

DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROL DE
RIEGO POR TÉCNICA DE GOTEO PARA CULTIVO DE AGUACATE EN EL
MUNICIPIO DE CAPARRAPÍ – CUNDINAMARCA

MARCO ESTIVEN CHACÓN OLAYA
CRISTIAN JAVIER ENCISO MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
BOGOTÁ D. C.
2023

DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROL DE RIEGO
POR TÉCNICA DE GOTEO PARA CULTIVO DE AGUACATE EN EL MUNICIPIO
DE CAPARRAPÍ – CUNDINAMARCA

MARCO ESTIVEN CHACÓN OLAYA
CRISTIAN JAVIER ENCISO MARTÍNEZ

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO EN LA MODALIDAD DE SOLUCIÓN A
UN PROBLEMA DE INGENIERÍA, PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO

ASESOR
ING. JESÚS DAVID VILLAREAL LÓPEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
BOGOTÁ D. C.
2023

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C. 27 de mayo de 2023

DEDICATORIA

Principalmente dedico la culminación de esta etapa a mi familia quien siempre estuvo apoyándome de manera incondicional en este trayecto académico, los cuales me sirvieron de inspiración cada día para continuar. A Dios por colmarme de bendiciones y sabiduría en cada paso que di, a todas las personas que de una u otra forma hicieron parte de esa etapa de mi vida. Y a mí mismo por el constante trabajo y dedicación para cumplir mis metas y sueños cada día.

Cristian Javier Enciso Martínez

A mi familia, fuente de amor y apoyo incondicional, y a mis amigos, por su aliento constante y compañía en este viaje académico. Agradezco profundamente su comprensión y paciencia durante esta etapa de dedicación y esfuerzo. Esta tesis está dedicada a todos ustedes, por ser mi motivación y por creer en mí en cada paso del camino. ¡Gracias por ser mi inspiración!

Marco Estiven Chacón Olaya

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer a Dios y nuestras familias por guiarnos en este camino y a todas las personas que han sido parte fundamental de este importante trayecto académico, mentores, amigos y demás personas que de alguna u otra forma siempre estuvieron apoyándonos para que este día llegara.

En el culminar de este emocionante camino académico, queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a la Universidad Santo Tomás por brindarnos una educación de excelencia y las herramientas para crecer académicamente y a nuestros padres, por su inquebrantable apoyo, amor y guía en cada paso de este camino. Han sido fundamentales en mi crecimiento intelectual y personal, y este logro no habría sido posible sin ustedes. Llevaremos siempre los valores y enseñanzas recibidas.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	10
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2 JUSTIFICACION.....	14
3 OBJETIVOS.....	15
3.1 OBJETIVO GENERAL	15
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
4 MARCO REFERENCIAL	16
4.1 MARCO CONCEPTUAL	16
4.1.1 Aguacate	16
4.1.2 Edafología	16
4.1.3 Riego por técnica de goteo	16
4.1.4 Sistema automatizado.....	17
4.1.5 Humedad.....	17
4.1.6 Sensores	17
4.1.7 Energía renovable	17
4.1.8 Energía solar fotovoltaica.....	18
4.2 MARCO TEORICO	18
4.2.1 Radiación en el municipio de Caparrapí – Cundinamarca	18
4.2.2 Baterías y acumuladores.....	19
4.2.3 Sistemas automatizados	20
4.2.4 Sistema de riego	21
4.3 ESTADO DEL ARTE.....	21
5 IDENTIFICACION DE LAS DIFERENTES VARIABLES EDAFOLÓGICAS PARA OPTIMIZAR EL RIEGO DEL CULTIVO DE AGUACATE JUNTO CON LA INSTRUMENTACIÓN REQUERIDA PARA ESTE PROCESO	24
5.1 UBICACIÓN.....	24
5.2 DIMENSIÓN DEL CULTIVO	24
5.3 ESTUDIO DE SUELOS	25
6 DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO POR TÉCNICA DE GOTEO.....	28
6.1 REQUERIMIENTOS DEL TERRENO.....	28

6.2	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	29
6.2.1	Consumo energético diario	29
6.2.2	Dimensionamiento del inversor	30
6.2.3	Dimensionamiento de paneles solares.....	31
6.2.4	Dimensionamiento de baterías.....	33
6.2.5	Dimensionamiento regulador de carga.....	34
6.3	CALCULO PERDIDAS DE ENERGÍA SISTEMA DE RIEGO	35
6.4	IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE CONTROL	40
6.4.1	Controlador	42
6.4.2	Electroválvulas	43
7.	COSTOS.....	44
	CONCLUSIONES	47
	BIBLIOGRAFIA.....	51

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Radiación solar Departamento de Cundinamarca	19
Imagen 2. Ubicación municipio de Caparrapí	19
Imagen 3. Esquema de un sistema de riego presurizado	21
Imagen 4. Finca La Meseta	24
Imagen 5. Dimensión del cultivo	25
Imagen 6. Topografía del sistema de riego.....	28
Imagen 7. Malla nivel	29
Imagen 8. Irradiación solar en el municipio de Caparrapí	31
Imagen 9. Kit Sistema Fotovoltaico Aislado	35
Imagen 10. Perdidas a la salida del tanque	38
Imagen 11. Perdidas tee	39
Imagen 12. Prototipo a escala	41
Imagen 13. Controlador Cepex CRC006	42
Imagen 14. Electroválvula.....	43
Imagen 15. Cultivo antes de la implementación del estudio de suelos	48
Imagen 16. Cultivo después de la implementación del estudio de suelos	49

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resultados estudio de suelos	26
Tabla 2. Equipos sistema de riego	29
Tabla 3. Resumen equipos sistema solar fotovoltaico	35
Tabla 4. Propiedades del agua 20 °C	36
Tabla 5. Equipos y Materiales de Prototipo	40
Tabla 6. Equipos y materiales	44
Tabla 7. Recursos humanos.....	45
Tabla 8. Otros conceptos	45
Tabla 9. Total proyecto	45

GLOSARIO

Agricultura: Actividad del cultivo de la tierra en la que pueden utilizarse distintas técnicas o métodos con la finalidad de sacar el máximo rendimiento a lo cultivado.

Controlador: Es un componente de software que permite al sistema operativo y un dispositivo comunicarse entre sí.

Energía solar fotovoltaica: Se obtiene a partir de la radiación del sol, con ayuda de paneles de células de silicio que transforman la luz y el calor del sol en energía eléctrica.

Riego por goteo: Riego localizado el cual consiste en suministrar agua en forma de gotas que acceden a la zona radicular de cada planta

Válvula Solenoide: Controla el paso de fluidos y gases según la disposición en la que se programe

INTRODUCCION

El avance de la tecnología en el último lustro ha venido revolucionando diversos sectores, entre esto la agricultura el cual es un sector muy importante para la supervivencia del ser humano. En un mundo donde el agua se ha convertido en un recurso escaso y a su vez valioso, es fundamental buscar soluciones que optimicen su uso en los cultivos. En este contexto, surge la necesidad de desarrollar sistema de riego eficientes y sostenibles que garanticen el crecimiento y desarrollo de los cultivos, minimizando el desperdicio de agua y maximizando la productividad.

El presente trabajo de grado tiene como objetivo principal diseñar y desarrollar un sistema automatizado de control de riego por técnica de goteo, específicamente dirigido al cultivo de aguacate en el municipio de Caparrapí – Cundinamarca. Específicamente en las variedades Choquette y Lorena, las cuales el éxito de su desarrollo depende del adecuado suministro de agua.

El sistema propuesto integra diversos aspectos fundamentales para su funcionamiento eficiente. En primer lugar, se llevará a cabo un estudio de suelos en el área de trabajo, considerando las características físicas y químicas relevantes para el cultivo. Este análisis permitirá identificar las condiciones ideales para el desarrollo de la planta, así como analizar las posibles deficiencias o limitaciones que el suelo pueda tener para afectar el crecimiento del aguacate. Con base en estos resultados, se podrán implementar medidas correctivas adecuadas y ajustar el sistema de riego de manera óptima

Se abordará el cálculo de la estación solar fotovoltaica requerida para alimentar el sistema de riego, garantizando así una fuente de energía sostenible y autónoma. Este enfoque permitirá reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales y minimizar los costos operativos.

Por último, se realizará un detallado cálculo de pérdidas de energía en el sistema, considerando factores como el diámetro, la longitud y las características del terreno. Este análisis permitirá optimizar el diseño del sistema de riego evitando pérdidas innecesarias de agua y asegurando una distribución eficiente en cada etapa del cultivo.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido al creciente consumo de aguacate a nivel mundial, los países productores que esencialmente son latinoamericanos, se verán favorecidos por el auge de consumo de este fruto, el cual no da muestra de ceder su crecimiento en el corto plazo¹. En cuanto a los tipos de aguacate que tiene Colombia, estos son variados, clasificándose según su diversidad genética, como sucede con el caso de la raza guatemalteca, cuya variedad más representativa por el alto número de cultivo y la alta comercialización es el Hass; también se encuentra la raza antillana, conocida como criollo o nativo; y los aguacates llamados papelillos, que son una mezcla de las dos razas anteriores².

En el país se encuentran 5 zonas productoras las cuales cuentan con 14 departamentos que están distribuidos de la siguiente forma³:

- Zona occidente: Antioquia, Caldas, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca.
- Zona centro: Tolima.
- Zona costa atlántica: Bolívar y Cesar.
- Zona Santanderes: Santander
- Zona oriente: Cundinamarca, Boyacá, Meta, Casanare y Arauca.

El departamento de Antioquia se consolida a nivel nacional como el que registra actualmente la mayor área sembrada (29 454 ha) y producción (161 592 Ton) de aguacate en el país. No obstante, a nivel de rendimiento por hectárea el departamento líder es el Bolívar (11 Ton/ha). En los últimos 5 años la producción de aguacate creció 89%, como efecto combinado entre el aumento en el área cosechada (62%), el rendimiento (17%), el consumo y el ingreso a nuevos mercados de exportación. Se estima que cerca del 69% del área sembrada en el país se encuentra en edad productiva y el restante en etapa de desarrollo, por lo tanto, se espera que la producción anual del fruto se incremente paulatinamente³.

¹ MONTOYA Cesar, ARIAS Francisco y VELÁSQUEZ Oscar, “Dinámica del mercado mundial de aguacate”. {En línea}. {29. de junio 2023} disponible en: <https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/994/1442>.

² GALLO Yuliana, SUAREZ Mateo, Crecimiento del aguacate en Colombia: Un análisis externo de factores y variables, Rionegro, 2020, 39p. Trabajo de grado (Administradores de Empresas). Universidad Católica de Oriente. Facultad Administración de Empresas.

³ Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, “Cadena productiva Aguacate - Cifras sectoriales”. {En línea}. {23 de septiembre de 2001} disponible en: [https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2020-12-31 Cifras Sectoriales.pdf](https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2020-12-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf)

Para que el cultivo de aguacate tenga el crecimiento esperado es necesario prever diversos factores como el clima, tipo de suelo, disponibilidad de agua, fertilización, plagas y enfermedades que representan una fuerte derrama económica, tanto en su prevención como en su control, reflejada en la cosecha⁴. Existe una relación entre los índices de madurez de cosecha y la calidad postcosecha de los frutos.

Actualmente, se utilizan indicadores de madurez de cosecha como longitud y diámetro de los frutos, presencia o ausencia de brillo en la cáscara, color de la cáscara, tiempo de desarrollo del fruto, número de días restantes para alcanzar la madurez, respiración y producción de etileno, firmeza de la pulpa, materia seca y contenido de aceite, entre otros⁵.

En cuanto a costos de producción se tienen en cuenta la mano de obra 3.750.000 \$/Ha (20%), indirectos 2.150.000 \$/Ha (11%) e insumos, Equipos y herramientas 13.286.300 \$/Ha (69%) siendo este el rubro con mayor impacto en especial porque en este, se encuentran incluidos los relacionados con sistema de riego, fertilización y manejo integrado de plagas⁶.

El problema que se quiere solucionar es la poca eficiencia que tiene el sistema de riego por gravedad con el que actualmente se encuentra trabajando el cliente debido a que ha manifestado que en ocasiones encuentra que en algunas plantas no llega la cantidad de agua suficiente necesaria para tener un buen proceso biológico.

Un sistema de riego por goteo logra eficiencias del 90-95 % en el empleo del agua y de los fertilizantes, mientras que con un sistema por gravedad la eficiencia es del orden de 55-60 %⁷. Automatizando el sistema se requiere de poca mano de obra tanto en su maniobra como en las actividades de fertilización y deshierbe, también evita el crecimiento de malezas, hongos y la proliferación de enfermedades producidas por encharcamiento.

⁴ D. E. L. Aguacate, "Campaña Manejo Fitosanitario Del Aguacate Manejo Integrado De Los Barrenadores Del Hueso Y De Ramas." {En línea}. {29 de septiembre de 2021} disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Normatividad/Manual%20Tecnico%20Pasadores%20-%20Heilipus.pdf>

⁵ ASTUDILLO Camilo, RODRIGUEZ Pablo, Parámetros Físicoquímicos del Aguacate Persea Americana Mill. cv. Hass (Lauraceae) producido en Antioquia (Colombia) para exportación. En: Scielo. Vol 19 No 2 (Mar. 2018) p. 3

⁶ GRANADOS William, VALENCIA Jenny, "Cadena de Aguacate Indicadores e instrumentos". {En línea}. {29 de septiembre de 2023} disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2018-07-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

⁷ Intagri, "Sistema de Riego por Goteo | Intagri S.C.", {En línea}. {29 de septiembre de 2021} disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/sistema-de-riego-por-goteo>

Este sistema tiene la gran ventaja de que solo utiliza el agua necesaria, permitiendo mantener un nivel de humedad óptimo en la zona radicular de los cultivos, logrando el desarrollo eficiente de las raíces para así tener un aumento en la producción.

Por lo anterior el presente proyecto de grado pretende desarrollar un sistema automatizado de control de riego por técnica de goteo para cultivo de aguacate teniendo en cuenta el factor de la humedad en el suelo, esto con ayuda de sensores y alimentado con energía solar fotovoltaica, con miras a incrementar la optimización del cultivo y poder generar un aumento en su producción.

2 JUSTIFICACION

Las plantas al ser seres vivos necesitan de la presencia de agua para poder obtener los nutrientes del suelo y así poder realizar sus respectivas funciones de nutrición, digestiva y los procesos de transformación metabólica. Es por esto que cuando el suelo no cuenta con la cantidad apropiada de agua para el tipo de cultivos que se tiene aparecen dos problemas, el primero por falta de este preciado líquido el cultivo se va a marchitar y desaparecer y el segundo el cual es que al tener un exceso de este suplemento el cultivo puede llegar a sufrir de hongos, pudrirse o crear algún tipo de enfermedad. Estas dos causas presentan un solo problema en conjunto el cual afecta el bolsillo del agricultor.

