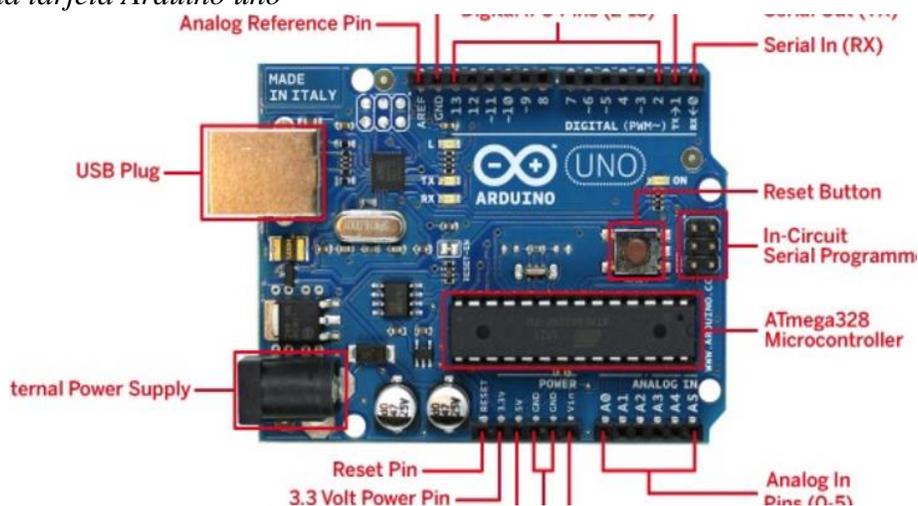
El microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que conectes se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos.

Modelos más utilizados:

4.2.2.4.2 Arduino Uno. El Arduino Uno es una placa de microcontrolador de código abierto basado en el microchip ATmega328P y desarrollado por Arduino. La placa está equipada con conjuntos de pines de E/S digitales y analógicas que pueden conectarse a varias placas de expansión y otros circuitos.

Figura 4.15

Partes de una tarjeta Arduino uno

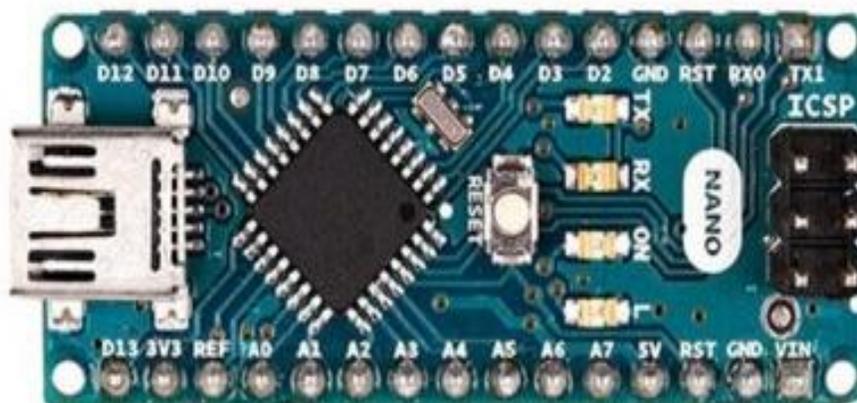


Nota. Se observan las partes que constituye un Arduino uno. (Fernández, 2020)

4.2.2.4.3 Arduino Nano. El Arduino Nano es una placa pequeña, completa y compatible con la placa de pruebas basada en el ATmega328 tiene más o menos la misma funcionalidad del Arduino Duemilanove, pero en un paquete diferente. Solo carece de un conector de alimentación de CC y funciona con un cable USB Mini-B en lugar de uno estándar.

Figura 4.16

Placa Arduino nano



Nota. Adaptado por página oficial de Arduino (store Arduino, s. f.)

Tabla 4.11*Características de la placa Arduino nano*

Microcontrolador	ATmega328
Velocidad de reloj	16 MHz
Tensión de funcionamiento	5 V
Pines de entrada analógica	8
Voltaje de entrada	7-12 V
Pines de E / S digitales	22
Peso	7 g
EEPROM	1 KB
Arquitectura	AVR

Fuente: store Arduino (s. f.)

4.2.2.4.4 Arduino Mega 2560. El Arduino Mega 2560 es una placa de microcontrolador basada en el ATmega2560 . Tiene 54 pines de entrada / salida digital (de los cuales 15 se pueden usar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UART (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz

Figura 4.17*Placa de Arduino Menga 2560***Fuente:** store Arduino, (s. f.)

Tabla 4.12*Características de Arduino Mega 2560*

Microcontrolador	ATmega2560
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (límite)	6-20 V
Pines de E / S digitales	54
Memoria flash	256 KB
Velocidad de reloj	16 MHz
Peso	37g

Fuente: store Arduino, (s. f.)

Tabla 4.13*Otros modelos de Arduino y sus características*

	Arduino Uno	Arduino Mega2560	Arduino Leonardo	Arduino Due	Arduino ADK	Arduino Nano	Arduino Pro Mini	Arduino Esplora
								
Microcontrolador	ATmega328	ATmega2560	ATmega32u4	AT91SAM3X8E	ATmega2560	ATmega168 (versión 2.x) ou ATmega328 (versión 3.x)	ATmega168	ATmega32u4
Portas digitais	14	54	20	54	54	14	14	-
Portas PWM	6	15	7	12	15	6	6	-
Portas analógicas	6	16	12	12	16	8	8	-
Memória	32 K (0,5 K usado pelo bootloader)	256 K (8 K usados pelo bootloader)	32 K (4 K usados pelo bootloader)	512 K disponível para aplicações	256 K (8 K usados pelo bootloader)	16 K (ATmega168) ou 32K (ATmega328), 2 K usados pelo bootloader	16 K (2k usados pelo bootloader)	32 K (4 K usados pelo bootloader)
Clock	16 Mhz	16 Mhz	16 Mhz	84 Mhz	16 Mhz	16 Mhz	8 Mhz (modelo 3.3v) ou 16 Mhz (modelo 5v)	16 Mhz
Conexão	USB	USB	Micro USB	Micro USB	USB	USB Mini-B	Serial / Módulo USB externo	Micro USB
Conector para alimentação externa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Tensão de operação	5v	5v	5v	3.3v	5v	5v	3.3v ou 5v, dependendo do modelo	5v
Corrente máxima portas E/S	40 mA	40 mA	40 mA	130 mA	40 mA	40 mA	40 mA	-
Alimentação	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	3.35 - 12 V (modelo 3.3v), ou 5 - 12 V (modelo 5v)	5v				

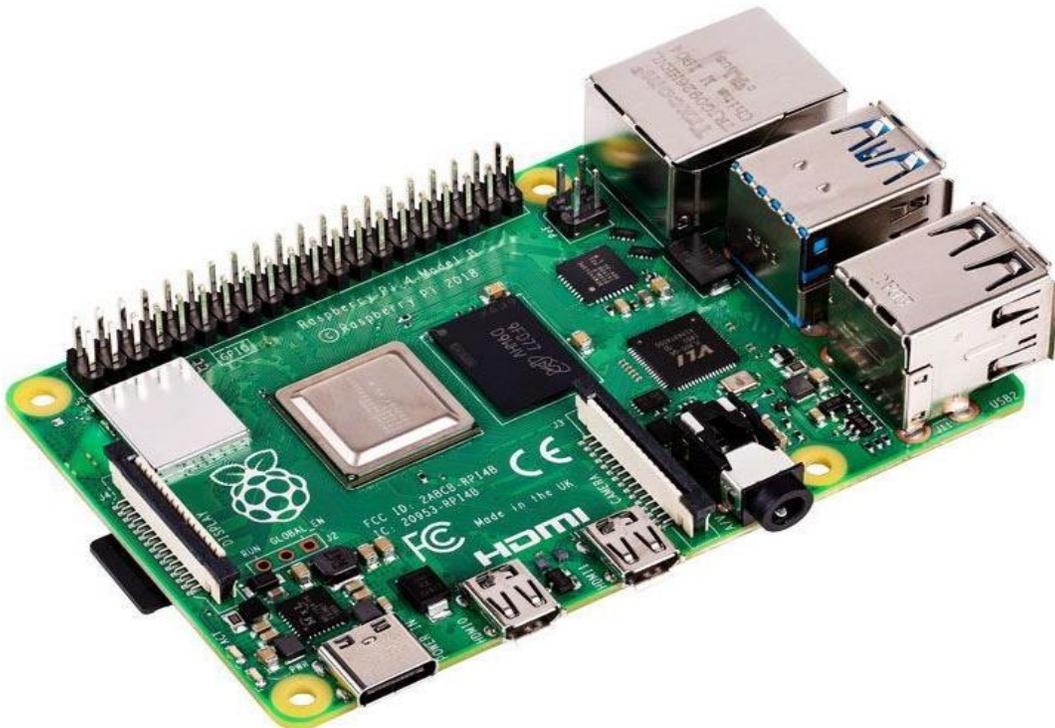
Fuente: Angel (2016)

4.2.2.5 Raspberry Pi Raspberry Pi es una placa de computadora simple que consta de SoC, CPU, memoria RAM, puertos de entrada y salida de audio y video, conexión de red, ranura SD para almacenamiento, reloj, toma de corriente y conexión para dispositivos periféricos.

Características de Raspberry Pi 4 :

- Memoria: 1GB, 2GB o 4GB de RAM LPDDR4.
- Conectividad: Wi-Fi b/g/n/ac (2.4GHz y 5GHz), Bluetooth 5.0
- GPIO: 40-pin compatible con las otras Raspberry Pi.
- Soporte tarjetas micro SD: soporta micro SD para el sistema operativo y también para almacenamiento de datos.
- Alimentación: vía USB tipo C con 5V y 3^a

Figura 4.17

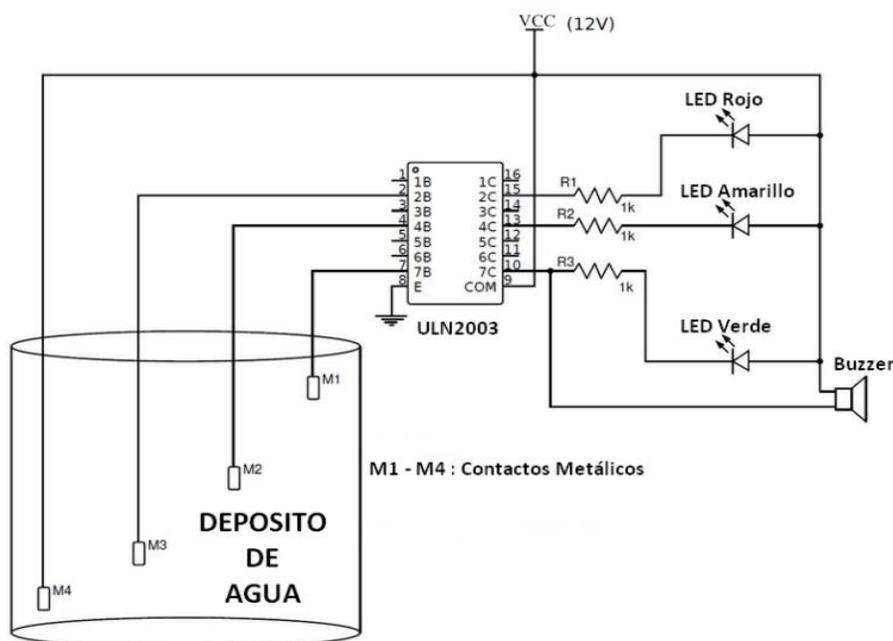


Fuente: Sergio De Luz (2019)

4.2.2.6 Circuito Integrado ULN2803 Es un tipo de integrado capaz de responder por las diferentes medidas que existen en un contenedor de algún líquido tiene 8 salidas de alta corriente suficiente para activar relays, solenoides, motores y bombillas muy versátil al momento de trabajar en conjunto con los microcontroladores.

Figura 4.18

Funcionamiento de circuito integrado ULN2803



Hernández (2015)**4.2.2.7 Electroválvulas.** Las electroválvulas son dispositivos capaces de apertura u obstrucción para fluido de líquidos en una tubería usualmente son utilizan en la automatización para procesos que se requieren de sincronización o accionamiento precisos a continuación se detallaran las más comunes y sus aplicaciones.

4.2.2.7.1 Tipos de Válvulas Solenoides . No todas las electroválvulas funcionan de la misma forma. Algunas pueden variar según el método de activación de la válvula solenoide, o pueden distinguirse de otras válvulas solenoides debido a ciertas características.

- Electroválvulas sencillas: Estas son normalmente cerradas o abiertas, usualmente se utilizan para jardín y vienen cerradas por defecto.
- Electroválvula con piloto: Cuando se habla de la electroválvula asistida se refiere a una de las válvulas de riego, la electroválvula no controla directamente el equipo, sino que se utiliza para controlar la válvula auxiliar. Por tanto, la energía necesaria para activar la válvula principal es proporcionada por la presión del propio líquido.
- Electroválvula de diafragma: La válvula solenoide de diafragma es una de las válvulas solenoides de irrigación más comunes disponibles. Su funcionamiento radica en la presión que ejerce el agua sobre el diafragma flexible, proporcionando así un sistema más seguro y eficaz de implantación en cualquier sistema de riego.
- Electroválvula de globo: Estas válvulas solenoides para riego no son comunes y rara vez se encuentran son utilizadas para el cierre de tuberías de gran tamaño y tiene un retraso de 0.5 segundos.

Figura 4.19

Tipos de válvulas solenoides

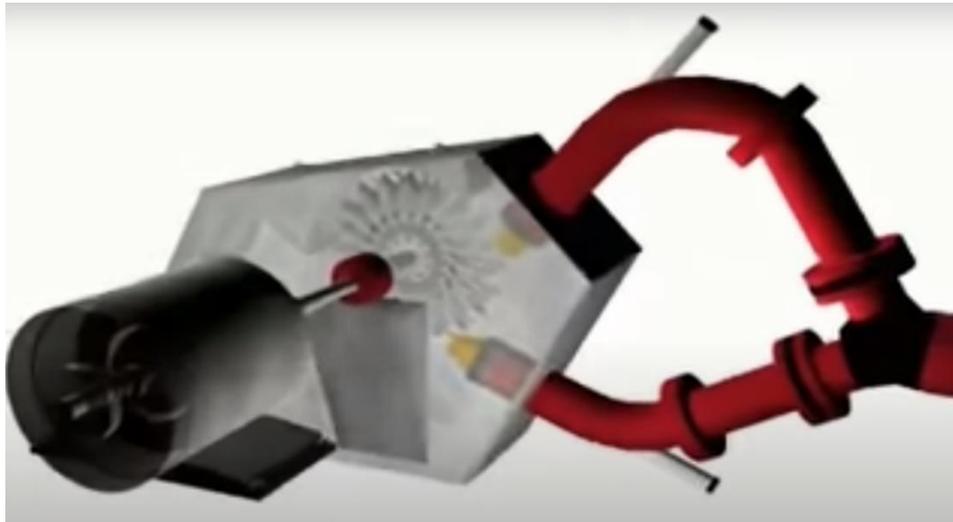


Nota. Tipos de válvulas solenoides y aplicaciones, adaptado por Manuel Gongora (2010)

4.2.2.8 Generador Hidráulico. Los generadores de corriente hidráulicos son motores capaces de transformar la energía cinética del agua en energía eléctrica son muy eficientes ya que logran aprovechar en varios ángulos gracias a su diseño.

Figura 4.20

Arquitectura de un generador hidráulico



Nota. Generador hidráulico con recepción de dos canales, adaptado por TRAXCO (2010)

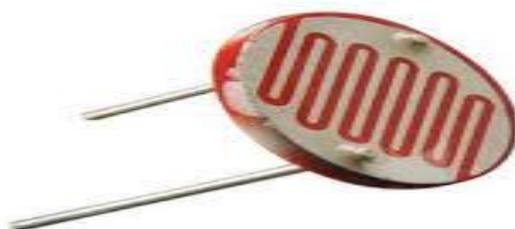
4.2.2.9 Diodo Fotorresistor. Los fotorresistores o fotorresistencia es un dispositivo dependiente de luz el cual varia su resistencia eléctrica al ser sometido a cambias de luz incidente también se le suele llamar resistencia LDR, son construidos por sulfuro de cadmio.

Los fotorresistores funcionan según el principio de fotoconductividad. La fotoconductividad es un fenómeno óptico en el que cuando un material absorbe luz, la conductividad eléctrica del material aumenta. Cuando la luz cae, es decir, cuando un fotón cae sobre el dispositivo, los electrones en la banda de valencia del material semiconductor se excitan hacia la banda de conducción. Estos fotones en la luz incidente deben tener una energía mayor

que la banda prohibida del material semiconductor, de modo que los electrones pasen de la banda de valencia a la banda de conducción.