Siendo Colombia un país agricultor es necesario contar con sofisticados sistemas de riego esto para evitar los problemas expuestos anteriormente, no es común encontrar pequeños y medianos agricultores que cuenten con esta tecnología debido a la falta de recursos y la poca información que tienen pero este sistema permite realizar un uso eficiente del riego, fertilización y control de enfermedades, que se ve reflejado en un aumento de la productividad y calidad de los cultivos con menores costos de producción por el uso eficiente de los insumos agrícolas y reducción de costos de mano de obra en los sistemas automatizados⁸.

Es por esto que desarrollo de este trabajo de grado generará un impacto positivo al agricultor de dicho municipio, por otra parte, abrirá puertas a que más personas quieran implementar este método para que dichos cultivos adopten un crecimiento óptimo y así lograr evitar un contratiempo más en esta población.

⁸ VALENCIA Yenier, SEPULVEDA Yulian, "Implementación de sensores en los sistemas de riego automatizado". {En línea}. {28 de septiembre de 2023} disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/3417>

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un sistema automatizado de control de riego por técnica de goteo para cultivo de aguacate en el municipio de Caparrapí – Cundinamarca.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las diferentes variables edafológicas para optimizar el riego del cultivo de aguacate junto con la instrumentación requerida para este proceso.
- Diseñar el sistema automatizado de riego por técnica de goteo teniendo en cuenta los requerimientos necesarios del terreno.
- Generar el diseño a detalle de planos eléctricos, electrónicos y mecánicos del sistema de riego por técnica de goteo.
- Implementar el sistema de control en las redes de riego del cultivo de aguacate.

4 MARCO REFERENCIAL

A continuación, se presentará el marco conceptual en donde estarán ilustrados los principales conceptos del desarrollo del proyecto, seguido el marco teórico y por último el estado del arte.

4.1 MARCO CONCEPTUAL

4.1.1 Aguacate

El aguacate es una fruta tropical que pertenece al género *Persea*, de la familia de las Lauráceas y es originario de las zonas altas de México y Guatemala. Si bien, este se conoce como fruto desde hace aproximadamente siete a ocho mil años, se estima que se introdujo en España tan sólo en los años 1600 y que de ahí se propagó a todas aquellas zonas del mundo con las condiciones ambientales favorables para su cultivo, entre ellas Europa, Asia y América Latina⁹.

4.1.2 Edafología

Ciencia que estudia la naturaleza y propiedades de los suelos con relación a la producción vegetal. Proviene del griego "edaphos" suelo y "logos" tratado. En general se toma como sinónimo de pedología, pero la diferencia entre pedón y edafón es que en el primero es el suelo en el sentido de piso y en el segundo suelo que se cultiva¹⁰.

4.1.3 Riego por técnica de goteo

El riego por goteo es un sistema presurizado donde el agua se conduce y distribuye por conductos cerrados que requieren presión. Desde el punto de vista agrónomo, se denomina riegos localizados porque humedecen un sector de volumen de suelo, suficiente para el buen desarrollo del cultivo¹¹.

⁹ BERMEJO Helga, Prospectiva para la Innovación en la Agrocadena del Aguacate en el Tolima, Universidad de Ibagué, Ibagué, No 67

¹⁰ Universidad de Buenos Aires. Catedra de Edafología. {En línea}. {27 de Septiembre de 2021} disponible en: <https://www.agro.uba.ar/catedras/edafologia>

¹¹ LIOTTA Mario. Riego por goteo. San Juan. 2015. 29p

4.1.4 Sistema automatizado

Un sistema automatizado es el conjunto de elementos (equipamiento, sistema de información, y procedimientos) interrelacionados funcionalmente entre sí que conforman una estructura jerárquicamente expandida cuya función es garantizar el desempeño independiente del proceso a través de operaciones de control y supervisión total del sistema, bajo las técnicas más modernas y cumpliendo los requisitos establecidos de acuerdo con el tipo de planta¹².

4.1.5 Humedad

El almacenamiento de agua en el suelo nos lleva a otro importante concepto, *humedad*, definida como el contenido relativo de agua en el suelo¹³.

4.1.6 Sensores

Los sensores proporcionan la información al control en forma de variables individuales del proceso son, por ejemplo, variables físicas como temperatura, presión, fuerza, longitud, ángulo de giro, nivel, caudal, etc¹⁴.

4.1.7 Energía renovable

Energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o por ser capaces de regenerarse por medios naturales¹⁵.

¹² IZAGUIRRE CASTELLANOS. Eduardo. Sistemas de Automatización. Santa Clara: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba, 2012

¹³ ZAMORA Juan, CRISTANCHO Fernando. “La humedad en las propiedades físicas del suelo”. {En línea}. {1 octubre de 2021} disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14683883/la-humedad-en-las-propiedades-fisicas-del-suelo-grupo-de-fisica->

¹⁴ EBEL María, NESTEL Debra. Sensores para la Técnica de Procesos y Manipulación. 336p. 1993.

¹⁵ Ministerio de Industria, Energía y Minería de Uruguay. Fuentes de energía renovables. {En línea}. {28 de junio de 2023} disponible en: <http://www.energiasolar.gub.uy/index.php/aula-didactica/que-es-la-energia/fuentes-de-energia-renovables>

4.1.8 Energía solar fotovoltaica

La energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad¹⁶. Esta transformación se produce en unos dispositivos denominados paneles fotovoltaicos

4.2 MARCO TEORICO

Para el desarrollo del sistema de riego es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos que ayudarán a tener una idea más clara y concisa del presente proyecto.

4.2.1 Radiación en el municipio de Caparrapí – Cundinamarca

La radiación solar es la energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas¹⁷. Principalmente la radiación solar se puede aprovechar como fuente de energía renovable pues sirve para la generación de electricidad, calentamiento de agua, en el sector agrícola, ingenieril entre otros.

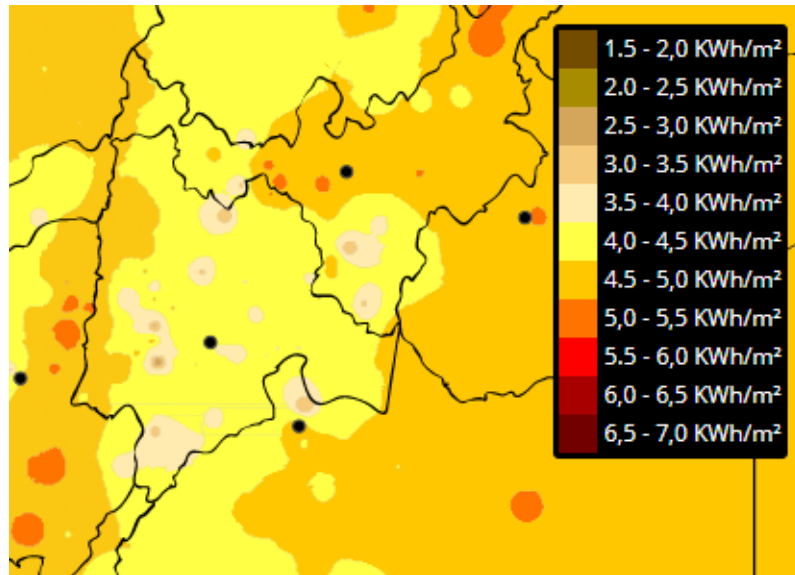
Las variaciones climáticas en los sistemas fotovoltaicos hacen referencia especialmente a las condiciones de radiación solar y temperatura ambiente¹⁸. Por esta razón se es importante tener en cuenta los niveles de radiación en el municipio de Caparrapí para tener idea de la energía que se puede transformar para su posterior utilización en el sistema de riego por goteo. En las siguientes imágenes se pueden apreciar los índices de radiación en el municipio de Caparrapí.

¹⁶ Ibal. Fotovoltaica. {En línea}. {29 de junio de 2023} disponible en: <https://acortar.link/OsQJOM>

¹⁷ IDEAM. “Radiación solar”. {En línea}. {5 de octubre de 2021} disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar-ultravioleta>

¹⁸ CEPEDA Juan. Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones. Bogotá, 2017. Trabajo de grado (Título de ingeniero mecánico). Universidad Santo Tomas. Facultad de ingeniería mecánica

Imagen 1. Radiación solar Departamento de Cundinamarca



Fuente: IDEAM

Imagen 2. Ubicación municipio de Caparrapí



Fuente: DB City

4.2.2 Baterías y acumuladores

Suministrar energía a algunas zonas del país es complicado debido a la lejanía que tienen con centros poblados o las diferentes fallas geológicas del lugar, es por esto por lo que se quiere implementar la energía solar fotovoltaica para que alimente el

sistema de riego por medio de unas baterías que almacenan la energía obtenida por la radiación del sol.

Existen dos tipos de acumuladores los estacionarios destinados a permanecer fijos en un determinado lugar y tienen corrientes permanentes, y no están obligados a producir corrientes elevadas en periodos cortos de tiempo¹⁹. Y los de arranque tipo baterías de automóvil, que estarán previstas para suministrar una cantidad elevada de energía eléctrica en un espacio breve de tiempo (segundos)¹⁹.

Las baterías de nuestro interés son las estacionarias más específicamente las compuestas de litio debido a que son las más utilizadas con mayor vida útil del mercado teniendo un significativo almacenamiento y auto descarga extremadamente baja.

4.2.3 Sistemas automatizados

El constante crecimiento de la industria en el mundo ha venido generando la necesidad de crear sistemas capaces de obtener información y transmitirla a centros procesadores de esta información. Los sistemas automatizados tienen la función de transferir tareas de producción, que comúnmente realiza el hombre a un conjunto de elementos tecnológicos.

Para concebir un sistema automatizado es necesario tener presentes las diferentes partes que componen el mismo, ellas son¹²:

- Proceso tecnológico o planta.
- Los medios técnicos de automatización.
- Elementos acondicionadores de señales.
- Interfaces con los medios de cómputo.
- Medios de cómputo.
- Aseguramiento matemático.
 - Métodos.
 - Algoritmos.
 - Software.
- El aseguramiento informativo.
- El aseguramiento organizativo.
- Hombre-Operador.

¹⁹ TOBAJAS Carlos. Energía Solar Fotovoltaica. No 2, Ceysa 2005. 169p

4.2.4 Sistema de riego

Todo tipo de sistema de riego requiere de un diseño que se adecue a las características del terreno, tipo de cultivo y distancia de plantación. Esta información es de utilidad para conocer los datos básicos para el diseño hidráulico del mismo.

En el diseño hidráulico se determina en primer lugar la subunidad de riego, donde se tiene en cuenta la tolerancia de presiones y caudales, pérdidas de carga, diámetros de tuberías, etc. Posteriormente se diseña la unidad de riego, el trazado y diámetros de tuberías primarias y secundarias y el cabezal de riego¹¹.

Un equipo de riego presurizado se conforma principalmente por¹¹:

- La fuente de abastecimiento del agua
- Cabezal principal
- Tuberías de conducción principales
- Cabezales de cambio
- Tuberías terciarias
- Laterales de riego con emisores

Imagen 3. Esquema de un sistema de riego presurizado



Fuente: Implementación de sensores en los sistemas de riego automatizados

4.3 ESTADO DEL ARTE

Entre tantas costumbres antiguas ninguna otra ha tenido mayor relación para la producción de alimentos y obviamente mayor importancia que la irrigación de estos. Enormes áreas mundiales de condiciones climáticas áridas y semiáridas deben su supervivencia al conocimiento de las prácticas de la irrigación. India, Pakistán, Irán, Mesopotamia, Egipto, los países cultivadores de arroz del Lejano Oriente, grandes

regiones en América Latina como Perú y México y muchas otras regiones del mundo dependen primordialmente del alimento cultivado por medio de las prácticas de riego²⁰.

Gracias a la arqueología conocemos como preexisten restos que indican que había una serie de sistemas de riego anteriores a la dominación romana y que fueron utilizados y desarrollados por los pueblos posteriores que se asentaron en esos lugares, esta es una de las razones por la cual no se sabe su origen concreto, aunque provengan desde tiempos inimaginables²¹.

El hecho de que el agua sea un recurso cada vez más escaso y exista más competencia entre los diversos usos, obliga a utilizarla de forma eficiente y a manejar con eficacia los mecanismos de gestión²². La competitividad agrícola que se presenta hoy por hoy a nivel mundial hace que estos sistemas tecnológicos evolucionen haciendo un uso del agua cada vez más adecuado.

Existen diferentes tipos de técnicas para la irrigación de cultivos, por ejemplo:

- Arroyamiento o surcos
- Inundación
- Riego localizado
 - Por goteo
 - Nebulizado
 - Aspersión
- Riego por aspersión
- Riego por drenaje

Una técnica muy utilizada para economizar el agua y satisfacer las necesidades de las plantas es el riego por goteo ahorrando dispersiones y pérdidas de agua, sin mojar todo el suelo, pero manteniendo el lugar focalizado siempre húmedo.

Las primeras formas de utilización fueron, si eran cultivos en hileras, se usaban una especie de cintas delgadas con orificios escasamente separados, si se trataba de plantas individuales se usaban mangueras flexibles de polietileno y goteros moldeados²¹.

²⁰ DIAZ ORTIZ Jaime. Riego por Gravedad. Cali: 2006. Programa editorial Universidad del Valle

²¹ GALDIANO HERNÁNDEZ Marta. Instalador / Mantenedor de Riego por Goteo. 2010. ICB Editores

²² TARJUELO Martin. El Riego por Aspersión y su Tecnología. 2005. Mundi Prensa

El instituto Colombiano Agropecuario ICA desde 1975 ha introducido a nivel experimental, el empleo del riego por goteo en la producción de hortalizas y otros cultivos, obteniendo resultados favorables que le han permitido transmitir la tecnología al agricultor colombiano²³.

Igualmente, en base al éxito reportado por el uso de este método, tanto local como internacional, varias empresas particulares de irrigación han creado Departamentos exclusivos de riego por goteo y desde 1977 han instalado este sistema en varios cultivos a nivel comercial²³.

²³ BENAVIDES Orlando. Evolución del Riego por Goteo en Colombia. Bogotá, 1981, 13p. Seminario Latinoamericano Sobre Riego por Goteo y riego Localizado.