Figura 4.21

Fotorresistencia

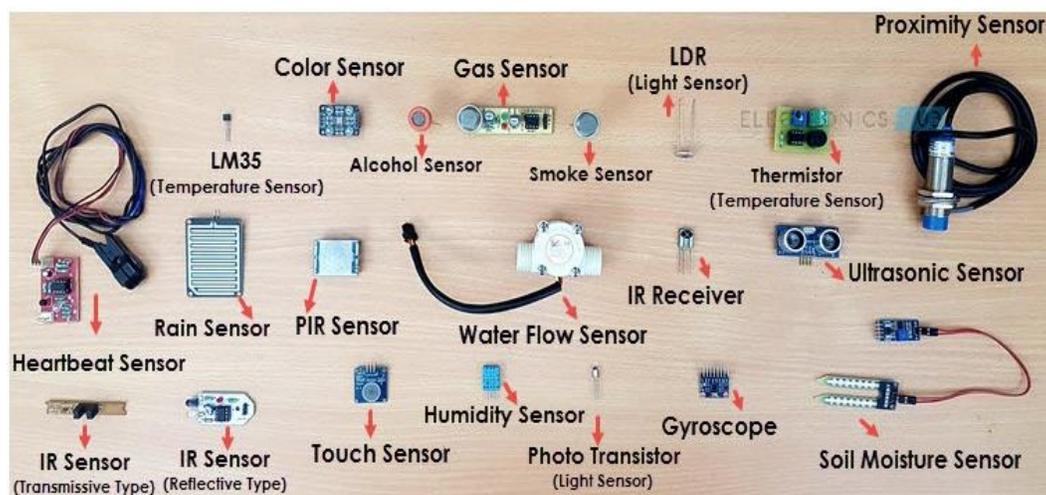


Fuente: Nouhaila (s. f.)

4.2.2.10 . Sensores. Un sensor es un dispositivo que puede detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. Estos dispositivos pueden convertir cantidades físicas o químicas en electricidad.

Figura 4.22

Tipos de sensores electrónicos



Fuente: Prototipado (2018)

V: Metodología

En este capítulo se comprenderá la metodología que tomara la investigación “SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA IRRIGACIÓN AUTOSUSTENTABLE EN TERRENOS ELEVADOS”, que busca solventar los problemas de escases de agua que existen en las zonas montañosas de Honduras tomando un enfoque cuantitativo .

5.1 Congruencia metodológica

La congruencia metodológica se presentará por medio de una matriz que relacione todos los términos relacionados para observar con claridad el protocolo de investigación a seguir igualmente se tomaran en consideración las variables de interés en la investigación para tener una relación entre el planteamiento, hipótesis y variables.

5.1.1 Matriz Metodológica

La matriz metodológica busca colocar todos los aspectos a investigar en una tabla, esta es una valiosa estrategia metodológica que permite a los investigadores diseñar el proceso de investigación de manera general, soporta y garantiza todos los componentes interrelacionados que intervienen en la investigación. En otras palabras, existe una coherencia horizontal y vertical entre los elementos centrales de la investigación cualitativa. Permite una secuencia lógica para que cada elemento de la encuesta esté enhebrado de modo que el tema, la pregunta, el objetivo, la categoría Los análisis, el análisis de datos, las conclusiones y las recomendaciones siguen siendo pertinentes y, de hecho, suponen valiosas contribuciones científicas. (UNED,s.f)

Tabla 5.1*Matriz metodológica*

Planteamiento del problema	Objetivos		Preguntas de investigación		Justificación
	General	Específico	General	Específicos	
Actualmente en Honduras usualmente no utilizan sistemas de irrigación por medio de energía mecánica mucho menos cuentan con un control electrónico para el uso inteligente del agua	Demostrar que el diseño e implementación de un sistema de control electrónico por irrigación es autosustentable, económico y ecológico.	Enumerar las causas por qué los sistemas de bombeo por medio Energía mecánica son pocos usados por los productores en Honduras.	¿Será factible diseñar en Honduras un sistema de control electrónico para irrigación autosustentable que funcione a base de recursos renovables?	¿Por qué los sistema de irrigación por principio de caudal son pocos usados por los productores en Honduras?	Lo que se pretende con la investigación es aprovechar los fenómenos físicos que funciona el sistema de bombeo por el principio de energía mecánica que por medio de un ariete hidráulico que logre bombear agua alturas considerables para el abastecimiento e irrigación del agua a esto se le integraría un sistema de control electrónico que realice las tareas tales como llenado de taques, irrigación programada, cierre y apertura de válvulas todo esto por medio de dispositivos
		Enumerar cuáles son los dispositivos más adecuados para diseñar un sistema electrónico autosustentable para el control del sistema de bombeo e irrigación.		¿Cuáles son los tipos de sistemas de irrigación por energía mecánica usados por los productores en Honduras?	
		Analizar cuál es la programación más adecuada que se integraría al sistema electrónico de control para el bombeo e irrigación.		¿Cuál será la programación más adecuado para integrar al sistema de control?	

Fuente: Elaboración propia,(2021)

5.1.2 Operacionalización de las Variables

La operacionalización de variables es un proceso metodológico, que incluye la descomposición deductiva de las variables que constituyen la pregunta de investigación desde la parte más extensa hasta la más específica, en esta sección se escogerán las variables como factibilidad y Potencia entregada ya que son de interés en el estudio del proyecto a desarrollar lo que determinara si se cumple con la hipótesis de investigación.

Tabla 5.2*Tabla operacionalización de las variables*

Hipótesis:				
Al integrar un sistema de control electrónico a un sistema de bombeo de ariete no sería suficiente para ser autosustentable, económico y ecológico.				
Problema	variables	definición	dimensiones	indicadores
Actualmente en Honduras usualmente no utilizan sistemas de irrigación por medio de energía mecánica mucho menos cuentan con un control electrónico para el uso inteligente del agua	Factibilidad	disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señaladas, si es posible cumplir con las metas que se tienen en un proyecto.	Factor económico	<ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto del proyecto • Altura máxima de bombeo. • Eficiencia del sistema
			Eficiencia	
			Altura de bombeo	
	Potencia entregada	La potencia entregada por una fuente de continua es el producto de su tensión por la corriente que circula en la rama donde se encuentra.	Potencia de Paneles solares	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia entregada al sistema electrónico por medio de los paneles solares • Potencia entregada por el generador hidráulico
Potencia de generador hidráulico.				

Fuente: Elaboración propia (2021)

5.1.3 Hipótesis

La hipótesis es una suposición en torno a lo que se pretende esperar al final de la investigación a mención a esto se presentara las hipótesis formuladas en esta investigación.

- H.I

Al integrar un sistema de control electrónico a un sistema de bombeo de ariete lograría ser autosustentable, económico y ecológico.

- H.O

Al integrar un sistema de control electrónico a un sistema de bombeo de ariete no sería suficiente para ser autosustentable, económico y ecológico.

5.2 Enfoque y Métodos

Los métodos de investigación se entienden como procedimientos lógicos y estrictos que siguen los investigadores para adquirir conocimientos, se debe recordar que el término método también se puede definir como camino o ruta. Toda investigación nace de situaciones observadas o sentidas, las cuales generan una serie de inquietudes o interrogantes que no se pueden responder de manera inmediata, pero es necesario establecer soluciones.

5.2.1 Enfoque

La investigación por su naturaleza tiende a ser con un enfoque mixto porque se busca obtener información de cuáles son los elementos adecuados para el diseño del proyecto como ser las variables de investigación descritas y busca recopilar información de fuentes externas por experiencias empíricas a esto se le atribuye la parte de enfoque cualitativo, por otra parte la investigación tiene rasgos de enfoque cuantitativo porque se busca medir la eficiencia del sistema por medio de recopilación de tablas de pruebas realizada en los antecedentes del

proyecto a su vez investigar la mejor opción para integrar un sistema de control por lo cual un solo enfoque no sería suficiente para explicar el fenómeno de investigación.

5.2.2 Método

El método de investigación será el analítico por que se pretende descomponer todos los elementos de sistema a investigar para llegar a un consenso donde se tomaría los elementos que mejor se adapten al circuito de control para el sistema de irrigación .

La metodología para recaudar información y datos se realiza mediante la investigación y análisis de informes, páginas web relacionadas al proyecto.

5.3 Alcance y Diseño de la Investigación

Se describirán los alcances y diseño que tomara la investigación a desarrollar aplicando los pasos de la metodología de investigación.

5.3.1 Alcance de la Investigación

En el proyecto de investigación teniendo un enfoque mixto y con los antecedentes ya descritos en el marco teórico se puede determinar el alcance de la siguiente manera.

Solis (2019) menciona que el alcance descriptiva tiene como objetivo especificar los atributos, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno a analizar. Es decir, solo pretenden medir o recopilar información de forma independiente o conjunta sobre los conceptos o variables que citan, es decir, su finalidad no es mostrar la relación entre ellos.

Descrito lo anterior se puede deducir que el alcance de la investigación es descriptivo por haber antecedentes del proyecto a investigar donde lo que se busca es estudiar el tema a desarrollar

para comprender y tomar las decisiones pertinentes en la elaboración del diseño de control electrónico.

5.3.2 Diseño de la Investigación

La investigación mixta implica combinar métodos cualitativos y cuantitativos en la misma investigación. En un estudio cuantitativo, nos brinda datos de interés en unas variables. La investigación cualitativa dentro de ese rango se puede utilizar posteriormente para comprender mejor este fenómeno.

De manera similar, con base en las conclusiones de la investigación cualitativa, se puede realizar una investigación cuantitativa para averiguar cuanta información existe relacionada al tema de investigación. El método debe estar claramente definido en cada parte del estudio, aunque uno puede ser complementario al otro.

5.3.2.1 Población y Muestra

Zara (2010) Afirma: “Población se refiere al universo, conjunto o totalidad de elementos sobre los que se investiga o hacen estudios. Muestra es una parte o subconjunto de elementos que se seleccionan previamente de una población para realizar un estudio”

La población y muestra no se toma en cuenta en este proyecto de investigación por ser de carácter experimental y según los antecedentes no hay un proyecto que integre sistemas electrónicos a los sistemas de irrigación por energía cinética.

5.4 Técnicas e Instrumentos Aplicados

La investigación necesita, que el sujeto de investigación tenga suficientes opciones, un buen método para resolver el problema, y se utilizará para llevar a cabo la definición de método científico. Además, se necesitan tecnología y herramientas para ayudar a las investigación a.

Estas tecnologías son en realidad técnicas, recursos o programas utilizados por los investigadores para acercarse a los hechos y acceder a sus conocimientos, y están respaldados por instrumentos para guardar información, tales como: cuadernos para registrar observaciones y hechos, diarios de campo, mapas, cámaras, grabadores de audio, cámaras de video, software de apoyo, elemento de medición fundamentales para la grabación del contenido observado durante la investigación.(Medina, 2008)

5.4.1 Instrumentos

Las técnicas de investigación determinan los instrumentos a utilizar en este caso se utilizarán la técnica de Observación por medio de una guía de observación para entender los lineamientos necesarios para poder desarrollar el proyecto de manera exitosa paralelamente se utilizará la técnica de análisis de documentos lo cual generaría una guía de análisis de documentos para tomar referencias de los puntos importantes en el proyecto en tomar en cuenta

5.5 Fuentes de información

La fuente de información o documentos se puede encontrar en diversos medios, como registros audiovisuales, registros auditivos, libros, artículos, noticias escritas y básicamente cualquier tipo de soporte, siempre que estos soportes puedan capturar y guardar información para su uso posterior, estas se dividen en fuentes primarias y fuentes secundarias.

5.5.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias son todas aquellas que se han desarrollado por experiencias propias de los investigadores que han realizado los estudios similares a este proyecto de investigación las fuentes primarias para esta investigación constan de tesis de proyecto investigativo, videos

explicativo sobre el desarrollo de los sistemas de riego por ariete hidráulico y fascículos de desarrollo social

5.5.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias son todas aquellas de donde el redactor no experimento o participo en el fenómeno a estudiar directamente estas aportan análisis y puntos de vista diferentes y son complemento para logra integrar un sistema que logre los objetivos de la investigación

En esta sección de fuentes secundarias se tomaron fuentes como diccionarios, artículos de revistas, sitios web y redes sociales

5.7 Limitantes de la investigación

La limitantes de la investigación se refiere a los problemas que se presentaron al momento de realizar la investigación y cuáles son los factores que no se pudieron investigar con claridad entre la limitaciones de la investigación tenemos las siguientes:

- Tiempo de la investigación siendo ocho semanas muy limitadas para presentar una investigación profunda.
- Poco manejo de los conceptos relacionados a la metodología de la investigación tendiendo a la confusión.
- Escasa información relacionada a proyecto de diseño electrónico de riego para control del ariete hidráulico siendo la investigación experimental .
- Escasa información acerca de proyectos similares en Honduras lo que dificulta obtener contacto para asesorarse sobre el tema.

5.8 Cronología de trabajo

La cronología de elaboración del trabajo de investigación es una serie de hechos que se realiza de manera ordenada por fechas por lo cual se presenta el cuadro de actividades desarrollada a continuación

Tabla 5.3

Tabla de actividades

Numero de actividad	Actividad	Periodo	Inicio	Final
1	Reunión para conocer los lineamientos del proyecto con el asesor	1 día	28/01/2021	28/01/2021
2	Presentación de idea de proyecto	4 días	31/02/2021	3/02/2021
3	Aprobación y discusión del proyecto de investigación	1 día	5/02/2021	5/02/2021
4	Entrega desde la portada hasta la introducción.	6 días	6/02/2021	12/12/2021
5	Correcciones de la portada hasta la introducción.	5 días	13/02/2021	18/02/2021
6	Redacción de los capítulos 2, 3 y 4.	8 días	19/02/2021	27/02/2021
7	correcciones de los capítulos 2, 3 y 4.	3 días	28/02/2021	3/03/2021
8	Redacción de los capítulos 5 y 6	6 días	4/03/2021	10/03/2021
9	Correcciones de los Capítulos 5 y 6	6 días	11/04/2021	17/03/2021
10	Viabilidad del proyecto	6 días	18/03/2021	24/03/2021
11	Correcciones finales del proyecto	3 días	25/03/2021	28/03/2021

Fuente: Elaboración propia (2021)

VI: Resultados y Análisis

En este capítulo analizará la información resultado de la investigación para analizar y desarrollar el proyecto de investigación, Una vez que se aplica la herramienta de recopilación de información, Se inicia el procesamiento correspondiente para el análisis, Porque la información a proporcionar será la información de la conclusión a extraer de la investigación.

Acorde a lo anterior se responderá las preguntas de investigación de manera directa, las respuestas estarán respaldadas por el Marco teórico y técnicas de investigación.

6.1 Tipos de sistema de Bombeo por energía mecánica.

1) ¿Cuáles son los tipos de sistemas de bombeo de agua por energía mecánica usados por los productores en Honduras?

En Honduras se usan varios sistemas de riego por medio de energía mecánica detallados a continuación:

- **Bomba ROCHFER:** Este tipo de bomba se distribuye en San Pedro sula y Danlí tiene la capacidad de bombaro agua hasta 350 metros de altura con especificaciones de instalación son estrictos necesita de un gran caudal para poder operar y su costa baria de la potencia de la bomba existen desde \$1000 -\$2400 Dólares.
- **Bombeo por energía solar:** La energía solar brinda una solución para poder abastecer a comunidades enteras en una región con clima soleado, en Honduras son pocas las veces que se ha implementado este tipo de tecnologías donde seria sumamente factible desarrollarla por ejemplo en la zona sur del país, el costo de inversión es alto y mantenimiento especializado.
- **Bomba Emas-Flexi:** Es una bomba de riego con un principio sencillo de funcionamiento es de acción directa y se puede bombear desde una profundidad de 40 metros para pozos.

- Bombeo por energía eólica: Se implementaron dos según registros, aunque no fueron exitosos donde por medio de la fuerza del viento hacen funcionar una bomba que impulsa el agua.

6.2 Elección de los Dispositivos para Sistema de Control

2) ¿Cuáles son los dispositivos más adecuados para diseñar un sistema electrónico autosustentable para la irrigación?

Según la investigación y utilizando los instrumentos de observación se llegó a determinar la elección del sistema electrónico que se utilizara para el control de riego presentando los dispositivos a continuación.