5 IDENTIFICACION DE LAS DIFERENTES VARIABLES EDAFOLÓGICAS PARA OPTIMIZAR EL RIEGO DEL CULTIVO DE AGUACATE JUNTO CON LA INSTRUMENTACIÓN REQUERIDA PARA ESTE PROCESO

5.1 UBICACIÓN

La automatización del sistema de riego que se desarrollará en el presente trabajo de grado tendrá como ubicación el municipio de Caparrapí, el cual está situado al noroccidente del departamento de Cundinamarca exactamente en la vereda Puerto Colombia, finca la Meseta con una altura aproximada de 1.100 m.s.n.m, cuya topografía tiene una inclinación leve como se puede evidenciar en la imagen 4.

Imagen 4. Finca La Meseta



Fuente: Autores

5.2 DIMENSIÓN DEL CULTIVO

El terreno cuenta con 250 palos de aguacate entre las variedades de Choquette, Papelillo o Lorena y Simil o Zapatoca. Se sembraron con el método de tresbolillo a una distancia de 6,5 m, Como se puede evidenciar en la imagen 4 existe un cortaviento natural el cual está compuesto por diferentes arboles de la zona, garantizando así que el viento no afecte el cultivo directamente. En la imagen 5 se puede observar el polígono que cubre la zona del cultivo cuya área es de 9.730 m² y su perímetro es de 446 m.

Imagen 5. Dimensión del cultivo



Fuente: Google Earth Pro

5.3 ESTUDIO DE SUELOS

El análisis de suelos es una herramienta muy útil, que permite orientar sobre el grado de suficiencia o deficiencia de los nutrientes del suelo, así como las condiciones adversas que pueden perjudicar a los cultivos, tales como la acidez excesiva, la salinidad y la toxicidad de algunos elementos. A través de esta actividad es posible determinar cuáles son los limitantes de la producción y definir qué nutrientes se deben aplicar y hasta qué cultivo se debe sembrar. Esta información es importante al momento de hacer cuentas y aplicar fertilizantes²⁴.

Se realizó el estudio de suelos con la empresa Agrosavia (corporación colombiana e investigación agropecuaria) cuya fecha de reporte fue 02/07/2020 para identificar las propiedades que brindaba el terreno. Se evidenciará los resultados del estudio de suelos en la Tabla 6.

²⁴ Quimagro. “La importancia de realizar un análisis de suelo”. {En línea}. {13 de mayo de 2023} disponible en: <https://acortar.link/q5Ky7K>

Tabla 1. Resultados estudio de suelos

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
pH (1:2.5)	Unidades de pH	VC-R-004 Versión 03	5.74	Moderadamente ácido
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008	0.20	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Walkley & Black	4.38	Medio
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	VC-R-007 Versión 2	35.18	Medio
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	2.77	Bajo
Capacidad Interc. Catiónico Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	8.80	Baja
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0.28	Medio
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	ND	No indica
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCl	ND	Sin restricción
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	7.45	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	1.10	Bajo
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	0.17	Bajo
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	ID-R-072 Versión 5	<0.14	Normal
Hierro (Fe) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	186.29	Alto
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Cobre (Cu) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	1.39	Medio
Manganeso (Mn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	7.50	Medio
Zinc (Zn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	6.64	Alto
Saturación de Calcio	%	Cálculo	85	Alto
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	13	Bajo
Saturación de Potasio	%	Cálculo	2	Medio
Saturación de Sodio	%	Cálculo	1	Normal
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	0	Normal

Fuente: Autores

El cultivo de aguacate requiere suelos con un contenido de materia orgánica de 2.5 a 5 %, que le proporcione buena estructura y una adecuada proporción de aire y agua para facilitar el drenaje dentro del suelo²⁵.

La profundidad y textura son características determinantes en la cantidad de agua que puedan retener los suelos. Los árboles de aguacate requieren de un suelo moderadamente profundo, ya que poseen raíces superficiales 30 a 60 cm de profundidad²⁵.

²⁵ Intagri. "Requerimiento de Clima y Suelo en el Cultivo de Aguacate". {En línea}. {13 de mayo de 2023} disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/frutales/requerimientos-de-clima-y-suelo-en-el-cultivo-de-aguacate>

Los suelos más recomendados son los de textura ligera, profundos, bien drenados con un pH neutro o ligeramente ácidos (5,5 a 7), pero puede cultivarse en suelos o franco arcillosos siempre que exista un buen drenaje, pues el exceso de humedad propicia un medio adecuado para el desarrollo de enfermedades de la raíz, fisiológicas como la asfixia radical y fúngicas como fitoptora²⁶.

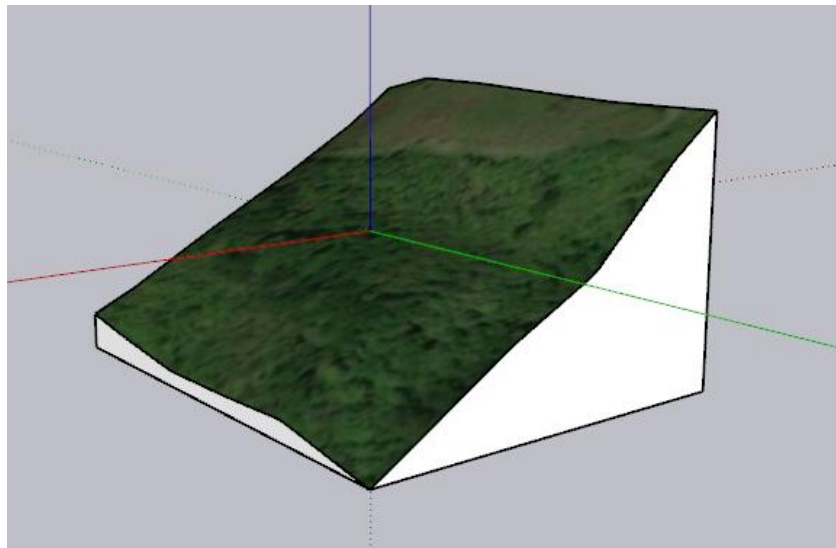
²⁶ Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Planeación Nacional Agrícola 2017-2030

6 DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO POR TÉCNICA DE GOTEO

6.1 REQUERIMIENTOS DEL TERRENO

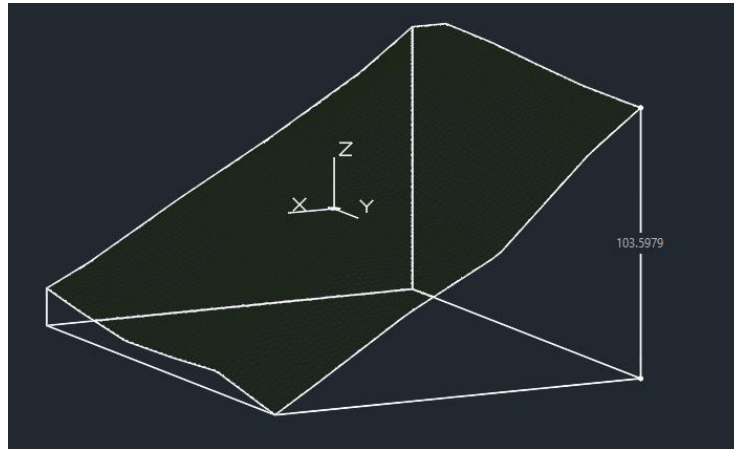
La topografía del terreno en donde se encuentra el sistema de riego cuenta con una pendiente pronunciada, que ayuda a que cada planta se abastezca de agua sin tener la necesidad de utilizar una bomba para esta acción, esto se puede comprobar observando la Imagen 6 que con ayuda del Software de Google Earth Pro se delimitó la zona prevista y en conjunto con el Software Sketchup Pro 2021 en su versión gratuita se tuvo acceso a las curvas de nivel que ayuda a identificar la elevación que tiene el terreno respecto a su árbol más bajo.

Imagen 6. Topografía del sistema de riego



Fuente: Autores

Imagen 7. Malla nivel



Fuente: Autores

6.2 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Debido a que el sitio en donde se instalará la válvula solenoide no cuenta con abastecimiento energético y para que el sistema funcione correctamente se es indispensable contar con este suministro. Se diseñará un sistema de energía solar fotovoltaica que cumplirá con el abastecimiento necesario.

6.2.1 Consumo energético diario

Basado en los requerimientos del sistema de riego se establecieron dos equipos esenciales que controlaran del riego el cultivo Tabla 8. Se puede observar que el consumo teórico calculado es de 1164.144 Wh/día sumándole un 10% más de lo que en realidad se estima, esto por efectos de pérdidas en los equipos que el sistema solar fotovoltaico requiere.

Tabla 2. Equipos sistema de riego

Unidades	Equipos	Potencia (W)	Horas trabajo	Total Energía (Wh/día)	Total energía + 10% (Wh/día)
1	Controlador Rain Bird ESP-TM2	36	24	864	950.4
1	Electro valvula Rain Bird	6.96	24	167.04	183.744
Total					1134.144

Fuente: Autores

Ahora para conocer el consumo real diario que el sistema necesita se utilizara la fórmula de Cálculo del Consumo Medio Diario en una Instalación Fotovoltaica²⁷.

$$L_{md} = \frac{L_{md,DC} + \frac{L_{md,AC}}{n_{inv}}}{n_{bat} \times n_{con}}$$

Donde,

$L_{md} \rightarrow$ Consumo medio energetico diario

$L_{md,DC} \rightarrow$ Consumo medio energetico diario de las cargas continuas

$L_{md,AC} \rightarrow$ Consumo medio energetico diario de las cargas alternas

$n_{inv} \rightarrow$ Coeficiente de eficiencia del inversor

$n_{bat} \rightarrow$ Coeficiente de eficiencia de la bateria

$n_{con} \rightarrow$ Coeficiente de eficiencia de los conectores electricos

Nota: Generalmente para el buen dimensionamiento, se tomará un rendimiento del inversor de 90%, de las baterías del 95% y de los conectores del 100%. [28]

$$L_{md} = \frac{0 + \frac{1134.144}{0.9}}{0.95 \times 1} = 1326.48 \text{ wh/día}$$

6.2.2 Dimensionamiento del inversor

La función del inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario. Un inversor simple consta de un oscilador que controla a un transistor, el cual se utiliza para interrumpir la corriente entrante y generar una onda rectangular²⁸.

²⁷ Asociación Municipal de Colonos del Pato – AMCOP, Informe de Cálculos para Sistema Solar Fotovoltaico. Vereda Mirallave, San Vicente del Caguán.

²⁸ PLANAS, Oriol. “¿Qué es un inversor de corriente? Funcionamiento y usos”. {En línea}. {13 de mayo de 2023} disponible en: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/inversor-corriente>

El inversor debe tener una potencia pico P_{inv} más elevada de la que se maneja, debido a que solo se maneja 43 Wh del controlador y la electroválvula. un inversor de 600 W sería útil para este trabajo.

$$P_{inv} = 1.2 * P_{AC} = 51.6 W$$

$$P_{inv} = 1.2 * 43 W = 51,6 W$$

Dado la anterior ecuación el inversor deberá contar con una capacidad de 600 W, las características completas de este inversor se pueden observar en los anexos.

6.2.3 Dimensionamiento de paneles solares

Teniendo en cuenta que el municipio de Caparrapí cuenta con un promedio de radiación de 4,84 – 5,36 kWh/m² y tiene como máximo 3 días de nubosidad por mes según el Software Data Access Viewer de la NASA de uso gratuito, se ve viable la posibilidad de contar con este tipo de energía. Acto seguido se debe tener en consideración que no siempre se va a consumir la totalidad de energía que se va a producir y que en Colombia la generación de energía propia no se puede vender a la red eléctrica, se es necesario el uso de baterías de almacenamiento para abastecer de energía el sistema en el peor de los casos.

Imagen 8. Irradiación solar en el municipio de Caparrapí

-BEGIN HEADER-

NASA/POWER CERES/MERRA2 Native Resolution Climatology Climatologies

21-year Meteorological and Solar Monthly & Annual Climatologies (January 2000 - December 2020)

Location: Latitude 5.3499 Longitude -74.4893

Elevation from MERRA-2: Average for 0.5 x 0.625 degree lat/lon region = 1026.99 meters

Value for missing model data cannot be computed or out of model availability range: -999

Parameter(s):

ALLSKY_SFC_SW_DWN	SRB V4/CERES SYN1deg All Sky Surface Shortwave Downward Irradiance (kW-hr/m^2/day)
NO_SUN_BLACKDAYS_MAX	SRB V4/CERES SYN1deg Equivalent No-Sun Days (Days)
SI_EF_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Horizontal Surface (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Minus 15 Tilt (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_TILTED_SURFACE_LATITUDE	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Tilt (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Plus 15 Tilt (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_TILTED_SURFACE_VERTICAL	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Vertical Surface (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance Optimal (kW-hr/m^2/day)
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance Optimal Angle (Degrees)
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG_ORI	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance Tilted Surface Orientation (N/S Orientation)

-END HEADER-

PARAMETER	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
ALLSKY_SFC_SW_DWN	5.02	5.07	4.84	4.88	4.98	5.06	5.26	5.29	5.36	5.13	4.90	4.87	-999.00
NO_SUN_BLACKDAYS_MAX	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	-999.00

Fuente: Data Access Viewer

Se observa que el mes critico es marzo con 4,84 kWh / m² día y se tienen 3 días sin sol para los meses de enero y febrero, por lo que se debe diseñar el sistema para 3 días de autonomía.

Ahora para calcular las horas solares pico HSP se tiene la siguiente ecuación.

$$HSP = \frac{\text{Irradiación Solar Diaria}}{1000 \text{ W/m}^2}$$

$$HSP = \frac{4,84 \text{ kWh/m}^2}{1000 \text{ W/m}^2} = 4,84 \text{ horas}$$

Como se quiere saber la potencia generada P_{GFV} por la irradiación del sol en la finca La Meseta se tiene la siguiente formula:

$$P_{GFV} = \frac{L_{md}}{HSP \times PR}$$

$PR \rightarrow$ Factor de corrección 80%

$$P_{GFV} = \frac{1326.48 \text{ Wh}}{4.84 \text{ h} \times 0.8} = 342.58 \text{ W}$$

El número de paneles vendrá condicionado con la potencia generada P_{GFV} sobre la potencia del módulo que se vaya a utilizar en este caso elige el panel de referencia BISTAR TP7F60 de 440 W de la marca TALESUM cuyas especificaciones completas se pueden observar en los anexos.

$$N_p = \frac{P_{GFV}}{P_{MPP}}$$

$P_{MPP} \rightarrow$ Potencia pico panel solar

$$N_p = \frac{342.58 \text{ W}}{440 \text{ W}} = 0,77 \cong 1$$

6.2.4 Dimensionamiento de baterías

Las baterías estacionarias son acumuladores de 2V que puestos en serie de 6 o 12 vasos pueden alcanzar los 12V y 24V respectivamente, estas baterías también son las más adecuadas para consumos diarios durante tiempo prolongado.