6.2.1 Ariete Hidráulico en serie

El ariete hidráulico en serie se utiliza para zonas donde el caudal tenga pendientes de dos metros en esta caso como ejemplo se podrá utilizar este tipo de ariete hidráulico o dependiendo con las capacidades de la zona que brinden las siguientes condiciones;

- Diferencia de Altura entre el Ariete Hidráulico y fuente de 1 metro.
- Caudal disponible de 45l/min.
- Angulo de entrada de 21 a 45 grados del filtro.
- Largo de tubería de alimentación debe ser de 5 a 10 veces la altura del filtro.

Figura 6.1

Ariete hidráulico en serie



Fuente: A.pérez (s. f.)

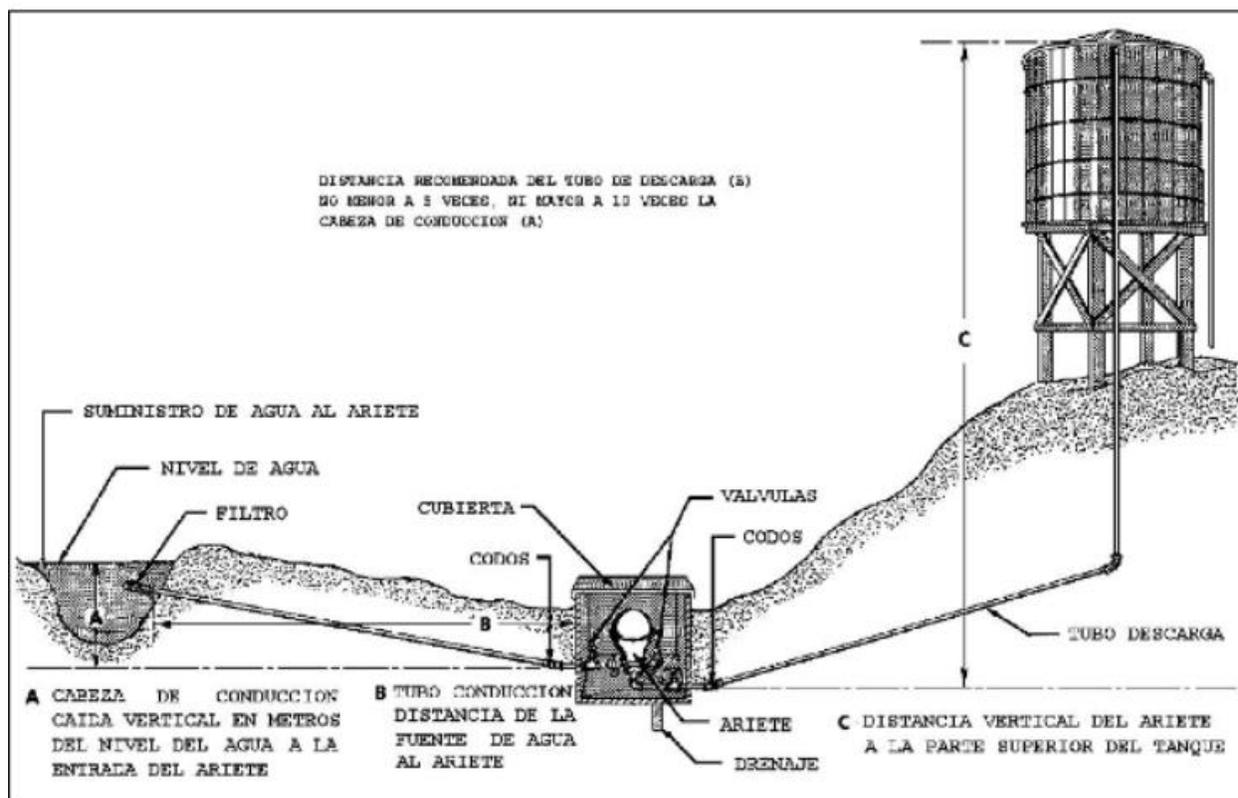
6.2.1.1 Partes del Ariete Hidráulico en serie. La arquitectura de un ariete hidráulico en serie consta de las siguientes piezas:

- Tubo de alimentación
- Globo de compresión
- Válvula de alivio
- Manómetro
- Válvula de antirretorno
- Válvula de choque
- Llave auxiliar
- Llave de purga

Figura 6.2*Partes del Ariete Hidráulico*

Fuente: Alba (2016)

Figura 6.3

Características de instalación del ariete hidráulico

Nota. Se logra observar los elementos para la instalación de un ariete hidráulico, adaptado por Manualzz (2011)

6.2.2 Arduino

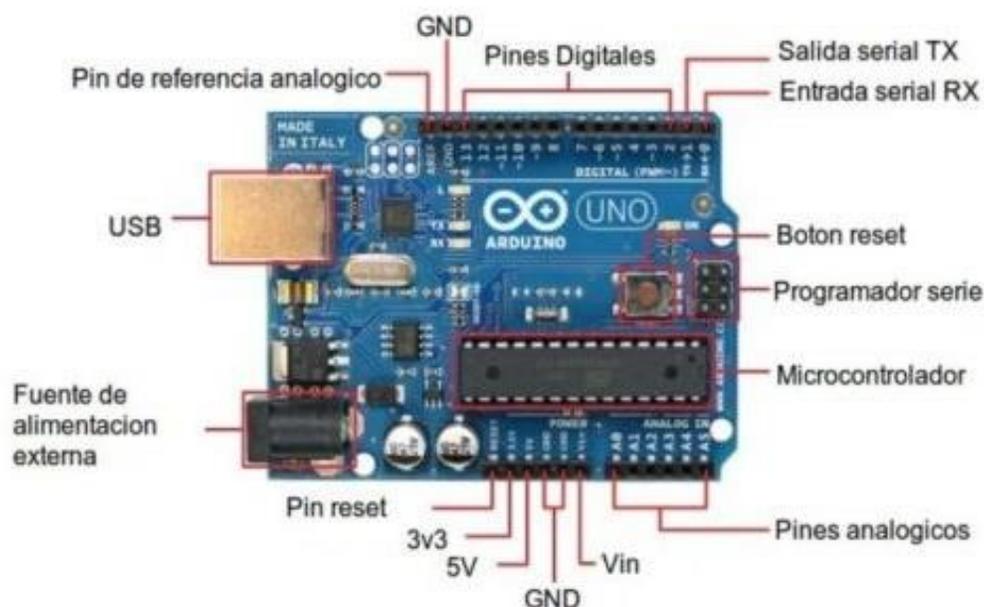
En la selección del controlador a elegir para nuestro sistema de irrigación tenemos las siguientes ya que son muy fiables y su consumo de energía es bajo por lo cual sería la mejor opción para realizar el proyecto:

1) Arduino uno:

Es una placa que integra un microcontroladores con el ATmega 328P tiene 14 pines de entrada y salida digitales, 6 de ellos pueden ser utilizado para PWM, 6 entradas analógicas y un cristal de 16Mhz, esta placa es de fácil adquisición y están disponible en la mayoría de tiendas electrónicas de Honduras hay muchas aplicaciones que requieran de un nivel bajo de requerimientos, su bajo consumo es una excelente opción para realizar proyectos que utilicen energía solar para operar.

Características:

- Microcontrolador: ATmega328P.
- Voltaje de funcionamiento: 5 V
- Pines de E/S digitales: 14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
- Pines de entrada analógica: 6 pines.
- Corriente continua por pin: 20 mA.
- Corriente CC para 3.3V por pin: 50 mA.

Figura 6.4*Partes de Arduino uno***Fuente:** Mecafenix, (2017)

2) Arduino nano:

Arduino nano no es más que una placa simplificada de Arduino uno donde su consumo de energía es más eficiente por lo cual si se desea utilizarlos para aplicaciones donde se requiere el menor consumo es la mejor opción puede operar con 3.3v con facilidad se pueden utilizar baterías de litio tiene una eficiencia energética de 36 horas conectada a una batería de litio de 1200 mA , La placa Arduino Nano es un producto más específico que las placas Arduino Uno y Arduino Mega. Compacto, ideal para aplicaciones más pequeñas.

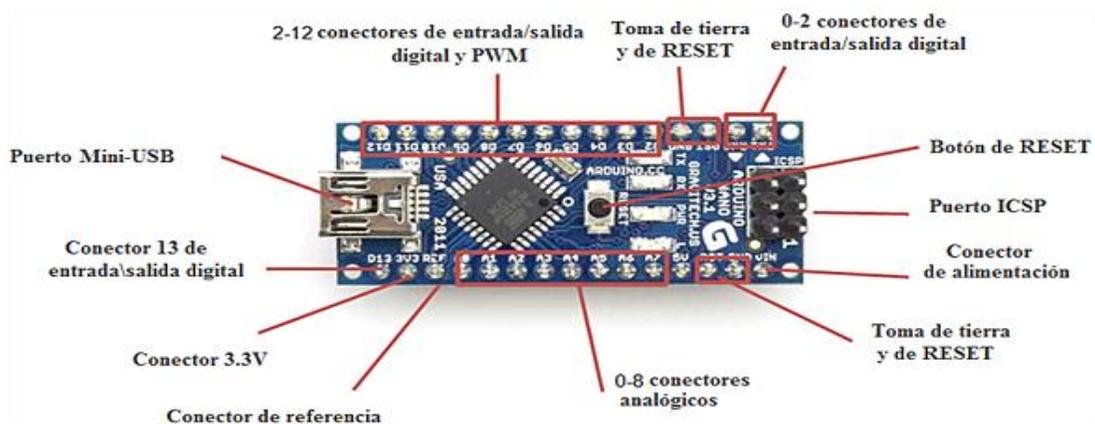
Características:

- Micro controlador: atmel atmega328
- Voltaje de operación: 5 v

- Voltaje de entrada: 7-12 v
- Voltaje máx/mín : 6-20 v
- Ent/sal digitales i/o: 14
- Canales pwm: 6
- Entradas analógicas: 8
- Memoria flash: 32 kb
- Memoria sram: 2 kb
- Memoria eeprom: 1 kb
- velocidad del reloj: 16 mhz

Figura 6.5

Partes de un Arduino nano



Fuente: store Arduino (s. f.)

6.2.3 Sensores y Actuadores

En esta sección se seleccionarán los sensores y actuadores a utilizar con las especificaciones necesarias para que puedan trabajar de manera eficiente en el sistema.

6.2.3.1 Sensores **6.2.3.1.1 Sensor de Nivel de Agua. Figura 6.6**

Sensor de nivel de agua tipo boya



Nota. DC 220V Liquid Water Level Sensor Right Angle, Adaptado por Timeinc (s. f.)

Este tipo de sensor esta normalmente abierto al momento del agua subir el nivel este cierra el circuito mandando una señal de 5 v, se utilizará para el control de irrigación donde promedio de este sensor se debe tener un nivel óptimo de agua para comenzar el riego esto por la deficiencia de bombeo a grandes alturas por parte del ariete hidráulico.

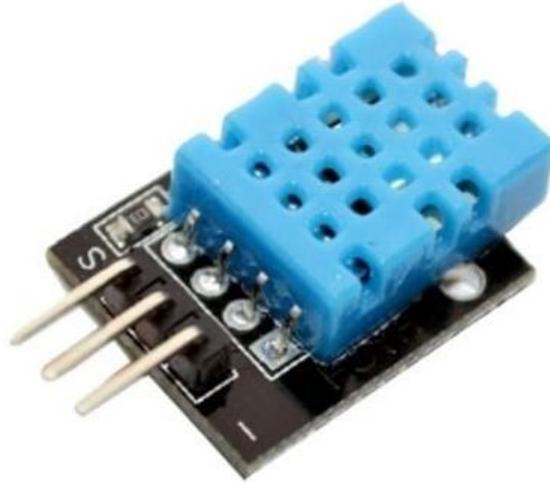
6.2.3.1.2 Sensor de Temperatura y humedad. Además de medir la temperatura y la humedad, una de las ventajas que nos ofrece el DHT11 es que es digital. A diferencia de sensores como el LM35, este sensor utiliza pines digitales para enviarnos información, por lo que estaremos más protegidos del ruido, para el sistema de irrigación es esencial utilizar uno de estos sensores para parametrizar la irrigación y se pueda utilizar el agua de manera inteligente evitando regar las plantaciones cuando llovió anteriormente.

Características:

- El rango de medición de temperatura es de 0 a 50 y la precisión es de 2°C
- . La medición de la humedad se encuentra entre el 20% y el 80%, con una precisión del 5%.
- Frecuencia de muestreo de 1 muestra por segundo (1 Hz)

Figura 6.7

Sensor de temperatura y humedad DHT11



Fuente: Isaac (2019)

6.2.3.1.3 Sensor de Lluvia. El sensor para lluvia es una simple placa que cuando llueve las gotas que caen a la placa, las pista lo que cierra el circuito determinando así que está lloviendo lo que impediría que el controlador mande la orden de apertura de las válvulas de admisión.

Figura 6.8

Sensor de lluvia

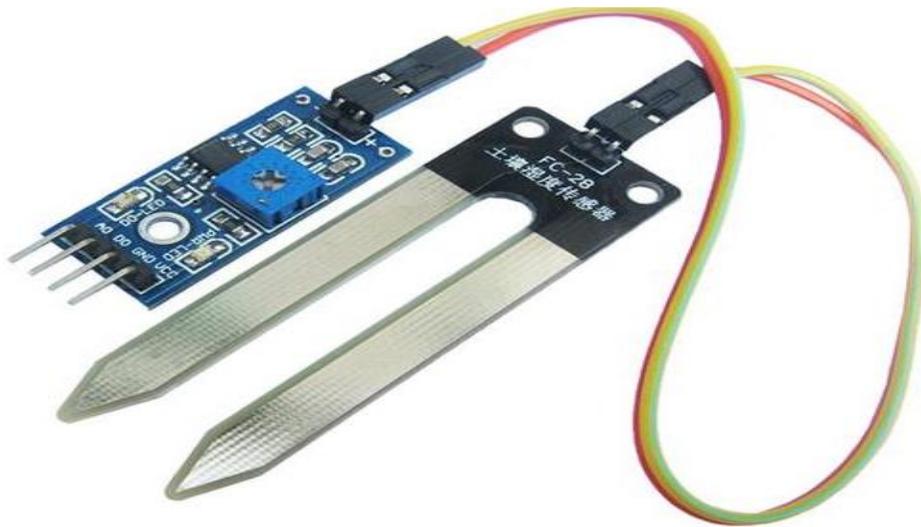


Fuente: Luis, (2012)

6.2.3.1.4 Sensor de Humedad de la Tierra. Debido a su amplia gama de aplicaciones, los sensores de humedad del suelo son una herramienta valiosa. El sensor se usa ampliamente para el control del riego en la agricultura y las granjas de jardín, y puede recopilar datos de temperatura y humedad del suelo que se utilizara en el proyecto para medir la humedad que tiene el suelo para determinar si se dará riego a la plantación.

Figura 6.9

Sensor de Humedad de la tierra



Fuente: Caballero, (2016)

6.2.3.2 Actuadores. Los actuadores son dispositivos capaces de responder eléctricamente por medio de una señal eléctrica para realiza cierto movimiento y así generar una acción, para el sistema se propondrán dos opciones para la apertura de las tuberías de alimentación para la irrigación.

6.2.3.2.1 Control de Apertura por Electroválvula de Pulso 9V CC. Por su bajo consumo esta electroválvula es especial para sistemas de riego alimentados por energía Solar ya que trabaja por medio de pulsos lo que significa un pulso para cerrar y uno para abrir la válvula.

Figura 6.10

Electroválvula 1" pgv-100g 9v



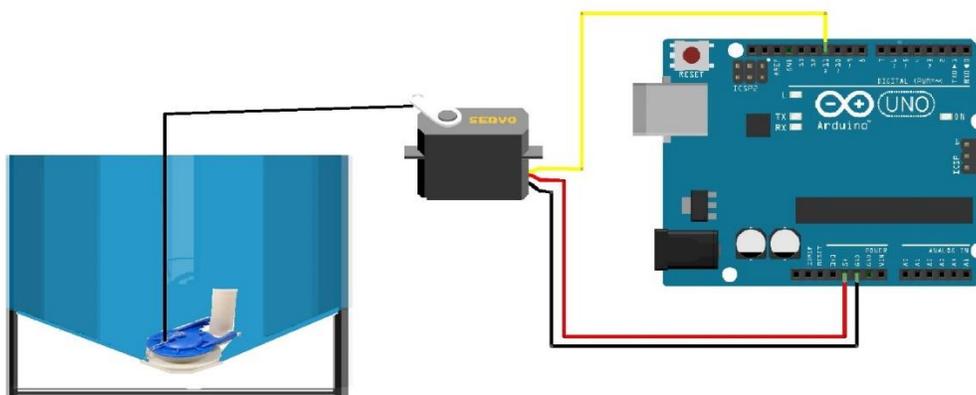
Fuente: Hunter (2016)

6.2.3.2.2 Control de apertura por Servo Motor. Esta opción costa de servo motores de alta potencia donde por medio del Arduino enviara una señal para apertura la válvula que a su vez el servo motor tendrá anclado la tapadera de rebosadero abriéndola cuando el controlador lo indique, finalizado el tiempo de irrigación el servo motor llegara a su posición inicial, esta opción es más económica que la anterior y se puede entregar más caudal de riego

Figura 6.11*Servo motor de alta potencia*

Nota. Servo motor capaz de levantar 35 kg con un voltaje de 7.5V su desplazamiento es de 180 grados, Adaptado por (Timeinc, s. f.)