Existen dos tipologías principales de baterías a 2V: las baterías OPzS y las baterías OPzV. Ambos formatos tienen un número de ciclos similares, si bien la principal diferencia radica en que las baterías OPzS requieren mantenimiento periódico - hay que echarles agua destilada con la periodicidad que indique el fabricante, mientras que las baterías OPzV son baterías selladas y sin mantenimiento tipo “baterías de GEL” y no requieren intervención alguna durante su vida útil: unos 20 años o 3000 ciclos²⁹.

Debido a que el lugar en donde se instalara el sistema fotovoltaico en transitado frecuentemente y en términos de costo – beneficio se utilizaran acumuladores OPzS.

Los vasos admiten una profundidad de descarga del 80%, pero cuando mayor es la profundidad de descargue menor es el número de ciclos posibles de la batería, y menor por tanto su vida útil. El valor por utilizar de descarga es del 70%.

Sabiendo esto se realiza el cálculo de la capacidad necesaria del banco de baterías para 3 días de autonomía.

$$C_{ne}(Ah) = \frac{L_{md} \times N}{V_{bat} \times P_{D,max} \times F_{ct}}$$

Donde,

$C_{ne}(Ah) \rightarrow$ Capacidad del banco de baterías

$V_{bat} \rightarrow$ Voltaje nominal sistema = 12V

$N \rightarrow$ Número de días de autonomía

$P_{D,max} \rightarrow$ Porcentaje máximo de descarga de batería = 70%

$F_{ct} \rightarrow$ Factor de compensación térmica = 1

²⁹ Tu Tienda Energética. “Baterías Estacionarias: Diferencias entre Opzs y Opzv”. {En línea} {13 de mayo de 2023} disponible en: <https://www.tutiendaenergetica.es/blog/baterias-estacionarias-diferencias-entre-opzs.html>

$$C_{ne}(Ah) = \frac{1326.48 Wh \times 3}{12 V \times 0.7 \times 1} = 473.74 Ah$$

Se utilizará una batería monoblock de referencia AGM 12 - 300 cuya especificación completa se encuentra en los anexos.

$$N_b = \frac{C_{ne}}{C_{(10)}}$$

N_b = Numero de baterías a utilizar

$C_{(10)}$ → Capacidad nominal batería

$$N_b = \frac{473.74 Ah}{300 Ah} = 1.59 \cong 2$$

A partir de la ecuación se evidencia la utilización de 2 baterías para 3 días de autonomía, que se establecieron a partir de la información descargada del software Data Access Viewer de la NASA.

6.2.5 Dimensionamiento regulador de carga

Para calcular el regulador se necesita conocer la potencia que se va a generar con los paneles pues en el caso de este sistema aislado la potencia no es muy grande por lo que se puede utilizar un regulador de Modulación de Ancho de Pulso por sus siglas en inglés PWM. La causa por la que se le designa como modulación de ancho de pulso, es literalmente lo que dice. Habitualmente el valor de ciclo de trabajo se manifiesta en porcentaje y para obtenerlo solamente debemos multiplicar por 100 a la ecuación.

Para entender de manera más simple el funcionamiento del regulador se puede explicar con la intensidad luminosa de una lámpara pues si el regulador se programa con un ciclo de trabajo del 60% la intensidad que la lámpara va a emitir va a ser un 40% menor de lo que en realidad puede ofrecer.

$$IMP_T = IMP_{PFV} * N_p$$

Donde,

IMP_T → Máxima potencia total

IMP_{PFV} → Máxima potencia de la placa solar

$$IMP_T = 10.23 A * 1 = 10.23 A$$

El regulador que se debe utilizar para el sistema aislado lo determinará el número por encima que se encuentre en el mercado por lo que un regulador de 20 A 12 – 24 V es el más indicado y se puede observar sus características más a detalle en los anexos.

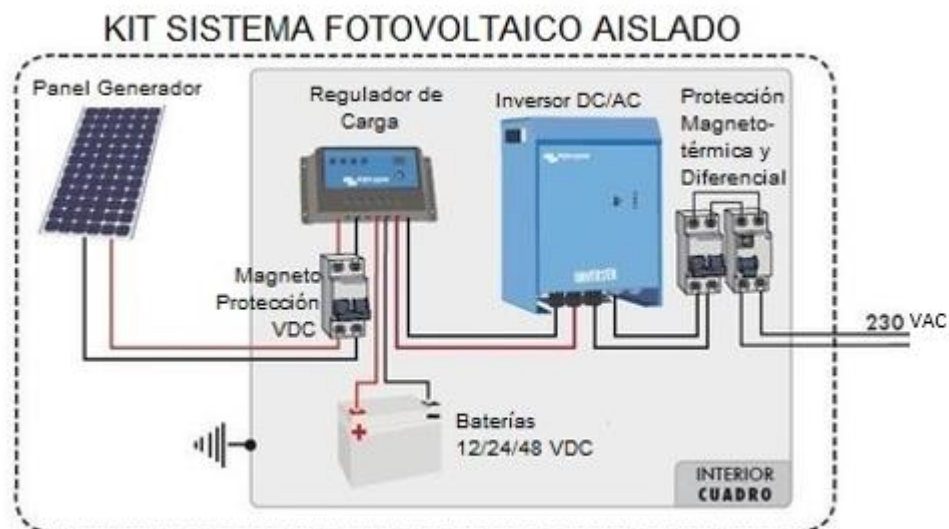
Una vez calculado el sistema de energía solar fotovoltaica se procede a resumir en la Tabla 3 los componentes a utilizar para el sistema y la ilustración en la imagen 9 de.

Tabla 3. Resumen equipos sistema solar fotovoltaico

Consumo medio energetico (W)	Potencia Generada (W)	Potencia Panel (W)	N° Paneles Blue Solar	N° Baterías AGM 12V - 300 A	Regulador Blue Solar PWM	Inversor (W)
1326.48	342.58	440	1	2	20 A	600

Fuente: Autores

Imagen 9. Kit Sistema Fotovoltaico Aislado



Fuente: Blog ingemecanica

6.3 CALCULO PERDIDAS DE ENERGÍA SISTEMA DE RIEGO

La ecuación general de la energía es una extensión de la ecuación de Bernoulli, lo que posibilita resolver problemas en los que hay pérdida y ganancia de energía³⁰.

Para este problema en especial se asume que el terreno donde se va a implementar el sistema de riego es totalmente plano, pues así facilita la construcción de la ecuación para conocer la cabeza que debería tener la bomba a utilizar.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + h_1 + H_B - H_L = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_2$$

Se asume que $V_1=0$, $P_1=0$, $V_2=0$, $P_2=0$ y que la diferencia de alturas es cero ya que se asumió que el cultivo es en un terreno plano

$$H_B = H_L \rightarrow H_B = H_{pm} + H_{pM}$$

Para realizar el cálculo de las pérdidas se necesitan las propiedades del agua del municipio de Caparrapí a la temperatura ambiente, las dimensiones de la manguera, la velocidad del agua, la gravedad y la rugosidad.

Tabla 4. Propiedades del agua 20 °C

Propiedades del agua 20°C (Tamb Caparrapi)		
Peso específico (Gamma)	9790	N/m ³
Densidad	998	kg/m ³
Viscosidad dinámica	1,02E-03	Pa*s
Viscosidad Cinemática	1,02E-06	m ² /s

Fuente: Autores

Para hallar las pérdidas mayores y menores se necesita hallar el área de la manguera, el caudal, la rugosidad relativa, el número de Reynolds, pérdidas por fricción, siguiendo las siguientes ecuaciones:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

³⁰ MOTT L, Robert. Mecánica de Fluidos. Ed7. Prentice Hall. 647p.

$$A = \frac{\pi(0.0508 \text{ m})^2}{4} \rightarrow A = 0.002027 \text{ m}^2$$

Para el cálculo del caudal, la velocidad se toma como 1.5 m/s teniendo en cuenta que el fluido que se utiliza en el sistema es agua.

$$Q = V * A$$

$$Q = 1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.002027 \text{ m}^2 \rightarrow Q = 0.00304 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$E_r = \frac{D}{e}$$

$$E_r = \frac{0.058 \text{ m}}{3 \times 10^{-7} \text{ m}} \rightarrow E_r = 1.69 \times 10^5$$

$$Re = \frac{V * D * \rho}{\mu}$$

$$Re = \frac{1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.0508 \text{ m} * 998 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}{0.00102 \text{ Pa} * \text{s}} \rightarrow Re = 85123.5$$

$$F = \frac{0.25}{\log \left(\frac{1}{3.7 * \frac{D}{e}} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right)^2}$$

$$F = \frac{0.25}{\log \left(\frac{1}{3.7 * 193333.33} + \frac{5.74}{85123.52^{0.9}} \right)^2} \rightarrow F = 0.012$$

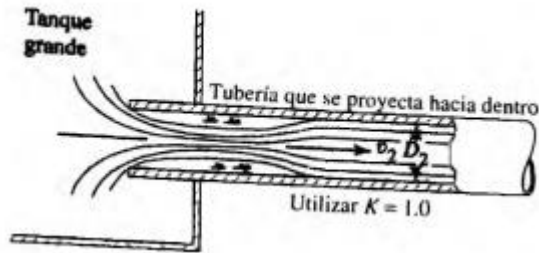
Para calcular las pérdidas mayores de energía debido a la fricción en el flujo laminar utilizaremos la ecuación de Darcy, la cual es:

$$H_{pM} = F * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

$$H_{pM} = 0.012 * \frac{180m}{0.0508m} * \frac{1.5 \frac{m^2}{s^2}}{19.62 \frac{m}{s^2}} \rightarrow H_{pM} = 4.67m$$

Para calcular las perdidas menores se necesita calcular la pérdida del tanque y las pérdidas de las conexiones en T. Al realizar las pérdidas en el tanque se utilizó un coeficiente de resistencia de 1 como se puede ver en la imagen.

Imagen 10. Perdidas a la salida del tanque



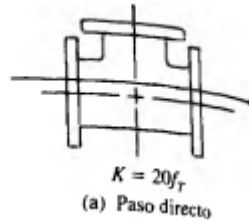
Fuente: Mecánica de fluidos Robert Mott 6ta edición

$$H_t = K_t * \frac{V^2}{2g}$$

$$H_t = 1 * \frac{\left(1.5 \frac{m}{s}\right)^2}{19.62 \frac{m}{s^2}} \rightarrow H_t = 0.1146 m$$

Al realizar las pérdidas en la conexión en T se utilizó un coeficiente de resistencia de 20*F como se puede ver en la imagen 2.

Imagen 11. Perdidas tee



Fuente: Mecánica de fluidos Robert Mott 6ta edición

$$K_{Tee} = F * 20$$

$$K_T = 0.012 * 20 \rightarrow K_T = 0.24$$

$$H_{Tee} = K_T * \frac{V^2}{2g}$$

$$H_{Tee} = 0.24 * \frac{\left(1.5 \frac{m}{s}\right)^2}{19.62 \frac{m}{s^2}} \rightarrow H_T = 0.0275 m * 30 = 0.826 m$$

$$H_{PT} = H_{PM} + H_t + H_{Tee}$$

$$H_{PT} = 4.67 m + 0.1146 m + 0.826 m = 5.6173$$

A las perdidas debemos darle un factor de corrección para que el sistema funcione sin complicaciones con el tiempo pues esas se gastan y se ensucian. El factor para este caso es de 20%

$$H_{PT} = 5.6173 * 1.2 = 6.74 m$$

Para conocer la presión que maneja el sistema se calcula.

$$P_s = H_{PT} * \gamma_{agua}$$

$$P_s = 6.74 m * 9790 \frac{N}{m^3} = 65991 Pa \approx 9.57 psi$$

6.4 IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE CONTROL

Con el fin de demostrar el funcionamiento del sistema de riego automatizado se realizó un prototipo utilizando los materiales que se evidencian en la Tabla N° 5. Los costos para este prototipo fueron de \$708.100

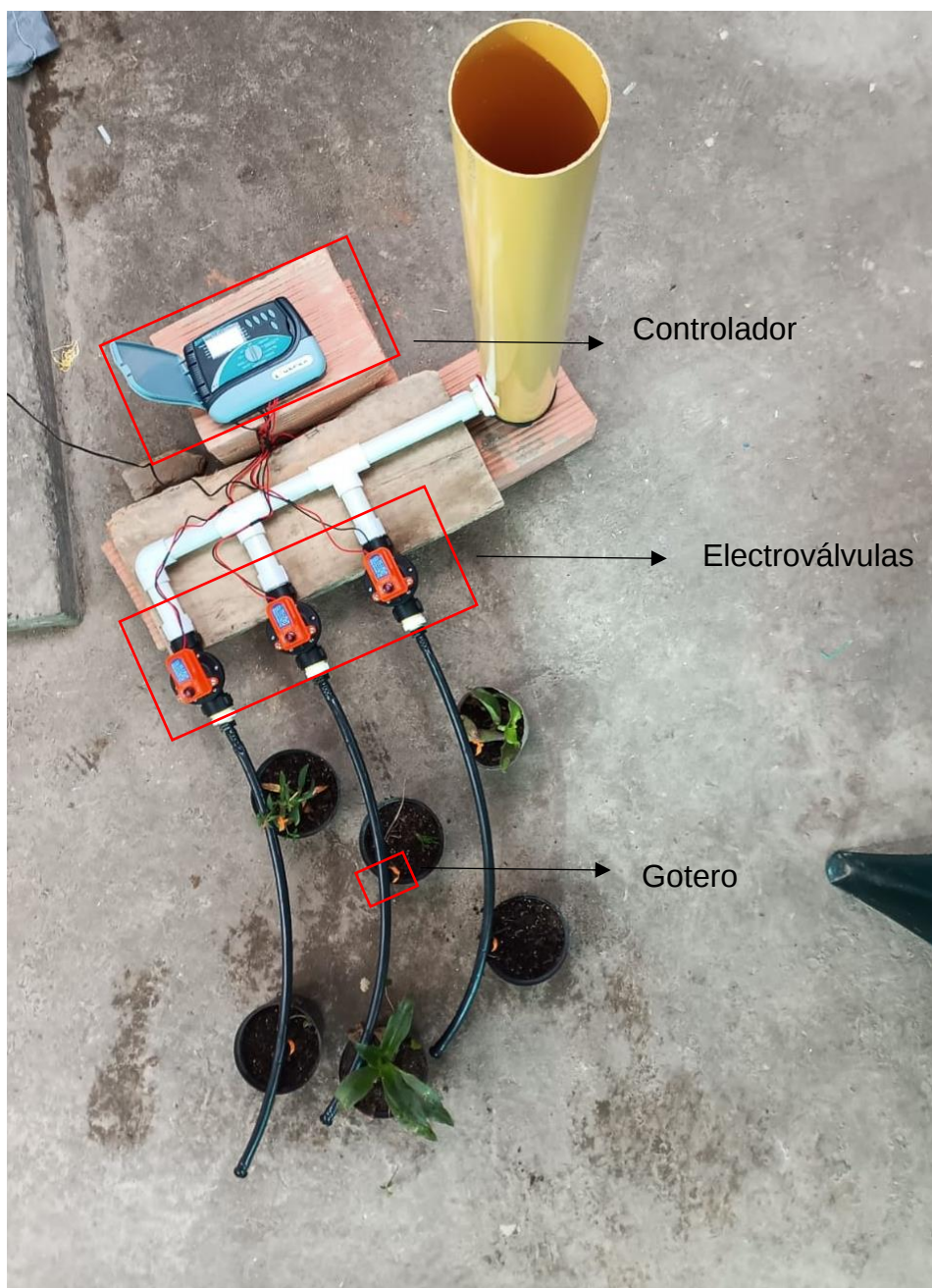
Tabla 5. Equipos y Materiales de Prototipo

EQUIPOS Y MATERIALES DE PROTOTIPO				
Recursos	Nombre	Cant	Precio Unt	Precio Total
Material	Electroválvula	3	\$ 130.000,00	\$ 390.000,00
Material	Controlador	1	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00
Material	Tee pvc	2	\$ 2.500,00	\$ 5.000,00
Material	Codo 90° pvc	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
Material	Adaptador macho pvc	4	\$ 1.500,00	\$ 6.000,00
Material	Reducción de 1" - 5/8" pvc	3	\$ 1.500,00	\$ 4.500,00
Material	Adaptadores de manguera 16 mm	3	\$ 700,00	\$ 2.100,00
Material	Tubo 1" pvc	1	\$ 6.000,00	\$ 6.000,00
Material	Tapón de 16 mm	3	\$ 1.500,00	\$ 4.500,00
Material	Manguera 16 mm (metro)	3	\$ 400,00	\$ 1.200,00
Material	Gotero 8 l/h	6	\$ 300,00	\$ 1.800,00
Material	Flanche pvc	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
Material	Tubo pvc 4"	1	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00
Material	Cinta teflón	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
Material	Soldadura	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
Material	Limpiador	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
Material	Tapón pvc	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
Material	Pila 9 V	1	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00
TOTAL				\$ 708.100,00

Fuente: Autores

En la imagen N° 12 se puede observar a detalle el prototipo. El tubo amarillo de 4" esta representando lo que seria el tanque de almacenamiento del sistema, que estará conectado al árbol de válvulas las cuales suministrarán al sistema agua por medio de un controlador que indica la hora y el tiempo en que estas estén activas, para el caso de esta demostración se encienden tres válvulas que tendrán tiempo de activación de un minuto de forma sucesiva empezando desde la primera a la izquierda del tanque hasta la tercera, observar el siguiente video <https://www.youtube.com/watch?v=UxA-1yVGTsE&feature=share>

Imagen 12. Prototipo a escala



Fuente: Autores

6.4.1 Controlador

El controlador para utilizar en el presente trabajo de grado es un Cepex CRC006 el cual tiene la capacidad de manejar 6 electroválvulas al mismo tiempo, la conexión que se evidencia en la imagen en el primer cuadrante es de la alimentación a 120 V y seguidamente del negativo denominado como COM y el positivo denominado como V1, V2 y V3 de las tres válvulas que se utilizaron, Imagen N° 13

Imagen 13. Controlador Cepex CRC006



Fuente: Autores

6.4.2 Electroválvulas

Como se puede evidenciar en la Imagen N° 14 estas electroválvulas traen tres disposiciones para su funcionamiento la que se utilizo en el prototipo fue “Auto” que nos ayuda a programar a través de controlado ya antes mencionado el momento en que el contacto abre y cierra, la disposición “Open” ayuda a que estas abran su contacto para permitir el paso del fluido sin ningún tipo de energía y por último la disposición “Close” la cual hace que el contacto siempre permanezca cerrado.

Imagen 14. Electroválvula



Fuente: Autores

7. COSTOS

Este presupuesto es el estimado de los gastos en los que puede incurrir este proyecto.

Tabla 6. Equipos y materiales

EQUIPOS Y MATERIALES				
Recursos	Nombre	Cant	Precio Unt	Precio Total
Material	Valvula solunoide de 2 in Rain Bird serie HV	1	\$ 370.000,00	\$ 370.000,00
Material	Control central Rain Bird ESP-TM2 para valvulas solenoides	1	\$ 400.000,00	\$ 400.000,00
Material	Tanque 2000 L	1	\$ 1.142.900,00	\$ 1.142.900,00
Material	Accesorios tanque	1	\$ 40.300,00	\$ 40.300,00
Material	Filtro	1	\$ 120.000,00	\$ 120.000,00
Material	Manguera 2"	2	\$ 665.397,00	\$ 1.330.794,00
Material	Manguera 16 mm	2	\$ 89.250,00	\$ 178.500,00
Material	Manguera 5 mm	3	\$ 60.000,00	\$ 180.000,00
Material	Tee omega	30	\$ 19.000,00	\$ 570.000,00
Material	Tee de apriete	250	\$ 950,00	\$ 237.500,00
Material	Gotero	250	\$ 535,00	\$ 133.750,00
Material	Panel solar Bistar TP7F60M	1	\$ 930.000,00	\$ 930.000,00
Material	Baterias Tensite AGM DC 12-300	2	\$ 2.100.000,00	\$ 4.200.000,00
Material	Inversor Onda Pura 600W 12V Belttt	1	\$ 580.000,00	\$ 580.000,00
Material	Regulador BlueSolar PWM light 12/24 V	1	\$ 700.000,00	\$ 700.000,00
Material	Cable # 12 (m)	10	\$ 4.000,00	\$ 40.000,00
Material	Terminales en y para cable #12	4	\$ 2.000,00	\$ 8.000,00
Material	Cinta negra para cable	1	\$ 4.700,00	\$ 4.700,00
Servicios	Estudio de suelos	1	\$ 115.000,00	\$ 115.000,00
Software	Inventor para diseño a detalle del sistema de riego de automatizacion	1	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
Hardware	Equipo mediante el cual se realiza el diseño del sistema	1	\$ 2.200.000,00	\$ 2.200.000,00
Internet	Fuente de navegacion y de busqueda de informacion	1	\$ 120.000,00	\$ 120.000,00
Papeleria	Material usado para impresiones de libros y documentos	1	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
Total				\$ 15.651.444,00

Fuente: Autores

Tabla 7. Recursos humanos.

RECURSOS HUMANOS			
Investigador	Profesión	Dedicación (horas)	Valor Semestre
Cristian Javier Enciso Martinez	Estudiante de pregrado Ing.Mecanica	50	\$ 7.008.400,00
Marco Estiven Chacon Olaya	Estudiante de pregrado Ing.Mecanica	50	\$ 7.008.400,00
Jesus David Villareal Lopez	Ing. Mecanico	5	\$ 7.008.401,00
Total			\$ 21.025.201,00

Fuente: Autores

Tabla 8. Otros conceptos

OTROS CONCEPTOS		
Concepto	Justificación	Valor
Imprevistos	Dinero usado exclusivamente para necesidades imprevistas, como reparación de equipos etc.	\$ 1.000.000,00

Fuente: Autores

Tabla 9. Total proyecto

TOTAL PROYECTO	
Concepto	Valor
Equipos y materiales	\$ 15.651.444,00
Recursos humanos	\$ 21.025.201,00
Otros	\$ 1.000.000,00
Total del proyecto	\$ 37.676.645,00

Fuente: Autores

CONCLUSIONES

- Al realizar el estudio de suelos se evidencia que las propiedades son óptimas y cumplen a cabalidad con los nutrientes que se necesitan para un cultivo de aguacate, ya que es un terreno ligero debido a que el contenido de materia orgánica que se muestra es de 4.8 g/100g cuya interpretación es nivel medio, esto debido a que años anteriores el terreno en donde hoy se está cultivando permanecía ganado bobino. Así mismo debido a la geografía del terreno el drenaje del agua es beneficioso ya que los encharcamientos no son muy comunes evitando así proliferación de plagas en las raíces de los palos de aguacate. Por último, uno de los factores más importantes para el cultivo es el nivel de acidez que existe en la tierra que para el cultivo debe de estar entre 5,5 a 7 unidades de pH y según el estudio realizado por Agrosavia es de 5.74 pH.

No obstante, se consultó a un ingeniero agrónomo sobre que fertilizantes y fungicidas se pueden emplear en el cultivo para que este tenga un rendimiento óptimo y libre de plagas, por lo que nos recomendó los siguientes productos.

- Oxicloruro de cobre
- Engeo 247 ZC
- Cintas para polillas
- Fertilizantes orgánicos

El oxicloruro de cobre es un fungicida/bactericida, el engeo 247 ZC es un acaricida y las cintas para polillas como su nombre lo indica atrapa plagas actuando como control físico y no químico así evitando daños al medio ambiente. Lo que se quiso mejorar con el estudio de las variables edafológicas es que el cultivo de aguacate creciera de manera mas segura evitando que plagas o agentes externos al mismo lo dañaran acá se puede ver un antes y después con diferencia de 4 meses de como con la correcta implementación de esto se puede optimizar el cultivo.

En la imagen N°15 se puede observar como el árbol está caído y con pocas hojas, y en la imagen N° 16 ya se puede observar el cambio que tuvo al implementar los consejos del agrónomo.

Imagen 15. Cultivo antes de la implementación del estudio de suelos



Fuente: Autores

Imagen 16. Cultivo después de la implementación del estudio de suelos



Fuente: Autores

Cabe recalcar que el cultivo tenía 2 años de sembrado por lo que aun no ha dado su primera cosecha y debido a esto no podemos comparar la producción.

- Al dimensionar el sistema solar fotovoltaico se evidencia que se necesita generar poca energía para suplir el sistema de riego, pues solo es necesario 1326 W de energía que es lo que se consumiría diariamente, a lo que se utiliza un panel solar de 440 V para poder alimentar el sistema. La información recopilada con el software de la Nasa indica que para que el sistema funcione de manera adecuada se necesitara contar con baterías para tener tres días de autonomía las cuales serán 2 baterías de 12 vasos de 24 V OPzV que no necesitan tener mantenimiento periódico y el costo beneficio para dicho trabajo es el adecuado. Sin embargo, el costo de este sistema aislado es muy elevado debido a que la electroválvula y el controlador necesitan estar constantemente energizadas para que cumplan su función a cabalidad.
- El cálculo de pérdidas de energía se realiza asumiendo que el sistema es plano para tener mayor facilidad a la hora de ejecutar los cálculos. La velocidad que se va a manejar es de 1,5 m/s en una tubería principal de

diámetro 0,0508 m y longitud de 180 m que se divide en 30 surcos. Al calcular las pérdidas por fricción se tiene que el sistema pierde 5,61 m esto en condiciones ideales si las mangueras fueran nuevas, por tal motivo se le da un factor de corrección del 20% por lo que las pérdidas serían de 6,74 m, lo que quiere decir que el tanque de agua debe estar a esta altura para que el sistema funcione correctamente por gravedad, por lo que no es problema debido a que el tanque se encuentra a una altura de 103,6 m respecto al punto más bajo del cultivo.

Conociendo que el sistema tendrá pérdidas por 6,74 m se calcula que este trabaja a una presión de 9,57 psi al punto más lejano del tanque y si se quisiera calcular la cabeza de la bomba que se necesita para un sistema plano esta sería de 200 W.

Una vez se concreta que el sistema funciona sin necesidad de utilizar una bomba se dimensiona los insumos necesarios que conformarían el sistema de riego disponible en los anexos.

El prototipo nos ayuda evidenciar más a detalle como es el funcionamiento del sistema en general ya que tenemos tres electroválvulas que alimentan el sistema se le dará una mayor autonomía sin necesidad de estar 24/7 controlando cuándo y cómo se va a regar el terreno, esto ayudara a mejorar la calidad del producto debido a que contar con un sistema de riego adecuado es esencial para optimizar la producción agrícola, ahorrar agua y mejorar la eficiencia en el manejo de los cultivos. Estos sistemas permiten una gestión más precisa y sostenible del recurso hídrico, lo que resulta beneficioso para los agricultores.

BIBLIOGRAFIA

MONTOYA Cesar, ARIAS Francisco y VELÁSQUEZ Oscar, “Dinámica del mercado mundial de aguacate”. {En línea}. {29. de junio 2023} disponible en: <https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/994/1442>.

GALLO Yuliana, SUAREZ Mateo, Crecimiento del aguacate en Colombia: Un análisis externo de factores y variables, Rionegro, 2020, 39p. Trabajo de grado (Administradores de Empresas). Universidad Católica de Oriente. Facultad Administración de Empresas.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, “Cadena productiva Aguacate - Cifras sectoriales”. {En línea}. {23 de septiembre de 2001} disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2020-12-31> Cifras Sectoriales.pdf

D. E. L. Aguacate, “Campaña Manejo Fitosanitario Del Aguacate Manejo Integrado De Los Barrenadores Del Hueso Y De Ramas.” {En línea}. {29 de septiembre de 2021} disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Normatividad/Manual%20Tecnico%20Pasadores%20-%20Heilipus.pdf>

ASTUDILLO Camilo, RODRIGUEZ Pablo, Parámetros Físicoquímicos del Aguacate Persea Americana Mill. cv. Hass (Lauraceae) producido en Antioquia (Colombia) para exportación. En: Scielo. Vol 19 No 2 (Mar. 2018) p. 3

GRANADOS William, VALENCIA Jenny, “Cadena de Aguacate Indicadores e instrumentos”. {En línea}. {29 de septiembre de 2023} disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2018-07-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Intagri, “Sistema de Riego por Goteo | Intagri S.C.”, {En línea}. {29 de septiembre de 2021} disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/sistema-de-riego-por-goteo>

VALENCIA Yenier, SEPULVEDA Yulian, “Implementación de sensores en los sistemas de riego automatizado”. {En línea}. {28 de septiembre de 2023} disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/3417>

BERMEO Helga, Prospectiva para la Innovación en la Agrocadena del Aguacate en el Tolima, Universidad de Ibagué, Ibagué, No 67

Universidad de Buenos Aires. Catedra de Edafología. {En línea}. {27 de Septiembre de 2021} disponible en: <https://www.agro.uba.ar/catedras/edafologia>

LIOTTA Mario. Riego por goteo. San Juan. 2015. 29p

IZAGUIRRE CASTELLANOS. Eduardo. Sistemas de Automatización. Santa Clara: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba, 2012

ZAMORA Juan, CRISTANCHO Fernando. “La humedad en las propiedades físicas del suelo”. {En línea}. {1 octubre de 2021} disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14683883/la-humedad-en-las-propiedades-fisicas-del-suelo-grupo-de-fisica->

EBEL María, NESTEL Debra. Sensores para la Técnica de Procesos y Manipulación. 336p. 1993.