El rebosadero estará sujeto al servo de manera que se abra y cierra cuando se requiera, dependiendo la cantidad de tuberías de alimentación se tendrán el número de servo motores necesarios.

Figura 6.12*Mecanismo de apertura por servomotor*

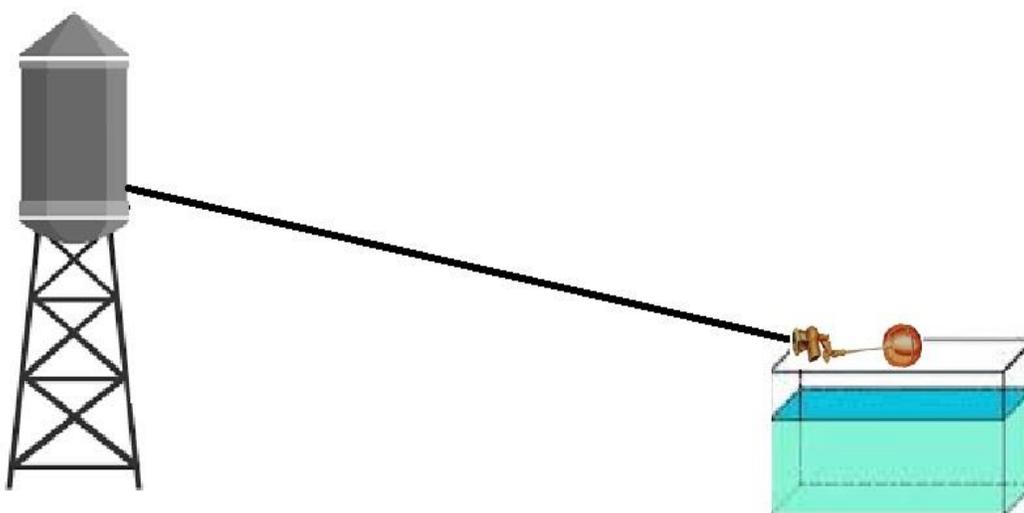
Nota. Analogía de operación y apertura de canales de irrigación por medio de servo motores, elaboración Propia (2021)

Para el llenado del segundo contenedor utilizado para tareas diarias o uso del ganado se empleará un accionamiento mecánico por el cual debe de tener un desnivel entre el tanque principal de mínimo 0.5 metros al llenarse el tanque este cerraría el flujo por medio de una boya.

Con esto se disminuirían considerablemente los costos para que montar un sistema electrónico para control de nivel en este punto sería innecesario, con el mecanismo de nivel por boya se obstruiría el flujo del agua evitando el rebosamiento de agua.

Figura 6.13

Control de nivel en segundo tanque



Nota. Ilustración de funcionamiento del tanque principal y el control del contenedor secundario donde al llenarse la boya se eleva obstruyendo la valvular., elaboración propia (2021)

6.2.4 Alimentación del Sistema

En el proyecto se determinó el tipo de energía a utilizar optando por la energía solar debido a que el sistema estará aislado, para determinar el tipo de panel solar a utilizar se debe dimensionar la potencia de los dispositivos utilizados y basándose de datos de horas de sol

promedio en Honduras, se determinará la potencia y voltaje del panel a utilizar para así dimensionar la batería necesaria para alimentar el sistema cuando no halla energía solar.

6.2.4 1 Controladores de Cargas. Es un dispositivo responsable de optimizar y administrar la energía de la batería, por lo tanto, es un dispositivo utilizado principalmente para sistemas fuera de la red, los sistemas fuera de la red requieren paquetes de baterías para funcionar, se utilizará para un panel de 12v para un amperaje de hasta 20 A.

Figura 6.14

Controlador de cargas



Nota. Se observa la configuración que se utiliza para el controlador de cargas, adaptado por Generatuluz, (2017)

Figura 6.14

Controlador de voltaje Step-up Boost XL6009 para Arduino



Nota. Controlador regulable de tensión para alimentación de dispositivos que trabajen a 9v, adaptado por .Mecafenix, (2017)

6.2.4 2 Dimensionamiento de Panel Solar. El panel solar es un dispositivo capaz de convertir la radiación proveniente del sol a energía eléctrica en corriente continua dependiendo los equipos que se busca alimentar se dimensiona el panel solar a utilizar esto asegura el correcto funcionamiento del sistema las veinticuatro horas de operación.

- Pasos para dimensionar un Panel Solar:
- La potencia consumida de cada dispositivo
- Las horas de uso diario
- Lugar del proyecto
- Voltaje de alimentación de los dispositivos.

Tabla 6.1*Dimensionamiento de Panel solar*

Dispositivo	cantidad	potencia (A)	voltaje (V)	Watts de consumo	Horas de uso al día	Consumo diario (Wh)
Arduino uno	2	0.5 0.08	5	2.5 0.04	24	60.96
sensor de temperatura y humedad DHT11	1	0.0025	5	0.0125	24	0.3
Sensor de Humedad de la tierra YL69	1	0.0035	5	0.0175	24	0.42
Sensor de lluvia YL83	1	0.01	5	0.05	24	1.2
Servo motor	1	0.7	5	3.5	0.5	1.8
Relé	1	0.09	5	0.45	0.5	0.225
Horas promedio de sol al día	5.5			Consumo diario	65	
Potencia Fotovoltaica	15.4 W			Factor de protección al 30 %	84.5	

Nota. Se puede observar el dimensionamiento del panel solar en base a los dispositivos a utilizar

dando como resultado un panel de 12V con 15W,Elaboracion propia (2021)

Figura 6.15*Panel Solar de 12v 20W***Fuente:** ENDEF, (2017)

6.2.4 3 Dimensionamiento de batería. Es un dispositivo compuesto por dos o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en corriente eléctrica, para el dimensionamiento de baterías se toma el consumo diario que se observa en la tabla 6.1 y esta se divide entre el voltaje dando como resultado un total de 12V 7 Amperios.

Figura 6.16*Elección de Batería*

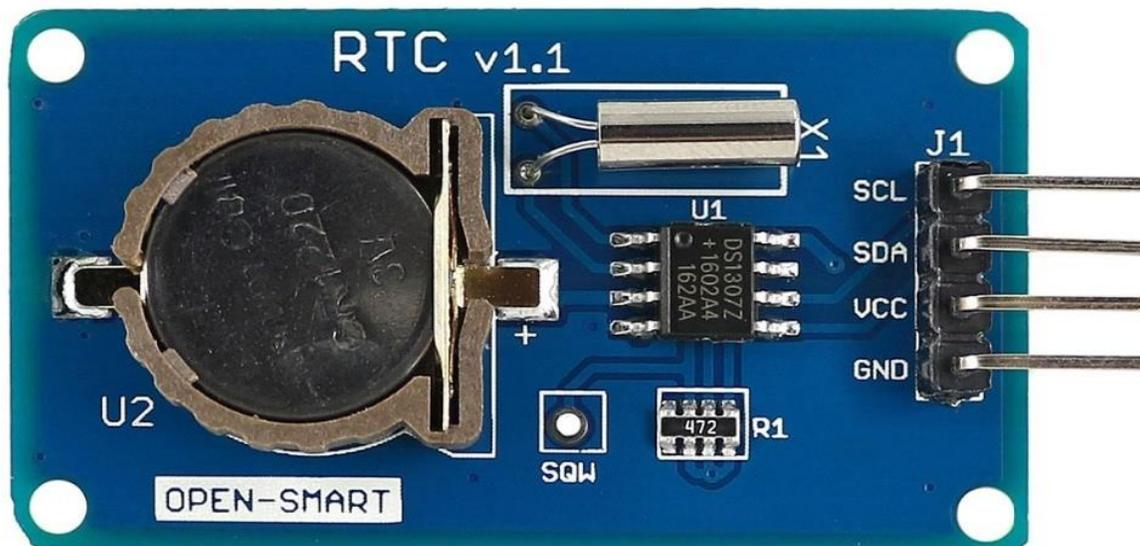
Nota. Batería de ciclo profundo adecuada para la alimentación del sistema electrónico con una autonomía de 20 horas en este proyecto se utilizara una batería convencional para efectos de demostración del prototipo, Adaptado por ASC (2015)

6.2.5 Modulo RTC

Un reloj en tiempo real RTC es un dispositivo electrónico que permite obtener medidas de tiempo en unidades de tiempo utilizadas todos los días. El término RTC se creó para distinguir este tipo de reloj electrónico habitual, que mide el tiempo solo contando los pulsos de señal y no tiene relación directa con la unidad de tiempo, en el proyecto se utilizara para llevar un control de riego por medio de este módulo así teniendo aun sin energía la fecha correcta cabe mencionar que ese modulo puede durar hasta tres años.

Figura 6.17

Modulo RTC



Nota. Integrado capaz de llevar el conteo de calendario y hora, adaptado por Neylamp (2017)

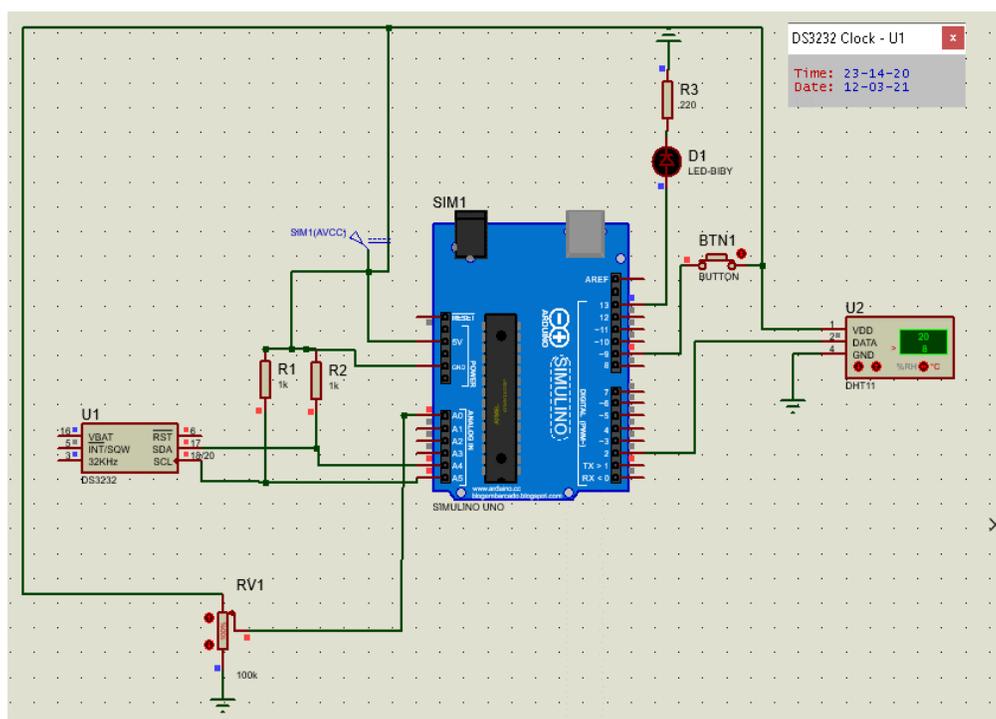
6.3 Programación y diseño del sistema de control para irrigación.

3) ¿Cuál será La programación más adecuado para integrar al sistema de control?

El diseño del sistema de control electrónico se desarrollará en esta sección por medio de las plataformas como ser Arduino IDE para la programación de los controladores de Arduino, una vez finalizado se procederá a la simulación del sistema en Proteus.

Figura 6.18

Simulación de sistema electrónico de irrigación en Proteus



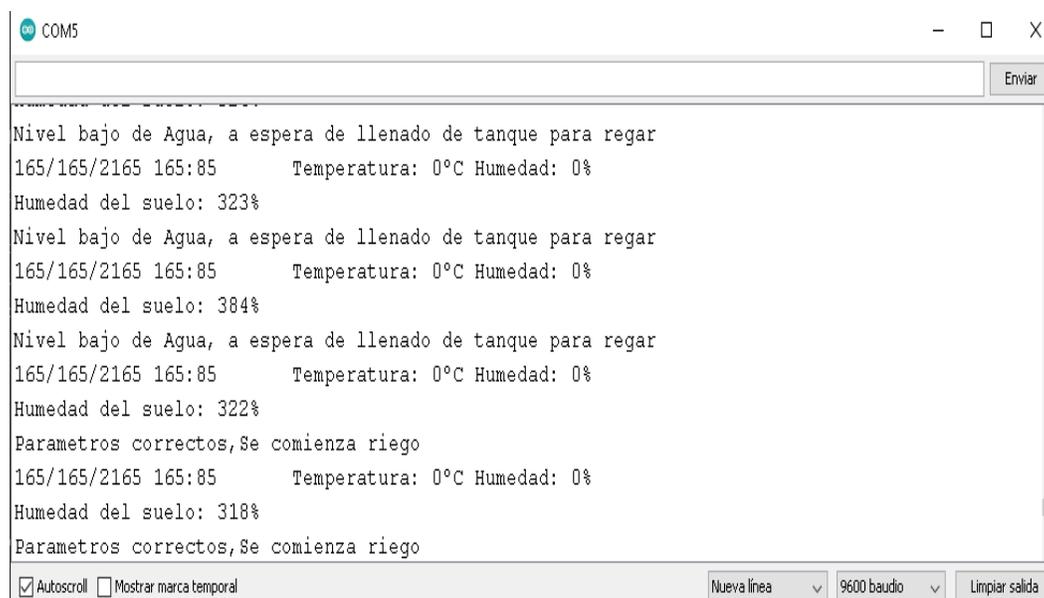
Nota. Diseño operacional del sistema de irrigación en que consta de sensores de nivel, Modulo RTC, sensor de temperatura y humedad ; Elaboración Propia (2021)

La lógica de la programación del sistema consiste en apertura la electroválvula con horario de riego que conste de dos horas de riego ,la primera a las seis de la mañana y la segunda a las cinco de la tarde todos los días por medio del módulo RTC que proporcione el horario, el propósito de los sensores de humedad de la tierra, temperatura y humedad del ambiente sirven

para detectar si en el ambiente ha llovido por lo cual se evitaría regar haciendo del sistema inteligente y ecológico.

Figura 6.19

Lectura de pantalla



```
COM5
Nivel bajo de Agua, a espera de llenado de tanque para regar
165/165/2165 165:85      Temperatura: 0°C Humedad: 0%
Humedad del suelo: 323%
Nivel bajo de Agua, a espera de llenado de tanque para regar
165/165/2165 165:85      Temperatura: 0°C Humedad: 0%
Humedad del suelo: 384%
Nivel bajo de Agua, a espera de llenado de tanque para regar
165/165/2165 165:85      Temperatura: 0°C Humedad: 0%
Humedad del suelo: 322%
Parametros correctos, Se comienza riego
165/165/2165 165:85      Temperatura: 0°C Humedad: 0%
Humedad del suelo: 318%
Parametros correctos, Se comienza riego
```

Nota. Las lecturas que envía el Arduino determinan el estado del proceso, se simulo físicamente el Arduino sin los sensores, se forzó el la entrada de nivel del tanque para observar que se cumple con la segunda condición, Elaboración propia (2021)

La programación del sistema se desarrolló en el entorno de Arduino IDE y Proteus se eligieron por ser una de las más usadas por ser una herramientas potente de diseño Electrónico y simulación.

VIII: Viabilidad

El objetivo principal del análisis de viabilidad del proyecto es asegurar que sea técnicamente factible, económicamente razonable y pueda ser legal. En definitiva, así demostrar que la inversión a realizar será rentable.

:La viabilidad de un proyecto define si tendrá éxito y se podrá implementar dado como resultado beneficio a los entes que apliquen el proyecto yo sea un beneficio económico o social la viabilidad se componen de varios tipos de viabilidades que se describirán para el proyecto a continuación con el fin de investigar si el proyecto será rentable y cuáles son los retos que podría conllevar desarrollar un proyecto de tal clase.

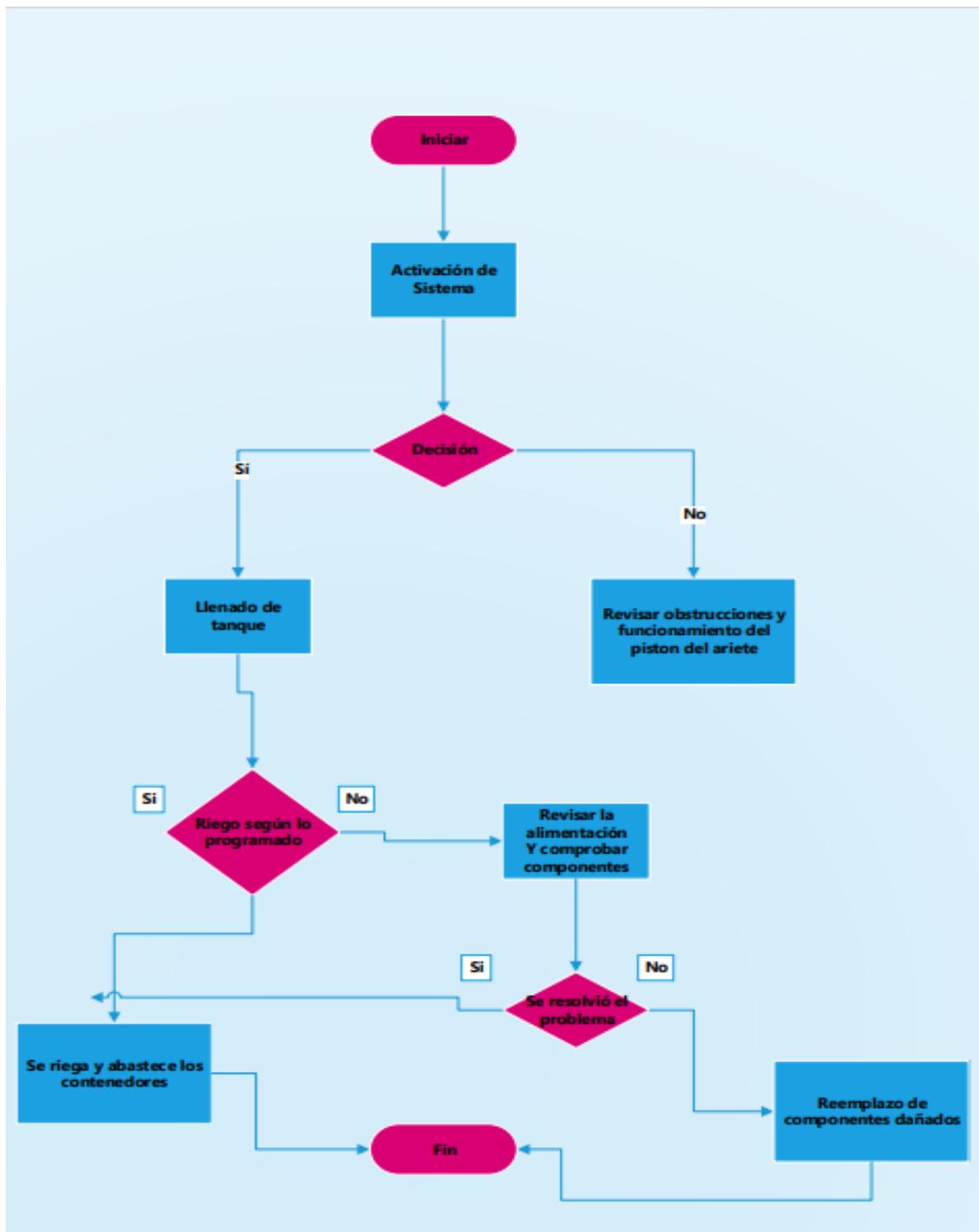
7.1 Viabilidad Operacional

No es el más técnico, pero el más importante. Realizar una investigación para analizar si las necesidades comerciales pueden satisfacerse con las ideas propuestas. Además, mida hasta qué punto el sistema propuesto resuelve el problema y si aprovecha la oportunidad. Esto incluye parámetros de diseño como confiabilidad, compatibilidad del proyecto, facilidad de uso, facilidad de mantenimiento, accesibilidad(Kyocera, 2014).

En la viabilidad operacional del sistema se detallarán los pasos a seguir para el control y mantenimiento de sistema de riego donde después de la instalación resulte practico operar el sistema ya que es autónomo y está diseñado para operar las 24 horas, en caso se encuentre con un problema exterior como ser obstrucciones , dispositivos dañados o deficiencia de alimentación al sistema se desarrolla un diagrama de flujo resumiendo la operación del sistema.

Figura 7.1

Diagrama de flujo de operación del sistema.



Fuente: Elaboración propia (2021).

El sistema de riego por ser autosustentable y autónomo tiende a necesitar menos de la supervisión del personal limitando solamente la comprobación del funcionamiento del mismo, los problemas que surgen en este sistema pueden ser obstrucciones de la tubería, mal clima que impide la correcta carga de la batería del sistema y deterioro de la tubería de riego estas son los principales inconvenientes que le sistema pueda presentar asiendo del sistema muy fácil de operar.

7.2 Viabilidad Económica

En la viabilidad económica se detallan el precio de los dispositivos y utensilios que se utilizarían para la construcción del proyecto

Tabla 7.1

Presupuesto para implementación del proyecto

Artículo	Unidades	Precio(Lps)
Arduino uno	1	300.00
Panel solar	1	1,500.00
Batería	1	800.00
Contenedor	2	10,000.00
Ariete Hidráulico	1	3,000.00
Sensor de humedad y temperatura	1	200.00
Sensor de humedad de la tierra	1	200.00
Modulo RTC	1	450.00
Electro válvula	1	1,450.00
Válvula tipo boya	1	240.00
Tubería Galvanizada de 2 pulg (20pies largo)	4	4,800.00
Tubería de PVC 2 pulg (20pies largo)	10	1,800.00
Controlador de carga	1	1,160.00
Instalación	1	3,000.00
Total		46,800.00

Fuente: Elaboración propia (2021)

La tabla anterior muestra los artículos necesarios para la creación del proyecto dando como resultado un costo de 46,800.00 Lempiras un costo considerable sin embargo el beneficio que conllevaría utilizar este proyecto daría como resultado ganancias a largo plazo directa o indirectamente.

7.2.1 Análisis de costo beneficio

Los beneficios al implementar este sistema se difieren de los demás sistemas de riego que funcional a base de combustible o energía comercial se detalla a continuación la diferencias entre los diferentes sistemas de bombeo que existen

Tabla 7.2

Tabla comparativa de costo por área.

Sistema de riego	Costo por (100 metros cuadrados)
Sistema de riego con bomba de combustible	Los 9,000.00
Sistema de riego automatizado	L12,000.00
Sistema de ariete hidráulico automatizado con Arduino	L2000.00

Nota. Costos son generado en base a implementos necesarios por área en específico, elaborado por intagri (s. f.)

7.3 Viabilidad de Mercado

La viabilidad del mercado es conocer las aplicaciones, método de retribución y conocer la competencia que podría competir con el producto a desarrollar cabe mencionar que las oportunidades de costo beneficio del sistema desarrollado es muy alta esto es una ventaja ante los demás sistemas convencionales que se utilizan.

7.3.1 Ventajas Frente a la Competencia.

- La idea de presentación del proyecto como producto tiene grandes ventajas como ser una sola inversión inicial que se recuperaría a corto plazo dejando ganancia reflejadas en la calidad del producto a su vez el costo de mantenimiento es mínimo y no requiere de un nivel profundo de conocimiento.
- Los sistemas de riego convencionales generan tanto un costo inicial y de mantenimiento muy alto esto es una desventaja para las personas que no cuentan con capital suficiente para implementar estas tecnologías en su áreas de cultivo.
- El sistema puede trabajar las 24 horas del día sin generar costos a diferencia de las bombas de combustible que su uso es limitado por el costo que generan mantenerlas encendidas.
- Los costos del sistema pueden disminuir dependiendo las necesidades siendo unos de los costos más elevados la tubería al ser menos la altura de bombeo los costos de instalación se reducen considerablemente.
- En Honduras son pocos los distribuidores de arietes hidráulicos en su mayoría los productores desconocen esta tecnología y no hay registros que han implementado un sistema de riego automatizado con el ariete hidráulico.

7.3.2 Desventajas Frente a la Competencia

- Este tipo de sistemas solo se pueden implementar en lugares con fuentes hídricas con desnivel.
- Los litros por minuto que bombea el Ariete Hidráulico están limitados por tres parámetros que son diferencia de altura ,litros por minuto y altura a bombear esto en comparación a las bombas de combustión no necesitan muchas situaciones específicas para operar.

VIII: Aplicabilidad

Según Lamas la aplicabilidad ‘‘Examina la medida en que los resultados del proyecto son útiles para resolver los problemas definidos y satisfacen las necesidades de la población beneficiaria. Verifica si el proyecto sigue teniendo vigencia y detecta todo cambio de prioridades que pueda haber ocurrido en este contexto durante la etapa de ejecución. La aplicabilidad determina si los objetivos siguen siendo válidos o deberán ser reformados. Los problemas y necesidades definidos en un comienzo pueden haber desaparecido, pueden haber surgido nuevos problemas y necesidades como consecuencia de factores sociales, económicos o políticos o incluso a raíz de las actividades del proyecto.’’ (Lamas, 2005)

8.1 Análisis de Mercado

El análisis de mercado es un estudio basado en la relación oferta y demanda de los productos a suministrar, cuyo propósito es conocer la competencia con otras empresas. Para realizar esta investigación, se pueden aplicar diferentes métodos de recopilación de datos para recopilar los datos necesarios para implementar la resolución final a través de entrevistas, encuestas de campo o pruebas de productos.

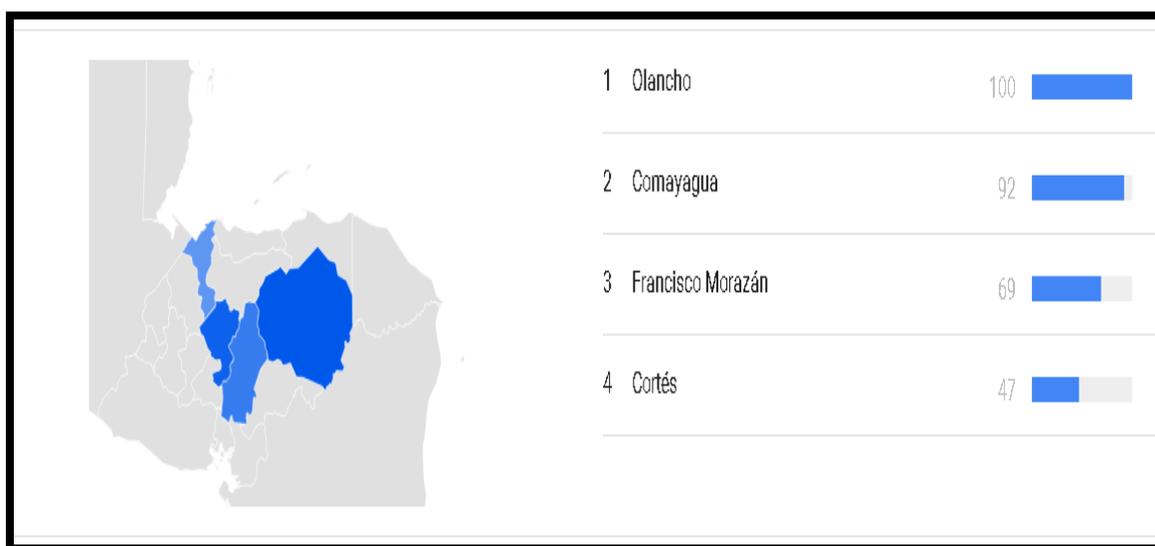
En la actualidad, los agricultores y empresas que requieren de sistemas de bombeo de agua para la producción están disponible solamente para aquellos que cuenten con suficiente capital de mantenimiento para dichos sistemas convencionales, las necesidades del mercado buscan opciones alternativas para sistemas de irrigación que integran la tecnología para el uso inteligente y racional del agua con el presente proyecto se busca dar solución a los problemas que surgen para mantener un sistema de irrigación convencional.

8.1.1 Análisis de la Demanda

Un análisis de mercado es una evaluación que te permite determinar el tamaño de un mercado particular en tu industria e identificar factores como el valor del mercado, segmentación de clientes, identificar sus hábitos de compra, conocer a la competencia, el entorno económico, las tendencias actuales, las regulaciones legales y culturales y muchos factores más. (QuestionPro, 2020)

Figura 8.1

Interés por departamento sobre sistemas de riego.



Nota. Departamentos con más demanda de sistemas de riego, elaborado por Google Trends, (2021).

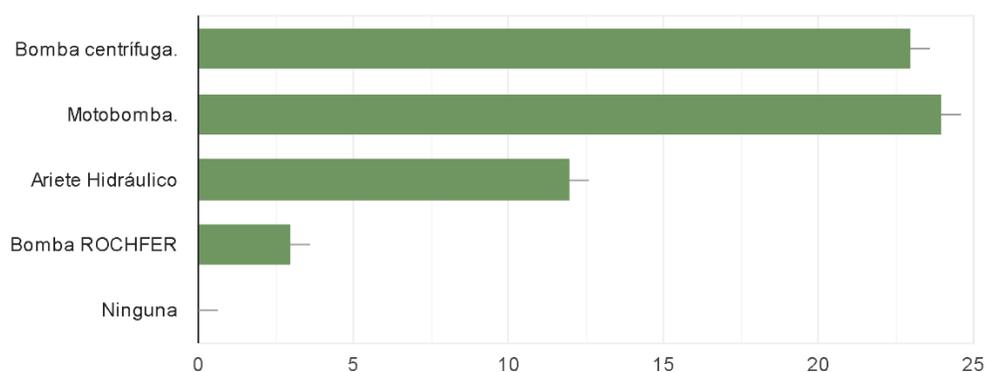
En Honduras los sistemas de riego están aplicados en 100,000 hectáreas y hay una capacidad de 400,000 terrenos que están aptos para la implementación de sistemas de riego lo que equivale solamente a un 25 % de la capacidad lo cual para determinar la demanda que tendría el proyecto se realizó una encuesta a agricultores, ganaderos y acuicultores para determinar el nivel de interés hacia un sistema de riego autosustentable.

Figura 8.2

Conocimiento de sistemas de bombeo

¿Qué sistemas de bombeo conoce?

25 respuestas



Nota. Respuestas que arrojo la encuesta, elaboración Propia (2021).

Para los encuestados respondieron que en su mayoría conocen los sistemas de bomba centrífuga, Motobomba y un total de 13 respondieron que conocen el Ariete Hidráulico lo que nos indica que son pocos los que conocen el sistemas del Ariete hidráulico y bomba de ROCHFER.

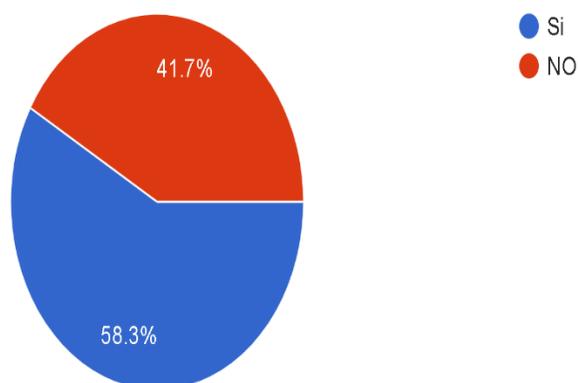
La falta de conocimiento puede ser un factor importante que determinan la elegibilidad del sistema de bombeo a elegir, promoviendo la divulgación del sistema se podría lograr una gran aceptación por parte de los clientes.

Figura 8.3

Agricultores, ganaderos y acuicultores que presenta problemas con el riego

¿Tiene dificultades con el riego en las Plantaciones o abastecimiento del agua?

24 respuestas



Fuente: Elaboración propia (2021).

Un poco más de la mitad de los encuestados respondieron tener problemas con el abastecimiento de agua por distintas razones esto se presenta más en los tiempos de sequía donde la lluvia disminuye generando problemas en la calidad y volumen de la producción.