Ministerio de Industria, Energía y Minería de Uruguay. Fuentes de energía renovables. {En línea}. {28 de junio de 2023} disponible en: <http://www.energiasolar.gub.uy/index.php/aula-didactica/que-es-la-energia/fuentes-de-energia-renovables>

Ibal. Fotovoltaica. {En línea}. {29 de junio de 2023} disponible en: <https://acortar.link/OsQJOM>

IDEAM. “Radiación solar”. {En línea}. {5 de octubre de 2021} disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar-ultravioleta>

CEPEDA Juan. Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones. Bogotá, 2017. Trabajo de grado (Título de ingeniero mecánico). Universidad Santo Tomas. Facultad de ingeniería mecánica

TOBAJAS Carlos. Energía Solar Fotovoltaica. No 2, Ceysa 2005. 169p

DIAZ ORTIZ Jaime. Riego por Gravedad. Cali: 2006. Programa editorial Universidad del Valle

GALDIANO HERNÁNDEZ Marta. Instalador / Mantenedor de Riego por Goteo. 2010. ICB Editores

TARJUELO Martin. El Riego por Aspersión y su Tecnología. 2005. Mundi Prensa

BENAVIDES Orlando. Evolución del Riego por Goteo en Colombia. Bogotá, 1981, 13p. Seminario Latinoamericano Sobre Riego por Goteo y riego Localizado.

Quimagro. “La importancia de realizar un análisis de suelo”. {En línea}. {13 de mayo de 2023} disponible en: <https://acortar.link/q5Ky7K>

Intagri. “Requerimiento de Clima y Suelo en el Cultivo de Aguacate”. {En línea}. {13 de mayo de 2023} disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/frutales/requerimientos-de-clima-y-suelo-en-el-cultivo-de-aguacate>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Planeación Nacional Agrícola 2017-2030

Asociación Municipal de Colonos del Pato – AMCOP, Informe de Cálculos para Sistema Solar Fotovoltaico. Vereda Mirallave, San Vicente del Caguán.

PLANAS, Oriol. “¿Qué es un inversor de corriente? Funcionamiento y usos”. {En línea}. {13 de mayo de 2023} disponible en: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/inversor-corriente>

Tu Tienda Energética. “Baterías Estacionarias: Diferencias entre Opzs y Opzv”. {En línea} {13 de mayo de 2023} disponible en: <https://www.tutiendaenergetica.es/blog/baterias-estacionarias-diferencias-entre-opzs.html>



BISTAR

TP7F60M
TP7F60M(H) **120-cell**

440 - 460W

10BB Half-cut Mono Perc



SYSTEM & PRODUCT CERTIFICATES

- IEC 61215 / IEC 61730 / UL 61703
- ISO 9001: 2015 Quality Management System
- ISO 14001: 2015 Environment Management System
- ISO 45001: 2018 Occupational Health and Safety Management Systems

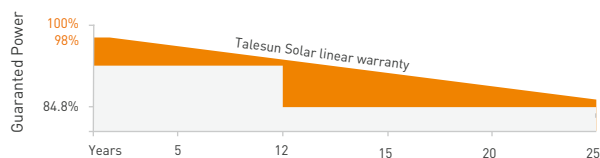


PERFORMANCE WARRANTY



Linear Performance Warranty

Standard Performance Warranty



KEY FEATURES



10BB Half-cut Cell Technology

New circuit design, lower internal current, lower R_s loss
Ga doped wafer, attenuation $< 2\%$ (1st year) / $\leq 0.55\%$ (Linear)



Significantly Lower the Risk of Hot Spot

Special circuit design with much lower hot spot temperature



Lower LCOE

2% more power generation, lower LCOE



Excellent Anti-PID Performance

2 times of industry standard Anti-PID test



IP68 Junction Box

High waterproof level

www.talesun.com

marketing.hq@talesun.com

* GL-EN-Version 2022.03.01

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Testing Condition	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT
Maximum Power (Pmax/W)	440	328	445	332	450	336	455	339	460	343
Operating Voltage (Vmpp/V)	34.35	32.1	34.53	32.2	34.70	32.4	34.87	32.6	35.04	32.7
Operating Current (Impp/A)	12.81	10.23	12.89	10.30	12.97	10.36	13.05	10.42	13.13	10.49
Open-Circuit Voltage (Voc/V)	40.99	38.6	41.16	38.7	41.33	38.9	41.50	39.1	41.67	39.2
Short-Circuit Current (Isc/A)	13.69	11.04	13.78	11.11	13.86	11.17	13.94	11.24	14.02	11.30
Module Efficiency (%)	20.30		20.60		20.80		21.10		21.30	

STC: Irradiance 1000W/m², Spectra at AM1.5, Module Temperature 25 °C, Power output tolerance: 0~+5W, Test uncertainty for Pmax: ±3%
 NMOT: Irradiance 800W/m², Spectra at AM1.5, Ambient Temperature 20 °C, Wind speed 1m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Solar Cell	Monocrystalline 182*182mm
No. of Cells	120 {6*20}
Module Dimensions	1908*1134*35mm {75.12*44.65*1.38inches}
Weight	24.3kg {53.6lbs.}
Front Glass	3.2mm AR Coating Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68, 3 Bypass Diodes
Output Cables	4mm² (IEC), 12AWG(UL) 300mm in Length or Customized Length
Connectors	T01/LJQ-3-CSY/MC4/MC4-EV02

APPLICATION CONDITIONS

Maximun System Voltage	1000V/1500V/DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximun Series Fuse	25A
Safety Protection Class	Class II
Mechanical Load (Front side)	5400Pa
Mechanical Load (Back side)	2400Pa

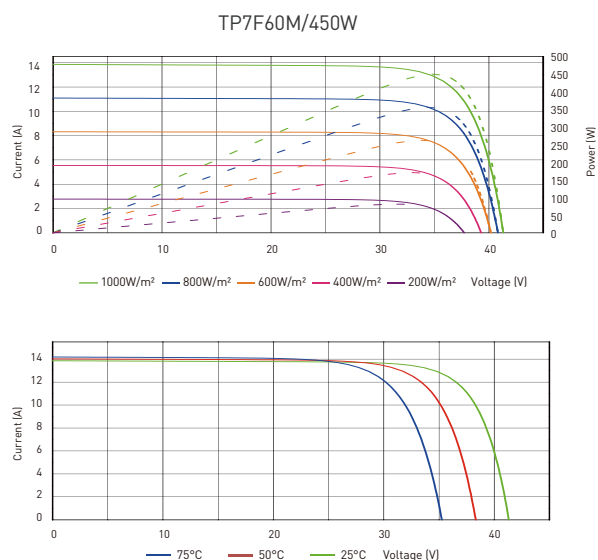
TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Temperature Coefficient of Pmax	-0.35%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.26%/°C
Temperature Coefficient of Isc	+0.048%/°C
Nominal Module Operating Temperature(NMOT)	43±2°C

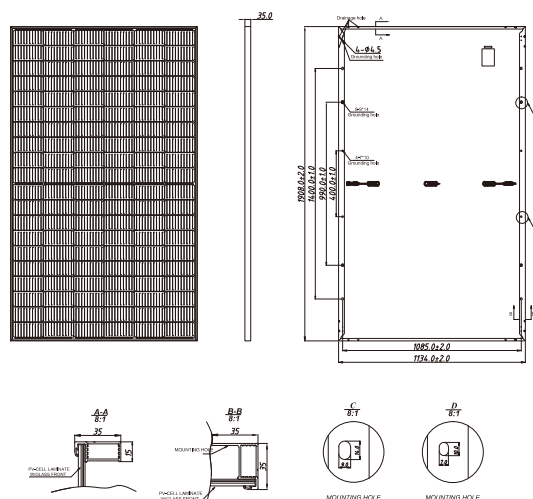
PACKING CONFIGURATION

Pieces Per Pallet	31	31(USA)
Pieces Per Container(40'HQ)	744	744

I-V CURVE



TECHNICAL DRAWINGS



The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to ongoing innovation, R&D enhancement, Suzhou Talesun Solar Technologies Co., Ltd. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.



CHARACTERISTICS



Compact size ideal for any type of use.

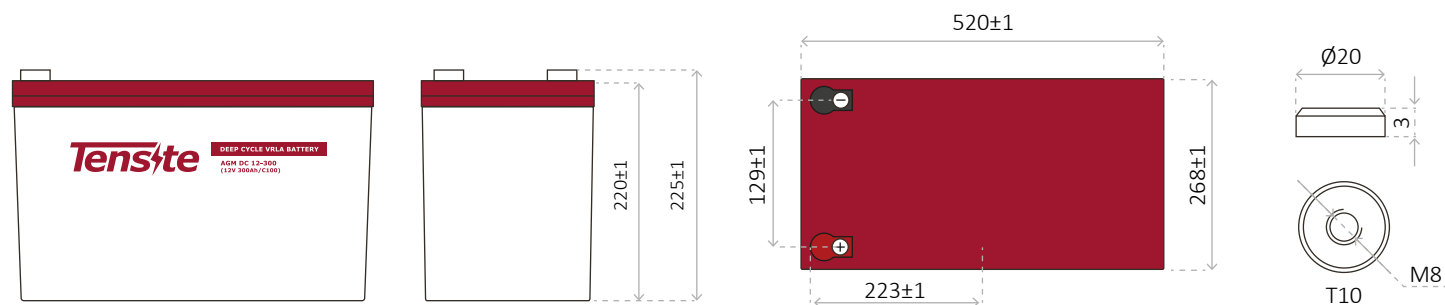


Great performance due to its Deep Cycle technology.



Perfect to use as accumulator in photovoltaic installations.

DIMENSIONS



AGM DEEP CYCLE BATTERY

12V 300 AH

DEEP CYCLE SERIES BATTERY

DC series VRLA batteries are superior Deep Cycle design with thick plates, high-density active materials and slightly stronger electrolyte, which can withstand repeated deep cyclic applications. Deep Cycle series batteries are the special design batteries with 10 years floating design life at 25°C. Meet with IEC, BS,JIS and Eurobat standard, UL(MH62092), CE approved.



APPLICATION

- Emergency Power System
- Communication equipment
- Telecommunication systems
- Uninterruptible power supplies
- Power tools
- Marine equipment
- Medical equipment
- Solar and wind power system

GENERAL FEATURES

- Safety Sealing
- Non-spillable construction
- High power density
- Excellent recovery from Deep discharge
- Thick plates and high active materials
- Longer life and low self-discharge design

TECHNICAL SPECIFICATIONS

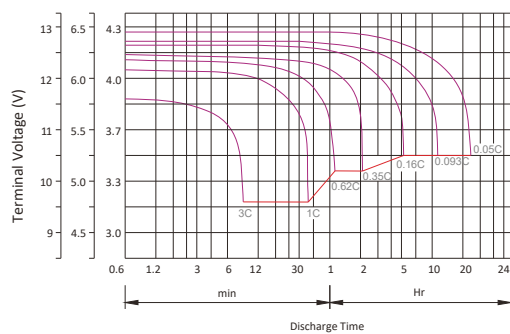
BATTERY MODEL	Nominal voltage		12V	
	Rated capacity (100 hour rate)		300Ah	
	Cells Per battery		6	
DIMENSION	Length	Width	Height	Total Height
	520 mm	268 mm	220 mm	225 mm
APPROX. WEIGHT	66.0 kg ± 3%			
CAPACITY @ 25°C	10 hour rate (25A, 10.8V)	5 hour rate (40A, 10.5V)	3 hour rate (62.5A, 10.2V)	1 hour rate (150A, 9.6V)
	250 Ah	222 Ah	196.2 Ah	150 Ah
MAX. DISCHARGE CURRENT	2500 A (5 sec.)			
INTERNAL RESISTANCE	Full charged Vat 25°C: Approx. 2.0mΩ			
CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR)	40°C	25°C	0°C	-15°C
	102%	100%	85%	65%
SELF DISCHARGE @25°C	After 3 months storage		After 6 months storage	After 12 months storage
	91%		82%	64%
CHARGE METHOD @25°C	Cycle Use		Float Use	
	14.1-14.4V (Initial charging current less than 75A)		13.50-13.80V	
CONSTRUCTION	Container	Electrolyte	Separator	Positive
	BS (UL94-HB) / Flame retardant ABS (UL94-V0)	Sulfuric acid	Fiber glass	Lead dioxide
			Negative	Safety valve
			Lead	EPDR
				Terminal
				Copper

BATTERY DISCHARGE TABLE

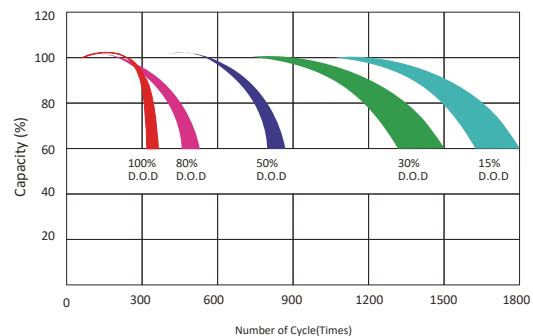
CONSTANT CURRENT (AMP) AND CONSTANT POWER (WATT) DISCHARGE TABLE AT 25 °C

F.V / TIME	5 min	10 min	15 min	30 min	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	5 hr	8 hr	10 hr	20 hr
9.60	A	801.0	528.0	435.0	285.0	150.0	92.5	65.9	55.0	44.98	31.85	13.97
	W	8264.0	5634.0	5037.3	3065.0	1795.0	1111.0	791.4	623.0	540.00	382.41	167.67
10.20	A	776.0	476.0	402.2	248.8	147.8	91.8	65.4	50.8	44.72	31.20	12.92
	W	8282.0	5315.0	4665.1	2975.6	1771.7	1104.0	786.8	637.0	538.10	376.36	155.44
10.50	A	750.0	426.0	385.2	255.0	145.5	91.2	65.0	48.0	44.49	31.18	13.75
	W	8193.0	4843.0	4473.2	2925.2	1750.0	1096.9	782.3	562.0	535.50	375.60	162.50
10.80	A	723.0	401.0	369.4	235.0	144.6	90.7	65.6	47.3	44.36	30.91	13.50
	W	8112.0	4627.0	3750.0	2723.0	1536.0	931.0	702.0	558.0	461.00	326.00	160.80
11.10	A	699.0	376.0	301.0	210.0	127.5	77.5	57.5	46.0	38.00	26.75	12.75
	W	7924.0	4354.0	3498.0	2457.0	1499.0	916.0	683.0	548.0	453.00	320.00	154.50