Figura 8.4

Preferencia de sistema de bombeo

¿ Cual sistema de riego cree que es el mas eficiente?

25 respuestas



Fuente: Elaboración propia (2021)

Los resultados de la encuesta determinaron que el 48% de las personas encuestadas respondieron que la Motobomba es el sistema de bombeo más eficiente seguido de un 24% de sistema con bomba centrífuga.

8.1.2 Análisis de la Oferta

El propósito del análisis de la oferta es determinar o medir la cantidad y las condiciones de los bienes o servicios que una economía puede y espera proporcionar al mercado.

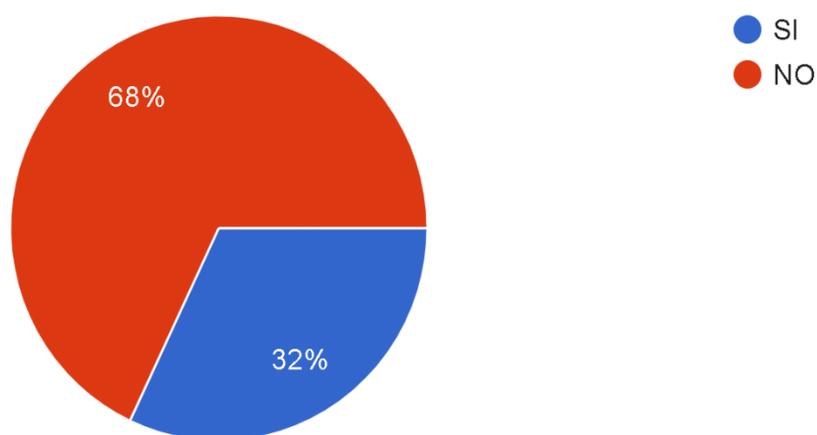
Actualmente existen varias empresas que se dedican a la instalación de sistemas de riego, pero en su mayoría se dedican a sistemas de riego por medio de motobombas y centrifugas que generan alto costos para el cliente.

Figura 8.5

Productores que cuentan con sistemas de riego

¿Actualmente cuenta con un sistema de riego?

25 respuestas



Nota. Solo el 32% de los encuestados cuentan con un sistema de riego lo cual es una minoría, elaboración propia (2021)

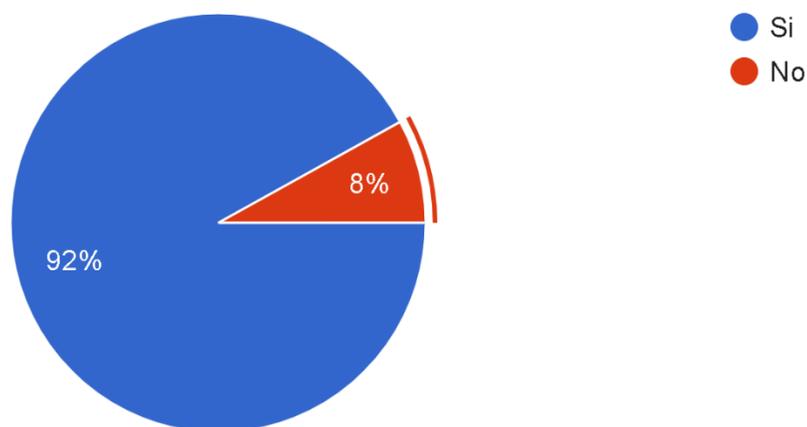
Los productores del país en su mayoría no cuentan con sistemas de riego por no disponer de suficiente capital para su mantenimiento lo cual da un buen margen de oferta a las personas interesadas en adquirir un sistema autónomo cabe mencionare que el sistema a ofrecer a la clientela está dirigido específicamente a los productores que cuenten con las especificaciones técnicas en su terreno esto es uno de los desafíos más marcados frente a la competencia.

Figura 8.6

Interés sobre adquisición de un sistema de riego autónomo.

¿Optaría por un sistema de riego autónomo?

25 respuestas



Fuente: Elaboración propia (2021).

El interés por parte de los encuestados sobre si optaran por un sistema de riego autónomo es del 92% lo cual abre la posibilidad de ofrecer un sistema que sea aceptado por los clientes, en este grupo hay que diseccionar los que puedan cumplir con las especificaciones de instalación ya que es para un grupo específico de clientes donde tengan fuentes hídricas cercanas.

8.1.3 Análisis de Precios

El análisis de precios es el método preferido para evaluar las opciones de productos y servicios existentes en el mercado. De esta forma, el precio del proveedor se puede comparar con las alternativas o sustitutos de la competencia. Por ejemplo, si cinco competidores presentan ofertas o propuestas para un proyecto en particular, el análisis de precios incluirá una revisión detallada de los ingresos de cada oferta en relación con el precio cotizado.

Siempre que haya varias opciones relativas apropiadas en términos de precio y beneficios, el análisis de precios se puede utilizar para tomar una decisión de compra, utilizan este tipo de análisis para evaluar los contratos o productos en consideración, o para determinar el precio de los producto.

Tabla 8.1

Costos de instalación

Tipo de sistema	Costo	Dimensión
Por goteo	L12,800.00	100 M ²
Riego automatizado	L51,000.00	100 M ²
aspersión	L 60,000.00	100 M ²
Automatizado con Arduino	L 90,000.00	100 M ²
Sistema de riego autosustentable	L 15,000.00	100 M ²

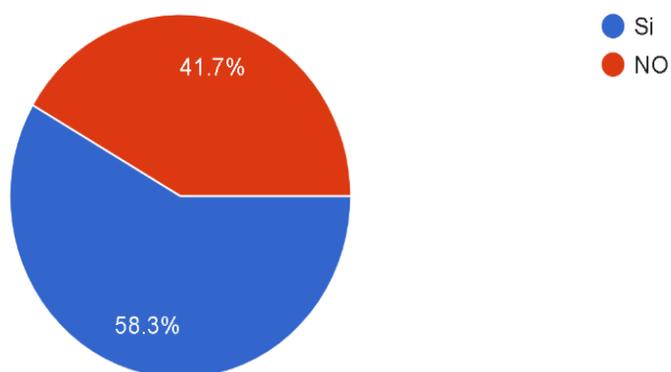
Fuente: Elaboración Propia (2021).

En la tabla 8.1 se observa los costos por cada 100 M² en los cuales el sistema autosustentable sobrepasa al sistema de riego por goteo siendo unos de los más eficientes y accesibles del mercado da muchas más prestaciones en comparación a otros sistemas de riego.

Figura 8.7

Limitaciones en abastecimiento del agua

¿Tiene dificultades con el riego en las Plantaciones o abastecimiento del agua?
24 respuestas



Fuente: Elaboración Propia (2021).

De los encuestados en su mayoría presentan problemas con el abastecimiento del agua a continuación se expondrán las causas y se analizará para llegar a un punto en común.

Entre las causas principales que los encuestados respondieron las principales fueron

- Terreno no cuenta con agua
- Sin capital para implementar un sistema de riego
- Dificultad para transportar el agua.

Los costos de instalación para un lugar con las óptimas condiciones ronda en los L50,000.00 para varias manzanas de terreno por lo cual entre menos sea la altura de bombeo mucho menor será el costo del equipo ya que el principal costo yace en la tubería.

8.1.4 Análisis de la Comercialización

Entiéndase como comercialización como una actividad de marketing que permite a los productores utilizar los beneficios del tiempo y el lugar para proporcionar bienes o servicios a los consumidores.

La manera de cómo llegar a los productores e inducirlos para que pueda adquirir el producto es haciendo estudios de campo e instalar un sistema en físico para promover los beneficio que se obtienen implementando este tipo de sistema dando a entender al cliente que los costos de mantenimiento son casi nulos en comparación a los sistemas convencionales que existen actualmente siendo esta una alternativa más ecológica y autosustentable para el medio ambiente.

8.2 Estudio Técnico

En una investigación técnica, los elementos relacionados con el proyecto o proceso que desea implementar, para lo cual debe describir de manera detallada el contenido para mostrar todos los requisitos para hacerlo operativo y se obtenga la mayor eficiencia posible.

8.2.1 Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto.

Esta sección consiste en obtener la ubicación y la mayor rentabilidad para la implementación del proyecto, generar mayores beneficios entre la comunidad, usuarios y propietarios, y obtener el menor costo para obtener la mayor eficiencia del proyecto.

Para un desarrollo deseado del proyecto tiene como requerimientos de zonas que cuenten con fuentes hídricas cercanas con un desnivel mínimo de un metro para el funcionamiento del Ariete Hidráulico, esto es crucial para llevar a cabo el proyecto por lo tanto se determino desarrollar el proyecto en el departamento de Santa Bárbara, municipio de San José de Colinas que cuenta con todos los requerimientos necesario para el desarrollo de dicho proyecto donde se implementara en un lugar remoto que no necesita de energía eléctrica comercial para funcionar de manera autónoma.

8.2.2 Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto

El proyecto tiende a ser dimensionado conforme a la necesidad del cliente esto se ve limitado por la cantidad de agua que el ariete pueda proporcionar al sistema ya que a una mayor pendiente mayor será la altura máxima de bombeo del ariete pudiendo extender el sistema de irrigación a mayor terreno

El sistema que conforma consta de partes electrónicas de muy bajo costo que estaría presente en todos los proyectos realizados donde adquirirlos rondan a una cantidad de L7,000.00

Los costos adicionales son determinados en su mayoría por la cantidad de tubería y suplementos que pueden a cotizarse por la cantidad de L50,000.00 por lo tanto al cliente se le debe dimensionar el sistema de irrigación dándole opciones de paquetes indicados por nivel bajo, medio, alto rendimiento.

8.2.3 Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos.

En esta sección se determinará si es factible adquirir los implementos necesarios para desarrollar el proyecto, cabe mencionar que la mayoría de los implementos son adquiridos en tiendas electrónicas de Estados Unidos haciendo demora aproximadamente de un mes y una

semana para llegar al país de manera marítima generando un costo extra en el proyecto a continuación se presentara una tabla con los costos del proyecto para una escala de nivel bajo:

Tabla 8.2

Costos de suministros e insumos

Articulo	Cantidad	Precio
Electroválvula 1/2	2	L 490.00
Sensor de Humedad	1	L 121.00
Reloj para Arduino (DS3231)	1	L 121.00
Relé para Arduino 5v,10A	3	L 242.00
Panel Solar 20W	1	L 435.00
Controlador de carga	1	L 188.00
Control de Humedad de la tierra	1	L 121.00
Trasporte	1	L 1,450.00
Tubo Galvanizado de 2 pulg	4	L 1,800.00
Poliducto 3/4 64 yardas	3	L1,400.00
Ariete Hidráulico	1	L 2400.00
Batería 12 v	1	L 700.00
TOTAL		L 8,068.00

Nota. Implementos para un sistema de irrigación de baja capacidad, Elaboración propia (2021)

8.2.4 Identificación y descripción del proceso

Para llevar a cabo el proyecto se debe realizar un estudio de campo para determinar el lugar adecuado donde poder instalar el sistema debe presentarse una fuente hídrica cercana al terreno que se quiere irrigar y tener una pendiente de por lo menos un metro y contar con un flujo de agua mínimo de 30 litros por minuto para lograr que el ariete hidráulico funcione, habiendo determinado estos dos factores se determinará instalar el ariete en un lugar cercano a la fuente de agua que se instale de manera permanente con una base sólida preferible de cemento el siguiente paso sería colocar un filtro que elimine las impurezas que se presente como ser hojas u otro tipo de materiales presentes en los ríos para que el ariete trabaje de manera continua sin parar.

Entre el filtro y el Ariete hidráulico debe de existir una tubería de preferencia galvanizada de dos pulgadas con una inclinación al ariete de por lo menos 40 grados esto logra un mayor bombeo, dependiendo de la arquitectura del ariete ya sea en serie o paralelo para bombear el agua este determinará la altura máxima que podrá llegar el agua por medio de tubería de poliducto de 3/4 al final de la tubería se debe instalar un contenedor para almacenar y distribuir el agua en todo el terreno promedio de un sistema electrónico comandado por un Arduino uno y alimentado por medio de un panel solar que opere las 24 horas del día y haga los riegos y abastecimiento según lo programado al Arduino que estará apoyado por un módulo de reloj que le indique la hora exacta para apertura de las electroválvulas dejando pasar el flujo de agua para el riego de cultivos o abastecimiento de tanques, cabe mencionar que el ariete al estar operando las 24 horas este entregará constantemente agua al depósito que al estar rebalsando este redirigirá el agua al río haciéndolo amigable con el medio ambiente.

8.2.5 Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto.

En el marco legal existe una ley que regula el uso del agua en el decreto 181-2009 Ley general de aguas que proporciona un serie de artículos relacionados a la utilización del agua., a su vez para comercializar el Proyecto se debe constituir la empresa para su correcto funcionamiento legal, se deben seguir los siguientes pasos:

- Escritura de la empresa. Se tramita con un notario público, en la escritura se establece el nombre o razón social y las actividades comerciales de la misma.
- RTN del comerciante individual
- Cédula de identidad del comerciante individual
- Copia de un recibo público a nombre del comerciante individual que indique claramente la dirección de residencia.

8.3 Estudio Económico

Efecto digital (2018) Describe a la investigación económica es un método de evaluación de proyectos. Para expresar todas las decisiones en términos monetarios en cantidad de materias primas y residuos necesarios, el número de mano de obra directa e indirecta. Número de personal administrativo. Cantidad y capacidad equipos y maquinaria necesarios para el proceso.

8.3.1 Costos de Producción y Operación

Héctor (1998) menciona que los costos de producción y operación son todos los gastos que generaron para la creación de un producto o sistema siendo estos directos e indirectos”

Tabla 8.3*Costos de producción*

Concepto	Costo
Materia Prima e insumos	L 8,068.00
Mano de obra	L1,200.00
Gatos varios	L 800.00
TOTAL	L 10,096.00

Nota. Los costos de producción son los que incluyen desde el sistema de control electrónico, el material necesario para la construcción del ariete hidráulico y sus conexiones, los datos se obtuvieron de la tabla 8.2 del análisis de costos, Elaboración propia (2021)

8.3.2 Inversión total inicial

La inversión inicial se entiende cómo la inversión de activos fijos y tangibles que se necesitaran de manera obligatoria para la creación del proyecto.

Tabla 8.4*Inversión inicial necesaria*

Concepto	Costo
Gastos de comisión x Alquiler	L 1,000.00
Gastos constitución	L 3,300.00
Registro de marca	L 8,500.00
Mobiliario de oficina	L27,000.00
Equipo de informática	L 12,500
Total	L52,300.00

Nota. Los costos aquí presentados son en base a una inversión inicial lo cual los costos son los necesarios para abrir operaciones y constituirse como una empresa los gastos operativos se obtienen por concepto de constitución de empresa, gastos de publicidad, Elaboración propia (2021).

8.3.3 Punto de Equilibrio.

El punto de equilibrio se refiere a los ingresos requeridos por una empresa para pagar el total de gastos fijos y gastos variables dentro de un cierto período de tiempo, la formula para encontrar el punto de equilibrio es la siguiente:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{costos fijos}}{\text{Ventas totales} - \text{costos variables}}$$

Tabla 8.5*Costos fijos*

Costos Fijos Mensuales	
Descripción	Costo
Alquiler	L 6,000.00
Salarios	L 9,500.00
Servicios	L 5,400.00
Total, mensual	L 20,900.00
Total, anual	L 250,800.00

Nota. Gastos Fijos calculados en base a costo promedio en la zona de operación, Elaboración propia (2021)

Tabla 8.6*Costos variables pro unidad*

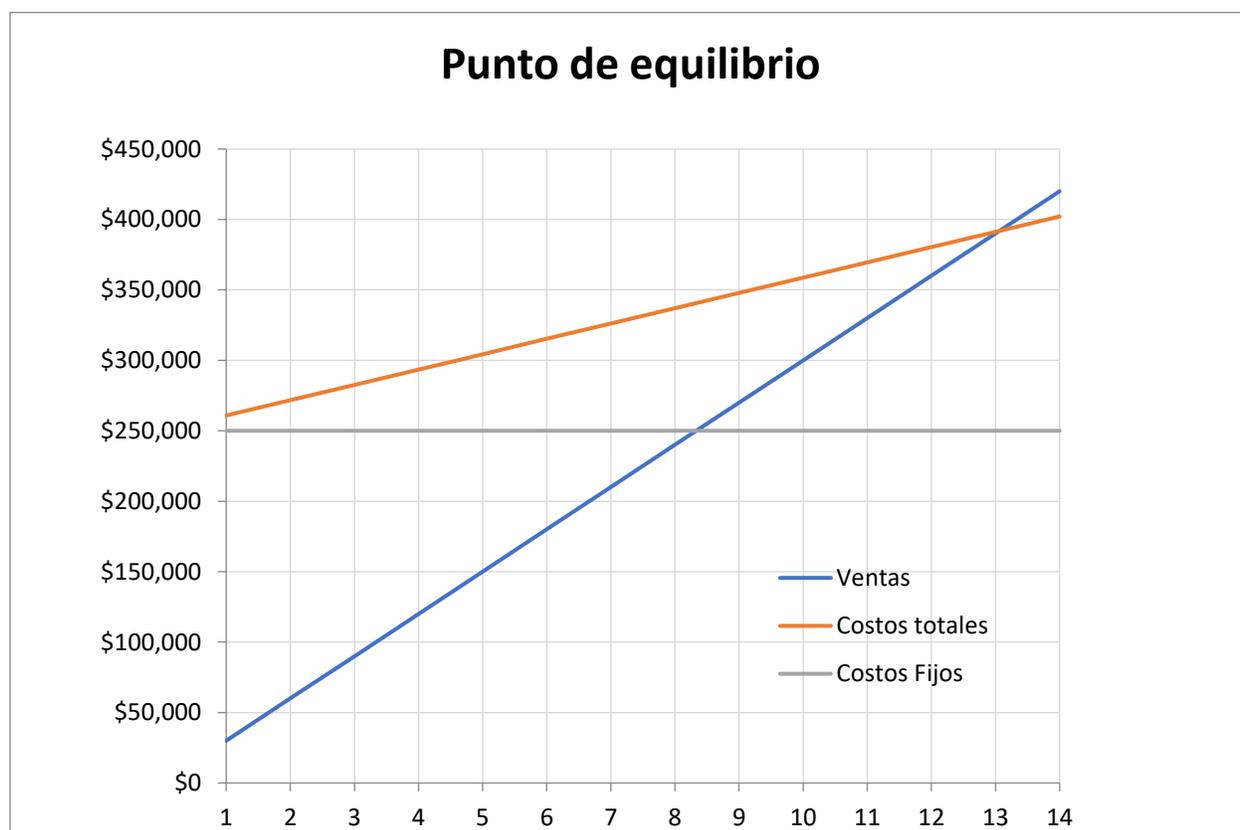
Costos variables	
Descripción	Costo
Materia Prima	L 8,868.00
Transporte	L 800.00
Mano de obra	L 1,200
Total, Costo variable unitario mensual	L 10,868.00

Nota. Costos variables por unidad producida, Elaboración propia(2021).

Tabla 8.7*Tabla punto de equilibrio*

Concepto	Valor
Costo fijo	L 250,800.00
Precio de venta	L 30,000.00
Costo variable	L 10,868.00
Punto de equilibrio anual	13.06 unidades

Nota. Se realizo el punto de equilibrio dando como resultado que se necesita vender 13 unidades anualmente para no tener perdidas, Elaboración propia (2021).

Figura 8.8*Grafica de punto de equilibrio*

Nota. Se observa el punto de equilibrio en la gráfica especificada en 13 unidades realizado de manera anual, Elaboración propia (2021).

8.3.4 TIR (*Tasa Interna de retorno*)

Moreno (2010) menciona que la tasa interna de rendimiento o TIR es la tasa de interés o tasa de ganancia que nos proporciona una inversión. Por tanto, se puede decir que la tasa interna de retorno es el porcentaje de pérdidas y ganancias que traerá cualquier inversión la fórmula para calcular el TIR se expresa de la siguiente manera

$$TIR = \frac{\sum Rt}{(1+i)^t} = 0$$

Donde

TIR= Tasa interna de retorno

t= tiempo de flujo de caja

i= tasa de descuento

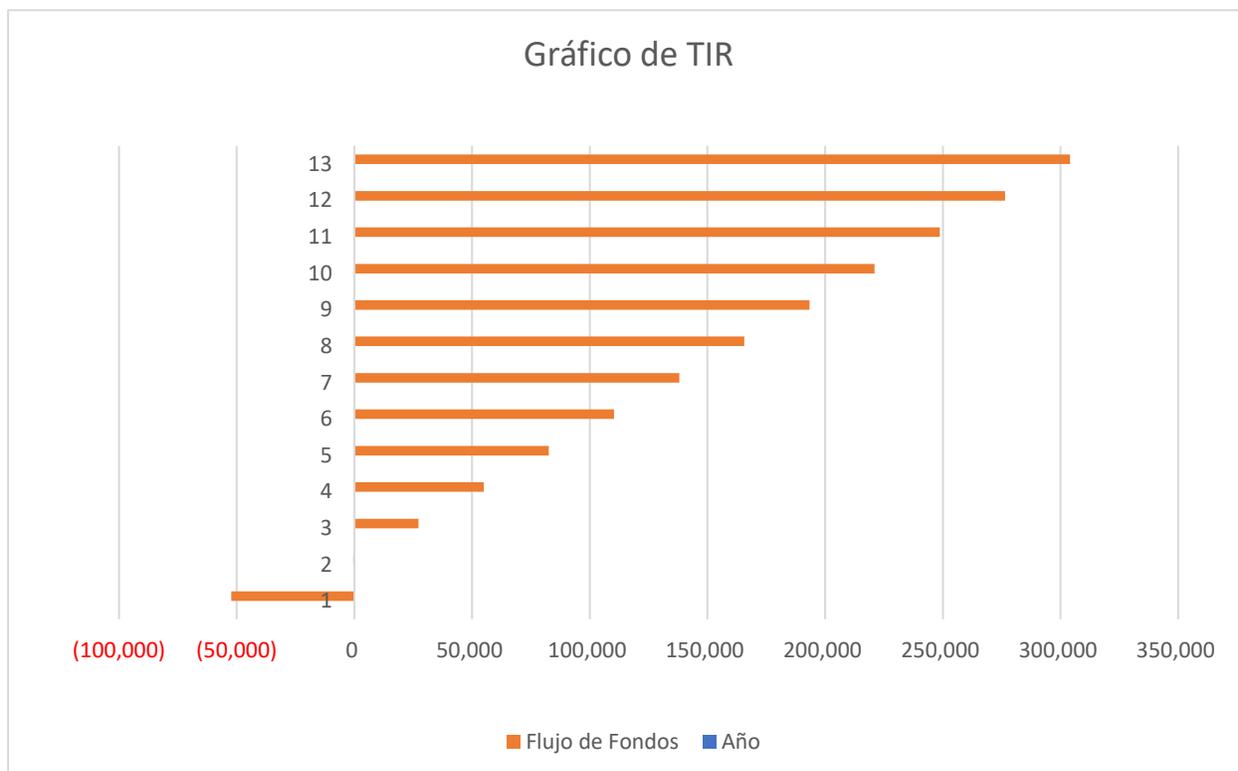
Rt= Flujo neto de efectivo

Tabla 8.8

Cálculo de TIR con una inflación del 0.48% anual

Año	Flujo de fondos
0	L -52300.00
1	L -438.08.00
2	L27243.84.00
3	L 54925.76.00
4	L 82607.68.00
5	L 110289.6
6	L 137971.52
7	L 165653.44
8	L 193335.36
9	L 221017.28
10	L 248699.2
11	L 276381.12
12	L 304063.04
TIR	71.8%

Nota. La inversión inicial se proyectó el primer año para la creación de un sistema de ariete hidráulico cada año se aumenta en uno la cantidad de sistemas de riego dando como resultado una tasa de retorno aceptable y al aumentar las ventas por año este porcentaje aumentaría considerablemente se utilizó la fórmula de la figura 8.9 para su elaboración, elaboración propia (2021).

Figura 8.9*Gráfico de TIR*

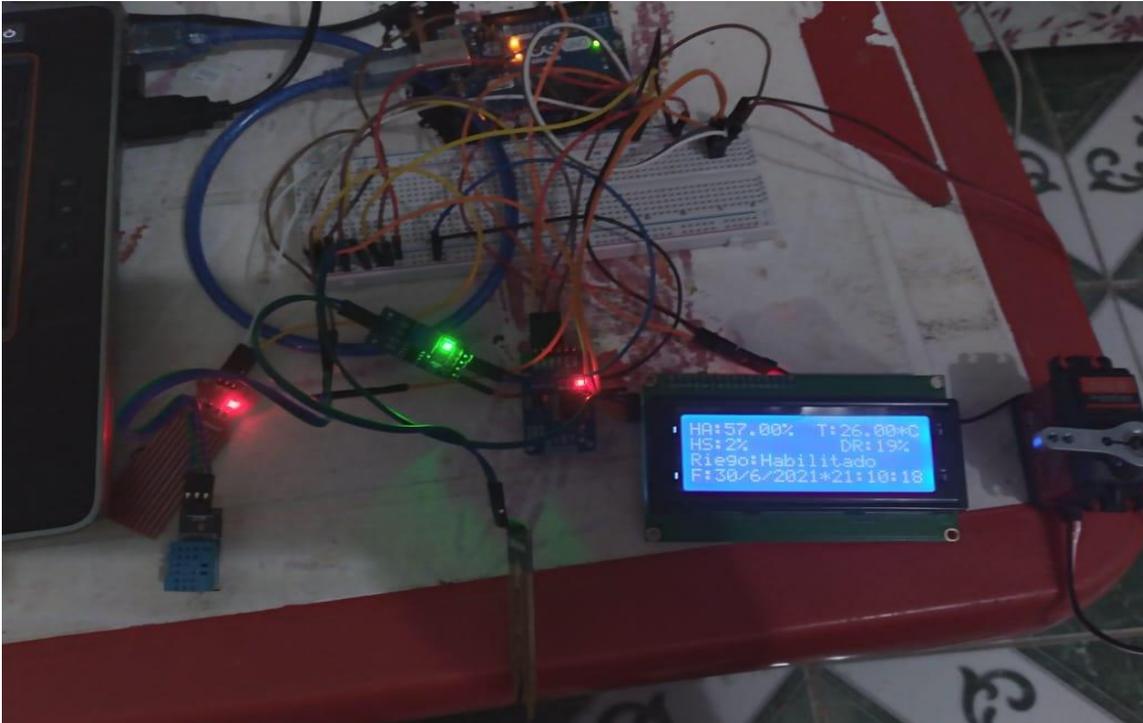
Nota. La inversión inicial se proyectó con la creación de un sistema de riego se recupera el segundo año haciendo del proyecto una rentabilidad del 71.8%, elaboración propia (2021).

8.4 Creación del prototipo

En esta sección se presentará el procedimiento de elaboración del sistema de riego en el cual detallara paso a paso los elementos que componen dicho sistema y demostrara el funcionamiento Según lo diseñado.

8.4.1 Creación y programación de sistema electrónico

En esta sección se presentarán las evidencias de cómo se trabajó en la elaboración de la parte electrónica del proyecto.

Figura 8.10*Programación del sistema*

Nota. El sistema de control de riego fue programado en Arduino IDE por ser un sistema comandado por Arduino con sus sensores y pantalla compatibles con el mismo, sistema diseñado para trabajar con 5v,Elaboracion propia (2021).

Figura 8.11

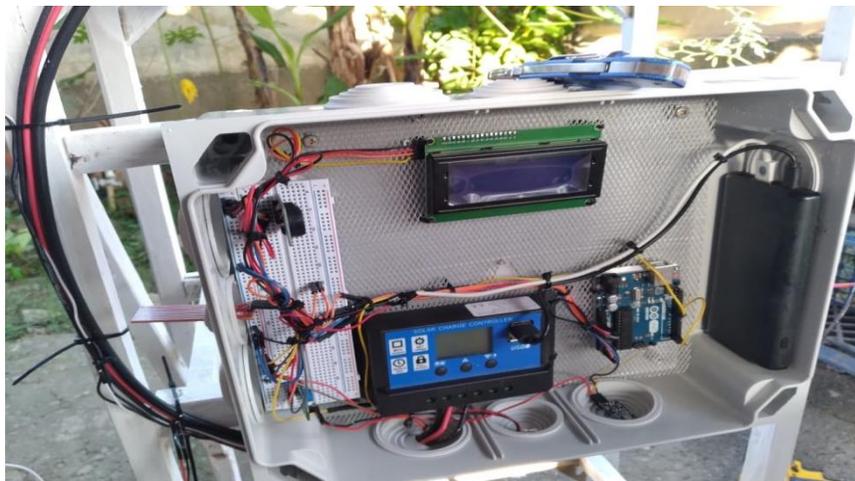
Sistema de alimentación



Nota. el sistema de alimentación esta constituido por un panel solar de 20 w, una batería de 12v 7,un controlador solar PWM y un gabinete para instalar el sistema de control, Elaboración propia (2021).

Figura 8.12

Montaje del sistema de control



Fuente: Elaboración propia (2021).

8.4.2 Creación del ariete hidráulico y depósito.

La creación del ariete hidráulico y tanque se elaboró a partir de materiales disponibles en la ferretería.

Figura 8.13

Armado del ariete



Nota. Para el armado del cuerpo del ariete se utilizaron piezas de PVC de dos pulgadas de diámetro constituida por dos válvulas antirretorno, una válvula de cierre i empalmadas con codos de ángulo 45 y 90 grados, sujetas por pegamento, Elaboración propia (2021).

Figura 8.14

Ariete hidráulico terminado



Nota. El ariete hidráulico se le añade un tanque modificado para que se adapte a la entrada de dos pulgadas en la salida de la válvula, el cual se utilizara para comprimir el aire y expulsar con presión el agua, Elaboración propia (2021).

Figura 8.15

Elaboración de control de tanque.



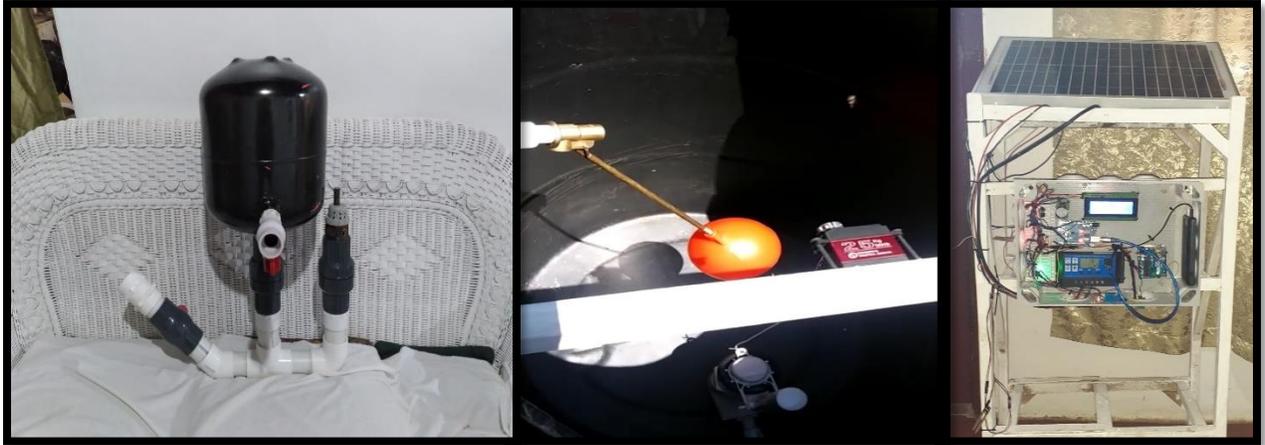
Nota. El tanque consta de un servo motor que acciona la válvula de descarga utilizados usualmente en los inodoros, esta se abrirá o cerrará dependiendo la programación de riego del Arduino a su vez también utiliza una llave tipo flotador para impedir que el tanque se rebalse, Elaboración propia (2021)

8.4.3 Finalización del prototipo

El sistema electrónico de control autosustentable para la irrigación de terrenos elevados consta de tres partes presentados a continuación.

Figura 8.15

Prototipo finalizado



Nota. Los elementos ya finalizados que integran el sistema de riego autosustentable, Elaboración propia (2021).