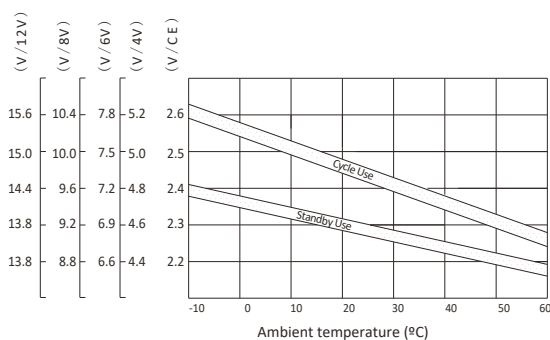
Discharge characteristic Curve



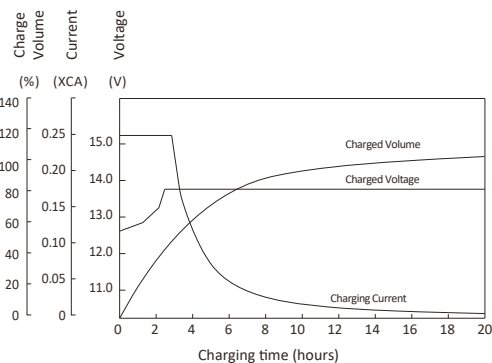
Cycle service life in relation to depth of discharge



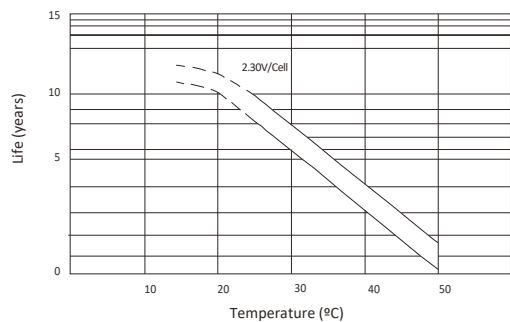
Relationship between charging voltage and temperature



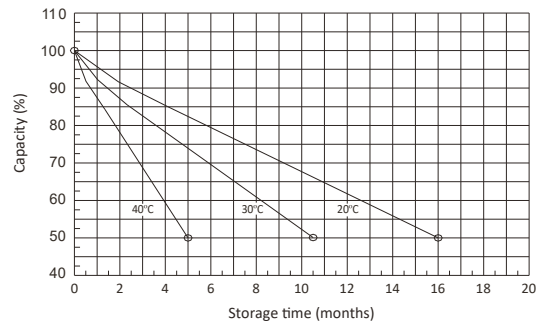
Constant voltage charging characteristic (0.25CA, at 25°C)



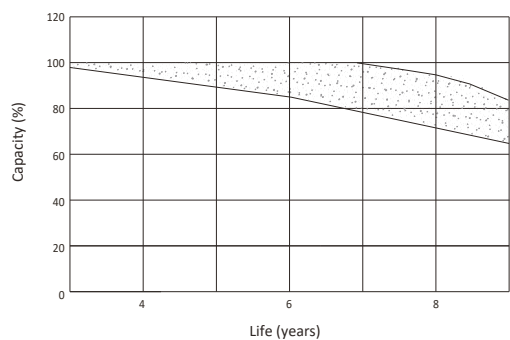
Temperature effects on float life



Self-discharge characteristic

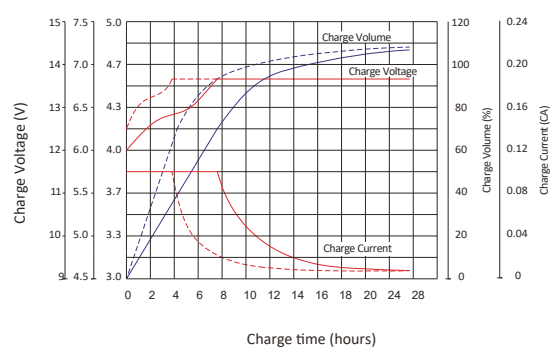


Life characteristics of standby use*



*Testing conditions:
Floating voltage 2.27 to 2.30V/Cell
Ambient temperature 25°C

Charge characteristic Curve for standby use**



**Discharge
100% (0.05CA 20h)
50% (0.05CA 10h)
Charge
Charge Voltage 2.275V/C
Charge Current 0.1CA
Temperature 25°C

Controladores de carga BlueSolar PWM Light 12/24V

www.victronenergy.com



BlueSolar PWM-Light 10 A

Características

- Función de desconexión de la salida de carga por baja tensión de la batería.
- Función de control de retroiluminación, un solo temporizador.
- Pantalla de dos dígitos y siete segmentos para un ajuste rápido y sencillo de la función de salida de carga, incluyendo el ajuste del temporizador.
- Carga de las baterías de tres etapas (inicial, absorción y flotación), no programable.
- Salida de carga protegida contra sobrecarga y cortocircuitos.
- Protegido contra la polaridad inversa de los paneles solares y/o de la batería.

Opciones de temporizador día/noche

Consulte el manual para más detalles.

Blue Solar PWM-Light	12/24-5	12/24-10	12/24-20	12/24-30
Tensión de la batería	12/24V con detección automática de la tensión de entrada			
Corriente de carga nominal	5 A	10 A	20 A	30 A
Desconexión automática de la carga	Sí			
Tensión solar máxima	28 V / 55 V (1)			
Autoconsumo	< 10 mA			
Salida de carga	Control manual + desconexión por baja tensión			
Protección	Inversión de la polaridad de la batería (fusible)	Cortocircuito de salida	Sobrettemperatura	
Protección contra sobrecarga	Desconexión tras 60 s en caso de alcanzar el 130% de carga			
	Desconexión tras 5 s en caso de alcanzar el 160% de carga			
	Desconexión inmediata en caso de cortocircuito			
Puesta a tierra	Positivo común			
Rango de temp. de trabajo	-20 a +50°C (carga completa)			
Humedad (sin condensación)	Máx. 95 %			
BATERÍA				
Tensión de carga de "absorción"	14,2 V/28,4 V			
Tensión de carga de "flotación"	13,8 V/27,6 V			
Desconexión de carga por baja tensión	11,2 V/22,4 V			
Reconexión de carga por baja tensión	12,6 V / 25,2 V (manual) 13,1 V / 26,2 V (automática)			
CARCASA				
Clase de protección	IP20			
Tamaño de los terminales	5 mm² / AWG10			
Peso	0,15 kg			0,2 kg
Dimensiones (al x an x p)	70 x 133 x 33,5 mm (2.8 x 5.3 x 1.3 pulgadas)			
ESTÁNDARES				
Seguridad	IEC 62109-1			
EMC	EN 61000-6-1, EN 61000-6-3, ISO 7637-2			
1) Usar paneles solares de 36 celdas para 12V Usar paneles solares de 72 celdas para 24 V o 2 de 36 celdas en conectados en serie		2) El controlador conmuta al nivel de tensión de flotación 2 horas después de alcanzada la tensión de absorción Siempre que la tensión de la batería cae por debajo de 13 V, se inicia un nuevo ciclo de carga.		

Product detail parameters

MODEL		BEP150S	BEP300A	BEP500SA	BEP600S	BEP800S
Output	Rated Power	150W	300W	500W	600W	800W
	Peak Power	300W	600W	1000W	1200W	1600W
	Frequency					
	WaveForm					
Input	Battery Voltage	12V / 24V (Optional)	12V / 24V / 48V(Optional)			
	Voltage Range	10-15V(12V) / 20-30V(24V) / 40-60V(48V)				
	No load Current	0.6A(12V) 0.3A(24V)	0.8A(12V) 0.6A(24V) 0.3A(48V)	0.8A(12V) 0.6A(24V) 0.3A(48V)	0.6A(12V) 0.3A(24V)	0.8A(12V) 0.6A(24V) 0.3A(48V)
	Efficiency	≥90%				
Battery input protection	Low Voltage Alarm	11(12V) / 21V(24V) / 42V(48V)				
	Battery low voltage protection	10V±0.5V(12V) / 20V±0.5V21V(24V) / 40V±0.5V(48V)				
	Battery high voltage protection	15V±0.5V(12V) / 30V±0.5V21V(24V) / 60V±0.5V(48V)				
	Battery reverse polarity protection	NO	YES	YES	YES	NO
Other protection		High temperature protection, Shortcircuit Protection, Overload Protection				
USB		5V / 500mA				
FAN		Smart fan,Automatic startup of high temperature and load				
Operating environment		Temperature 0℃~40℃@100%load, Humidity 20%~90%RH,No refrigeration				
Size(mm)		160*95*55	172*150*58	260*150*78	262*150*76	309*180*172
Weight(g)		530	910	1700	1800	3050

MODEL		BEP1000S	BEP1500S	BEP2000S	BEP3000S	BEP5000S	
Output	Rated Power	1000W	1500W	2000W	3000W	5000W	
	Peak Power	2000W	3000W	4000W	6000W	10000W	
	Frequency	50Hz / 60Hz(Optional)					
	WaveForm	Pure Sine Wave					
Input	Battery Voltage	12V / 24V / 48V(Optional)					12V / 24V (Optional)
	Voltage Range	10-15V(12V) / 20-30V(24V) / 40-60V(48V)					
	No load Current	0.8A(12V) 0.6A(24V) 0.3A(48V)	1.8A(12V) 1.0A(24V) 0.5A(48V)	3.0A(12V) 1.5A(24V) 0.8A(48V)	3.8A(12V) 2.0A(24V) 1.2A(48V)	2.5A(24V) 1.4A(48V)	
	Efficiency	≥90%					
	Low Voltage Alarm	11(12V) / 21V(24V) / 42V(48V)					
Battery input protection	Battery low voltage protection	10V±0.5V(12V) / 20V±0.5V(24V) / 40V±0.5V(48V)					
	Battery high voltage protection	15V±0.5V(12V) / 30V±0.5V(24V) / 60V±0.5V(48V)					
	Battery reverse polarity protection	NO					
	Other protection	High temperature protection, Shortcircuit Protection, Overload Protection					
USB		5V / 500mA					
FAN		Smart fan,Automatic startup of high temperature and load					
Operating environment		Temperature 0℃~40℃@100%load, Humidity 20%~90%RH,No refrigeration					
Size(mm)		367*150*76	452*150*142	454*180*142	529*180*142	585*180*167	
Weight(g)		2750	4000	4900	6020	8000	
Remarks : Please select the corresponding parameters according to the							

This series of pure sine wave inverter is suitable for:

Household appliances: TV, refrigerator, freezer, washing machine, air conditioner, power amplifier, induction cooker, electric fan, electric cooker Lamps and lanterns, AV equipment.....

Power tools: electric drills, pumps, cutting machines, motors, hand mills.....

Office equipment: computers, printers, copiers, fax machines, network equipment.....

On-board equipment : inverter can be connected to the car capacitor, suitable for all kinds of on-board appliances.



WARNING

To avoid harm to you and others, here are some of the following security considerations. Be sure to follow the meanings of the various flags. See the following.



Inflammable gas

- When connected to a battery, sparks are produced. Make sure there is no flammable gas before connecting.
- The battery will produce flammable gas when charging and discharging. It should be well ventilated and should not be stored in other places where it is flammable



No parallel with city power

- The output can not be paralleled with the power supply, it will damage the inverter and cause the danger of electric shock.



Minors are prohibited from using them

- Can not be used by minors, inverter output is high voltage, may lead to electric shock risk.



No disassembly or assembly

- Do not disassemble or modify the inverter without permission. Unauthorized removal or modification of the inverter may result in a safety accident such as a malfunction, fire or electric shock.



Bar contacts are prohibited

- Do not place bars or other metal objects at the opening or socket of the inverter. This may touch the internal parts and cause electric shock and inverter damage



Wet hands, do not touch

- Do not touch the body and plug with wet hands, which may cause electric shock and personal safety



Keep away from fire and high temperatures

- Fire and explosion can occur in inverter and battery when running in flame and high temperature region.



No throwing

- Bumping the inverter can cause damage and other safety hazards.



Medical equipment disabled

- This inverter has not been tested and can not be used in medical equipment



Please connect the ground wire.

- In order to ensure the safety of use, please connect the ground wire.



Moisture proof and waterproof

- Please pay attention to moisture proof and waterproof. The inverter may cause short circuit, fire and electric shock due to humidity or water inflow.



Please insert completely

- Please insert the load device plug into the inverter socket completely. If the plug is fully inserted at the end, it may lead to electric shock and overheating, and even cause a fire accident. Do not use damaged plugs, power outlets, electrical wires.

Product characteristics

- The inverter is equipped with perfect protection circuit. Provide safe automatic shutdown function, including overload protection, input high-low voltage protection, to prevent damage to your inverter;
- The inverter has advanced anti-interference technology, fully functional protection circuit and soft start circuit, convenient operation mode;
- modify the string wave output, inverter provides AC, USB output interface;
- instantaneous power up to 1000W, efficiency as high as 94%.