VIII: Conclusiones

El objetivo de las conclusiones es reputar los puntos importantes que se descubrieron a lo largo de la investigación dejando claro los resultados de los objetivos y darle al lector un panorama claro de los resultados de la investigación entre las conclusiones están las siguientes:

- Los sistema de riego convencionales generan altos costos de mantenimiento que impiden que los productores pequeños adquieran estos sistemas para sus cultivos o ganado y las alternativas que existen requieren de contar con un gran capital que se recupera a largo plazo
- .La combinación del Ariete hidráulico y un sistemas de control electrónico es la mejor alternativa para productores que cuenten con terrenos montañosos con fuentes hídricas cercanas.
- La falta de conocimiento de sistemas ecológicos y autónomos provocan que la producción agrícola de Honduras tenga pérdidas cuantiosas en zonas donde transportar el agua es difícil.
- Según el diseño y cumpliendo con los parámetros de instalación del sistema de riego se concluye que el sistema es ecológico por que el agua se utilizara inteligentemente y económico porque no genera costos considerables de mantenimiento y perfectamente se puede implementar en Honduras demostrando que la Hipótesis de investigación se cumpla.

IX: Recomendaciones

Al final de la investigación, se incita a que se dé continuidad investigando los temas del trabajo y preservar las razones de esta relevancia. Por lo que se describen las sugerencias que se dieron por alto en la investigación describiendo a continuación las observaciones que se dieron durante la investigación

- La implementación de sistemas de riego ecológico debería ser promovidos por instituciones agrícolas para el desarrollo de la agricultura sostenible en Honduras.
- El diseño del sistema de riego tiene la facilidad de ser modificado de acorde a las necesidades del área donde se instale para tener mejores resultados.
- El sistema de riego electrónico para terrenos elevados puede ser implementado para obras sociales como abastecimiento de comunidades y al poder operar las 24 horas del día se puede extender el beneficio a productores aledaños ya que no genera costos operativos siempre y cuando la programación del sistema garantice el abastecimiento para todos.

X: Bibliografía

Acciona, B. (2020). *La importancia de las energías renovables* | ACCIONA | BUSINESS AS UNUSUAL. <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/>

Agricultores, E. por. (2016). 5 sistemas de riego innovadores para el ahorro de agua que debes conocer. *Agriculturers.com* | *Red de Especialistas en Agricultura*.
<https://agriculturers.com/5-sistemas-riego-innovadores-ahorro-agua-debes-conocer/>

Alba, A. (2016). *Inicio*. arietesalba.es. <https://arietesalba.es/acerca-de/inicio>

Angel, M. (2016, abril 14). Arduino—Modelos mas usados. *MBrobotics*.
<https://mbrobotics.es/blog/tipos-de-arduinos/>

A.pérez, M. (s. f.). BOMBA DE ARIETE HIDRAULICO: TIPOS DE BOMBAS DE ARIETE HIDRÁULICO. *BOMBA DE ARIETE HIDRAULICO*. Recuperado 24 de febrero de 2021, de <https://bombariete.blogspot.com/2018/03/tipos-de-bombas-de-arietes-hidraulicos.html>

Ariete Hidráulico—EcuRed. (s. f.). Recuperado 24 de febrero de 2021, de https://www.ecured.cu/Ariete_Hidr%C3%A1ulico

ASC. (2015). BATERIA 12V/7Ah. *ASC Electrónica · Magom*.
<https://magomelectronica.com/asc/producto/bateria-12v-7ah/>

Caballero, D. C. (2016, abril 29). Cómo usar sensor de humedad de tierra con Arduino. *Scidle*. <https://scidle.com/es/como-usar-sensor-de-humedad-de-tierra-con-arduino/>

Cafferata, J. (2001). <http://www.fao.org/3/ac768s/AC768S02.htm>

Derlagen, C., De Salvo, C. P., Egas Yerovi, J. J., & Pierre, G. (2019). *Análisis de políticas agropecuarias en Honduras*. Inter-American Development Bank.

<https://doi.org/10.18235/0002274>

DGRD. (s. f.). *SAG - Secretaría de Agricultura y Ganadería—Gobierno de la República de Honduras*. Recuperado 23 de febrero de 2021, de <https://dgrd.sag.gob.hn/>

EcuRed. (2013). *Riego—EcuRed*. <https://www.ecured.cu/Riego>

Efecto digital. (2018). *Estudio técnico, económico y financiero*. <https://www.efectodigital.online/single-post/estudio-t%C3%A9cnico-econ%C3%B3mico-y-financiero>

ENDEF. (2017). Tipos de paneles solares. Energía solar para principiantes. *Endef*. <https://endef.com/tipos-de-paneles-solares/>

Fernández, Y. (2020, agosto 3). *Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno*. Xataka. <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>

FUNDACION VIDA. (s. f.). *Energías Renovables – FUNDACION VIDA | HONDURAS*. Recuperado 24 de febrero de 2021, de <https://fundacionvida.org/pagina-ejemplo/energias-renovables/>

Generamas. (2019, septiembre 26). TASA INTERNA DE RETORNO (TIR). *GENERAMÁS*. <https://generamas.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir/>

Generatuluz. (2017). *ALLPOWERS 12V-24V Controlador Carga 20A 【Análisis 2021】* / *Generatuluz*. <https://www.generatuluz.com/tu-propia-instalacion-aislada/controladores-carga/reguladores/allpowers-regulador-12v-24v-20a/>

Google Trends. (2021). *Google Trends*. Google Trends.

<https://trends.google.es/trends/explore?geo=HN&q=%2Fg%2F1223q8hw>

Héctor, L. (1998). 4. *COSTOS DE PRODUCCION*.

<http://www.fao.org/3/v8490s/v8490s06.htm>

Hernández, A. (2015, marzo 10). Indicador Electrónico de Nivel de Agua.

TallerElectronica.com / Blog. <https://tallerelectronica.com/2015/03/10/indicador-electronico-de-nivel-de-agua/>

Hunter. (2016). *Electrovalvula Hunter PGV 9Vdc*. riegoyaccesorios.es.

<http://riegoyaccesorios.es/es/electrovalvulas/352-electrovalvula-hunter-pgv-100g-9v.html>

Ingeniería de Fluidos. (2016). *Golpe de Ariete*. ingenieriadefluidos.

<https://www.ingenieriadefluidos.com/golpe-de-ariete>

intagri. (s. f.). *Sistema de Riego por Goteo | Intagri S.C*. Recuperado 1 de marzo de 2021, de <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/sistema-de-riego-por-goteo>

Isaac. (2019, agosto 15). DHT11: Todo sobre el sensor para medir temperatura y humedad. *Hardware libre*. <https://www.hwlibre.com/dht11/>

ISAZA VELÁSQUEZ. (2006). *Modelo electronico retroalimentado*.

Juan Martínez Lobato. (2012). *El ariete hidráulico o cómo el agua se bombea sola*.

Queremos Verde. <https://queremosverde.com/el-ariete-hidraulico-o-como-el-agua-se-bombea-sola/>

Kyocera. (2014). *Análisis de la viabilidad de un proyecto* / Kyocera.

<https://www.kyoceradocumentsolutions.es/es/smarter-workspaces/insights-hub/articles/analisis-de-la-viabilidad-de-un-proyecto.html>

Luis. (2012). Detector de lluvia con Arduino y sensor FC-37 o YL-83. *Luis Llamas*.

<https://www.luisllamas.es/arduino-lluvia/>

Manualzz. (2011). *Descarga* / Manualzz. manualzz.com.

<https://manualzz.com/doc/5612373/descarga>

Manuel Gongora. (23:32:10 UTC). *Válvulas solenoides*.

<https://es.slideshare.net/ziklope/vlvulas-solenoides>

Mecafenix, I. (2017, abril 25). Arduino ¿Que es, como funciona? Y sus partes. *Ingeniería*

Mecafenix. <https://www.ingmecafenix.com/electronica/arduino/>

Medina, M. (2008). *TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN*.

https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/tecnicas_instrumentos.html

microcontroladoresesv. (2012). Microcontroladores PIC y sus variedades.

Microcontroladores. <https://microcontroladoresesv.wordpress.com/microcontroladores-pic-y-sus-variedades/>

Moreno, M. A. (2010, junio 23). *El Punto de Equilibrio del negocio y su importancia estratégica*. El Blog Salmón. <https://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/el-punto-de-equilibrio-y-su-importancia-estrategica>

Neylamp. (2017). *Módulo I2C RTC DS1307 AT24C32*. Naylamp Mechatronics - Perú.
<https://naylampmechatronics.com/sensores-varios/30-modulo-rtc-ds1307-eeeprom-at24c32-i2c.html>

Nouhaila. (s. f.). *07.La LDR, resistencia dependiente de la luz—NOUHAILA SAADOUN GARI*. Recuperado 3 de marzo de 2021, de
<https://sites.google.com/site/nouhailasaadougari/TELECOMUNICACION/07-la-ldr-resistencia-dependiente-de-la-luz>

Perfil ambiental. (1997). <http://www.fao.org/3/ac768s/AC768S02.htm>

Prototipado. (2018). *¿Qué es un sensor? Tipos y diferencias – PrototipadoLAB*.
<http://paolaguimerans.com/openeart/2018/05/05/que-son-los-sensores/>

QuestionPro. (2020, abril 28). *¿Qué es un análisis de mercado? QuestionPro*.
<https://www.questionpro.com/blog/es/analisis-de-mercado/>

Roda D'água | Bomba MSU-51 | Roda: 2,20 x 0,17 m. (s. f.). *Bombas ROCHFER®*.
 Recuperado 24 de febrero de 2021, de <https://www.rochfer.com/produtos/bombas-a-rodadagua/conjuntos/bomba-msu-51-roda-220-x-017-m/>

Sebastián, R. (2018). *Bombeo de agua motorizado | SSWM - Find tools for sustainable sanitation and water management!* <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/distribucion/bombeo-de-agua-motorizado>

Sergio De Luz. (2019). *Raspberry Pi 4: Análisis y valoración de este mini ordenador*.
 RedesZone. <https://www.redeszone.net/analisis/otros-dispositivos/raspberry-pi-4-analisis/>

SICA. (2013). *El 70% de áreas de cultivo, afectadas por la sequía en Honduras*.
https://www.sica.int/noticias/el-70-de-areas-de-cultivo-afectadas-por-la-sequia-en-honduras_1_78739.html

Solis, L. (2019). Profundidad o alcance de los estudios cuantitativos. *Investigalia*.
<https://investigaliacr.com/investigacion/profundidad-o-alcance-de-los-estudios-cuantitativos/>

store Arduino. (s. f.). *Arduino Nano | Tienda oficial Arduino*. Recuperado 3 de marzo de 2021, de <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>

Timeinc. (s. f.). *DC 220V Liquid Water Level Sensor Right Angle Float Switch For Fish Tank Pool*. eBay. Recuperado 11 de marzo de 2021, de https://www.ebay.com/itm/DC-220V-Liquid-Water-Level-Sensor-Right-Angle-Float-Switch-For-Fish-Tank-Pool-/114449916089?_ul=HN

TLV. (s. f.). *Que es el Golpe de Ariete/Ariete Hidráulico? | TLV - Compañía Especialista en Vapor (América Latina)*. Recuperado 24 de febrero de 2021, de <https://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/what-is-waterhammer.html>

TRAXCO. (2010). *Generar electricidad a partir del agua*.
<https://www.youtube.com/watch?v=FRyPotUsbpk>

UJCV. (2010). Cuencas Hidrográficas en Honduras. *Hidrología UJCV*.
<https://hidrologiaujcv.wordpress.com/2010/02/05/cuencas-hidrograficas-en-honduras/>

Zara, Iugo. (s. f.). *Diferencia entre población y muestra*. Diferenciador. Recuperado 6 de marzo de 2021, de <https://www.diferenciador.com/poblacion-y-muestra/>

XI: Anexos

Los anexos son registros de videos , fotografías y documentos que se desarrollaron en la investigación y son de relevancia para el estudio, entre estos anexos tenemos los siguientes:

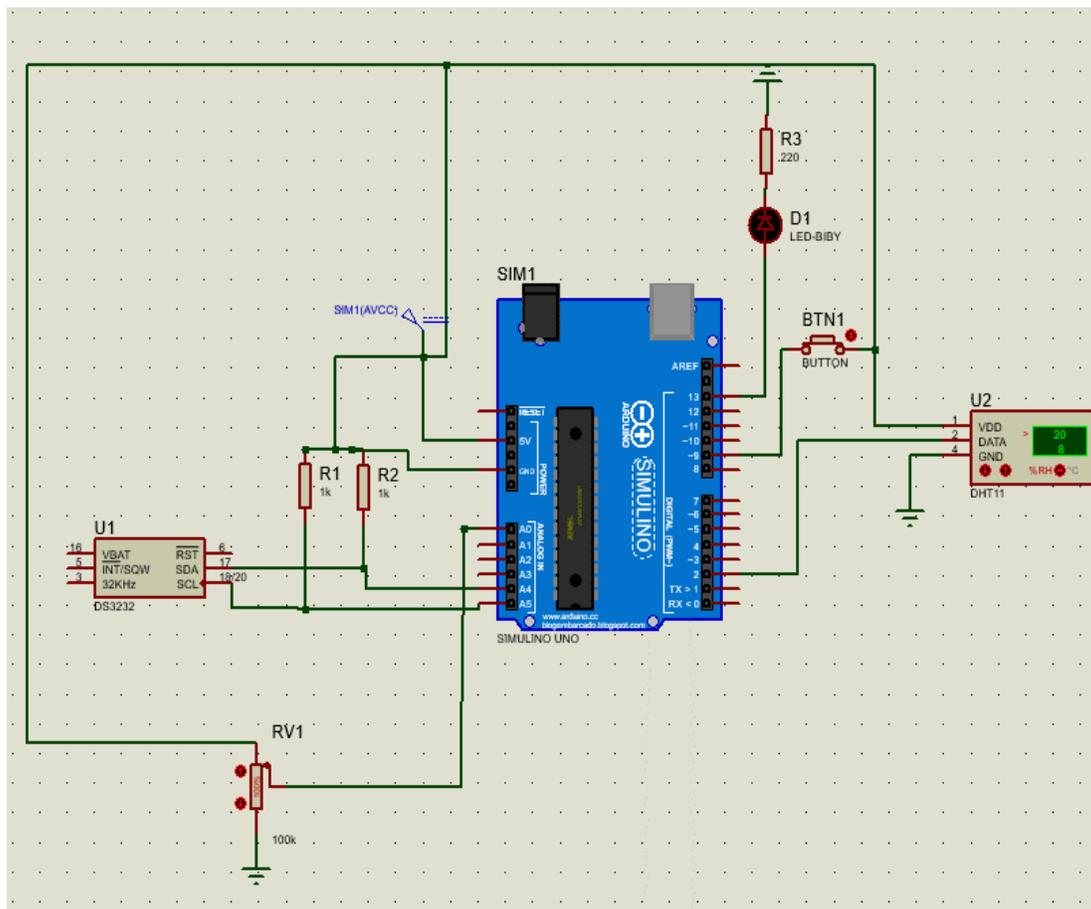
Anexo 1 Programación del sistema electrónico en Arduino IDE

```

riego
//Configuro pines y variables
int SENSOR = 2;
int temp, humedad;
const int nivelmax = 9;
const int valvula = 13;
const int humedad suelo = A0;
DHT dht (SENSOR, DHT11);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  pinMode(humedadsuelo, INPUT);
  pinMode(valvula, OUTPUT);
  pinMode(nivelmax, INPUT);
  Wire.begin();
  rtc.begin();
  rtc.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));
}
void loop()
{
  DateTime now = rtc.now();
  Serial.print(now.day());
  Serial.print("/");
  Serial.print(now.month());
  Serial.print("/");
  Serial.print(now.year());
  Serial.print(" ");
  Serial.print(now.hour());
  Serial.print(":");
  Serial.print(now.second());
  Serial.print(" ");
  int SensorValue = analogRead(humedadsuelo);
  int SensorNivel = digitalRead(nivelmax);
  humedad = dht.getHumidity();
  temp = dht.getTemperature();
  Serial.print("Temperatura: "); Serial.print(temp);
  Serial.print("°C Humedad: "); Serial.print(humedad); Serial.println("°");
  Serial.print("Humedad del suelo: ");Serial.print(SensorValue); Serial.println("°");
  delay(3000);
  if (SensorNivel==0)
  { Serial.println("Nivel bajo de Agua, a espera de llenado de tanque para regar");
  delay(2000);}
  if(SensorNivel==1 && now.hour()>= 0 && now.minute()>= 01 && SensorValue < 700 ||now.hour()== 17 && now.minute()== 01){
  Serial.println("Parametros correctos,Se comienza riego");
  digitalWrite(valvula, HIGH);
  }
  else if(now.hour()== 7 && now.minute()== 01 || now.hour()== 18 && now.minute()== 01){
  digitalWrite(valvula,LOW);
  }
  delay(1000);
}
}

```

Anexo 2 Simulación del sistema en Proteus

Anexo 3 Activación del ariete hidráulica



Anexo 4 Programación del horario de riego