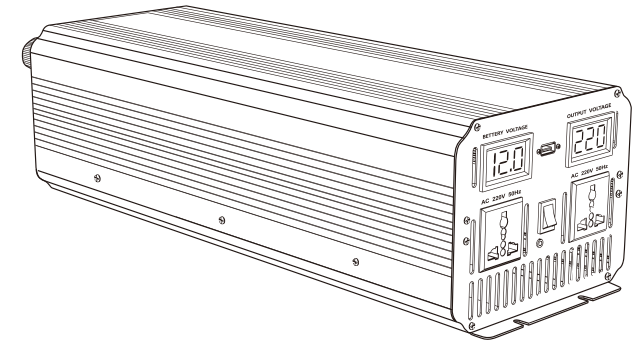
BELTTT®

Power Inverter

Solar Power Generation System

**BEP150S / BEP300A / BEP500SA
BEP600S / BEP800S / BEP1000S
BEP1500S / BEP2000S
BEP3000S / BEP5000S**

Pure Sine Wave Inverter Manual

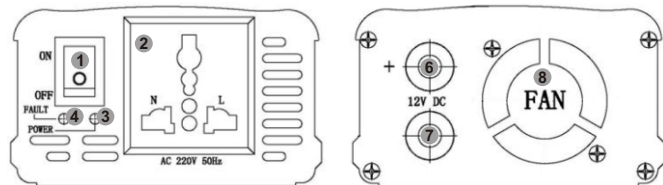


To ensure reliable service, the inverter must be used properly. Please read the instruction manual before use. Particular attention should be paid to the warning and attention of this brochure. Caution for certain conditions and practices that may cause damage to the inverter. Make clear warning statements about certain conditions and practices that may cause bodily harm. Please read all instructions before using the inverter.

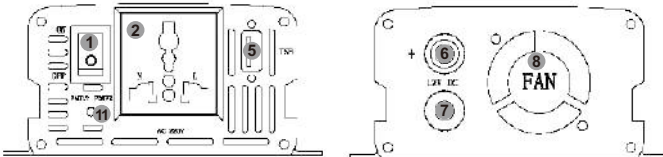
Please read this instruction manual carefully so that it can be used correctly. Remember to read the "safety precautions" section before you use it to make sure it's safe to use. After reading the instructions, please complete the warranty card for safekeeping, to keep on for reference.

Pure sine wave inverter front and rear panel diagram

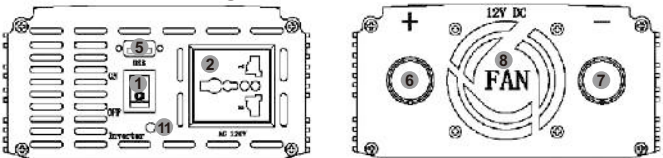
BEP150S Panel diagram



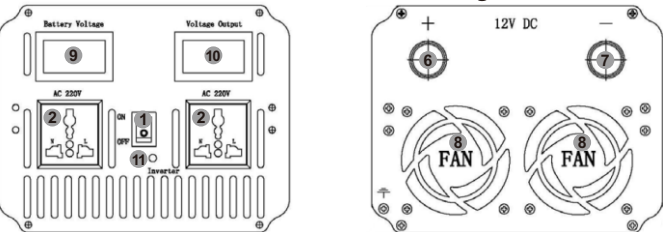
BEP300A/500SA Panel diagram



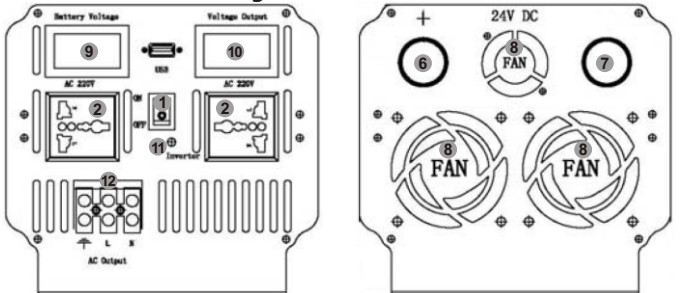
BEP1000S Panel diagram



BEP800S/1500S/2000S/3000S Panel diagram



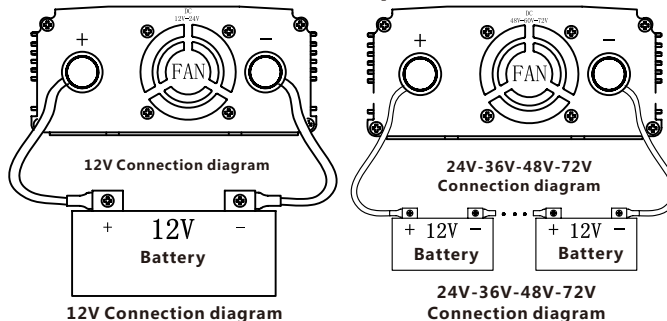
BEP5000S Panel diagram



1. Power switch
2. AC output socket
3. Power indicator
4. Status indicator
5. USB Interface
6. Positive (red)
7. Negative (black)
8. Cooling fan
9. Voltage input monitor
10. Voltage output monitor
11. Double color status indicator
12. AC output interface

The product panel is for reference only. Please refer to the actual product.

Install the connection step:



Refer to the above connection diagram

1. First turn off the power switch of the inverter.
2. Use a black DC cable to connect the negative terminal of the battery to the black terminal of the inverter.
3. Connect the positive terminal of the battery to the red terminal of the inverter with a red DC cable.
4. Plug the power supply plug of the power equipment into the output socket of the inverter.
5. Open the inverter power switch can be used.

Disassembly steps:

1. First turn off the power switch of the inverter ;
2. Pull out the power plug of the load.
3. Remove the red DC cable ;
4. Remove the black DC cable

For example, when the power of an AC load is 100W, the current supplied by the power supply must be $100/10=10A$. In the need of a larger current, you can use several batteries in parallel to use. The most important thing is to ensure that there is enough cross-sectional area of the connecting cable. This manual does not list all battery pack types. The battery's charging and battery configuration belong to another professional category.

Installation method



1. Wiring diagram is only for basic reference, please contact professional technical personnel for actual installation.
One or more batteries can be used in inverters. One or more batteries can be used in inverters. It's better to use 150AH or batteries with bigger capacity.

2. Since it may be necessary to connect the battery for these operations, make sure there is no flammable gas around before connecting.

Connect the inverter and the battery with the cables supplied with the inverter (excluding the high-power mode cable). The red cable is connected to the red terminal of the inverter input terminal and the positive terminal of the battery. The black cable is connected to the inverter input terminal black and battery negative. Please ensure that all cables are stable and reliable. Improper connection may result in overheating of the cable, damage to terminals and lugs. At the same time will cut down the battery power supply time. Turn the inverter mode to ON, if your battery is fully charged, the light of inverter will display green. The inverter is protected if the light displays red, so try to solve it before using. (Check whether the battery voltage is too high or too low, the inverter output is overload or short circuit) .

The power source for the 12V inverter can be used with a 12V battery or several 12V batteries in parallel to increase the battery's power supply time.

3. Inverter must be connected to the same nominal voltage of the battery, 12V inverter connected to the 12V battery, 24V inverter connected to the 24V battery
4. Before you plug in all your power devices, make sure all devices are shut down.
Turn on the inverter mode switch, the POWER on the edge of the LED emits green light, and then you can open your device one by one, if your device is not overloaded, now can work properly. If LED glows red, it's overloaded. You need to reduce load restart to work.

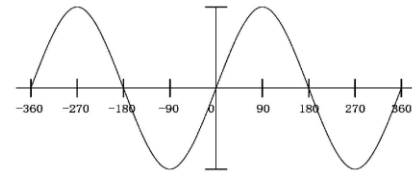
• In the installation of connecting cables should use a suitable cable, such as 220V output cable is too long or the wire cross-sectional area is too small, there will be a lot of power loss in the cable, the load side of the performance of small power, low voltage.
• Batteries and inverter connection cable is not standardized, the cable is too long, the cross-sectional area is too small, bad connection parts, will cause a lot of power loss. Performance for the lack of output power, the battery voltage is too low, short working hours, and even turn on the alarm does not work. At the same time the cable should be waterproof, dielectric strength must meet the requirements of the use of the environment.

Performance introduction

An inverter is a power supply that converts direct current (batteries, solar cells, wind turbines, etc.) into alternating current. Because of the high frequency inverter used in power conversion technology, ferrite transformer to replace the old bulky silicon steel transformer. This is why the inverter of our company is lighter weight and less bulky than other inverters that have similar rated power. When the inverter works in the inverter mode, the output waveform is modified sine wave. It is a practical wave which waveform characteristic is similar to pure sine wave. This waveform is most suitable for linear load and switching power supply of electronic equipment, such as light bulbs, rice cookers, energy saving lamps, etc.. It can also be applied to inductive loads, such as transformers, motors, etc.

The correct value of the modified sine wave for inverter output is 220V, which is the same as the standard home power supply. Most AC voltmeters (digital and analog) use sensitive averaged waveforms instead of RMS values.

Their calibration is set at RMS voltage, which is used to measure pure waves. Using them to measure the output voltage of the inverter, it is possible to detect a low voltage 20V-30V. In order to measure accurately, please use the voltmeter which can measure the effective value.



Using environment

In order to achieve the best use effect, please put the inverter in the surface of the smooth place, such as the ground, the floor of the car, or other solid surface. Let the inverter power line can be fixed easily. The working place should meet the following standards:

1. Do not allow the inverter to contact with water or other liquid to keep the inverter away from moisture or water.
2. In a cool environment, the temperature is 0 degrees (without condensation) to 40 degrees. Don't put the inverter next to the heating vents or other heating devices. Keep the inverter out of the sun as much as possible.
3. Keeping the ventilation and the absence of obstructions around it ensures that air is free to circulate. When the inverter is working, do not put something on the inverter. The inverter fan is used to help dissipate the heat.
4. Be careful not to use inverters near flammable materials or places where flammable gases can be gathered.
5. The battery not only provides a dc voltage of 11V to 15V, but also provides sufficient current to run the load. The power supply should be a good battery full of electricity. To estimate roughly the current required for a load, it can be estimated by dividing the power of the load by 10.

Rated current and actual use of equipment

The nominal current or power of most power tools, household appliances and video and audio equipment is much smaller than the nominal power range of the inverter, but overload protection occurs when they are started. Inverter is the most easy to drive resistive load or switching power supply load. Because the resistive load is a linear load, it can work full load. Such as electric stove, rice cooker, LCD TV and other equipment.

Some audio-visual equipment and electric tools to a greater level than resistive load power can work normally, such as asynchronous motor, CRT TV, compressor, water pump etc. 2 to 6 times the working current is required to start. The ability to run specific loads is subject to test.



Continuous frequently open and close inverters can cause damage.
Non-professional technicians, do not open inverter shell

Common problem

Electric tools and microwave ovens cannot start

Carefully read the information on each power tool and accurately determine the input power of the tool. Whether the output power is enough to run the tools and microwave ovens, remember that power tools may need 2 to 6 times power requirements.

Television interference

The inverter has little interference with the television signal. However, in some cases, some disturbances are still visible, especially when the television signal is weak.

Please try the following methods:

1. Try to keep the inverter away from the TV antenna or lengthen the TV antenna cable;
2. Adjust the direction of the inverter.
3. Ensure that the antenna provides strong signal strength to the TV set, and use high quality antenna cable with good shielding effect.
4. When you watch TV, do not run high power electrical equipment or tools.
5. There is no way to completely disappear some of the old TV interference.



Normally the fuse will not burn out unless serious circuit failure occurs.
When the inverter fails, please do not try to repair it yourself. Please contact a professional technician to deal with the machine, there will be high voltage electric shock hazard.



Programador Serie ESP-TM2

Sencillo, flexible y fiable para aplicaciones residenciales.

El controlador de irrigación ESP-TM2 es la opción perfecta para soluciones residenciales básicas. Basado en el legado de Rain Bird de The Intelligent Use of Water®, este programador ofrece funciones sencillas de ahorro de agua que usted realmente utilizará.

Con la flexibilidad de 3 programas y 4 horas de inicio disponibles por programa, puede adaptar su programa de riego a las necesidades de su paisaje.

El ESP-TM2 proporciona la interfaz de programación extra simple con la que está familiarizado en un controlador construido para durar!

Lo mejor es que puede actualizar el ESP-TM2 convirtiéndolo en un controlador habilitado para WiFi con solo instalar un nuevo módulo WiFi de LNK2, sin reemplazar toda la unidad.

Características

- Actualizable para monitoreo remoto y control a través de Wi-Fi en dispositivos móviles iOS y Android (el módulo LNK2 WiFi se vende por separado).
- La información meteorológica de internet se puede utilizar para introducir ajustes diarios a los horarios de riego, lo que significará un ahorro de hasta el 30 % de agua (el módulo LNK2 WiFi se vende por separado).
- Modelos de 4, 6, 8 y 12 estaciones para cubrir los requisitos de riego de pequeñas y grandes residencias
- Configure días desactivados permanentemente para cada programa y asegúrese de que el riego no se produzca cuando el personal de mantenimiento se encuentra en el sitio (para días impares/pares/horarios cíclicos)
- Facilidad de instalación en interior o exterior con cable de alimentación preinstalado
- Programación rápida en solo 3 pasos para mayor facilidad de configuración
- Tres programas disponibles con hasta 4 horas de inicio por cada uno para cubrir las necesidades de diversos sitios
- Capacidad de riego manual con un solo toque para facilitar el uso
- Gran pantalla LCD retroiluminada para mejor visibilidad en condiciones de poca luz y luz solar directa
- Programa del contratista le permite grabar y recuperar fácilmente su programación personalizada
- El retraso del riego de hasta 14 días reanuda el riego automáticamente una vez expirado el retardo
- La Derivación del sensor de lluvia de cualquier estación le permite personalizar qué estaciones reaccionan a un sensor de lluvia
- El ajuste estacional por programa le permite reducir o aumentar fácilmente el riego mediante programa

Especificaciones

- Temperatura de funcionamiento: hasta 149 °F (65 °C)
- Temperatura de almacenamiento: de -40 °F (-40 °C) a 150 °F (66 °C)
- Humedad de funcionamiento: 95 % máx. en un entorno sin condensación entre 50 °F y 120 °F (entre 10 °C y 49 °C)

Especificaciones eléctricas

- **Entrada requerida:** 120 V~, 60 Hz, 0,3 A (modelos internacionales: 230 V~, 50 Hz, 0,136 A)
- **Salida:** 24V~, 60Hz, 1.0A (Modelos internacionales: 24V~, 50-60Hz, 1.0A)
- Válvula maestra/relé de arranque de bombas
- No requiere respaldo de batería externa. La memoria no volátil almacena permanentemente la programación actual y una batería de litiocon 10 años de vida útil protege la hora y la fecha del programador durante los cortes del fluido eléctrico.

Certificaciones

- cULus [EE. UU. y Canadá], FCC Parte 15b [EE. UU.], CAN ICES-3(B)/NMB-3(B) [Canadá], NOM [Unión Europea].
- Modelos de 230 V: CE [Unión Europea], IP24, RCM [Australia y Nueva Zelanda], IRAM [Argentina], EAC [Unión Económica Euroasiática], ICASA [Sudáfrica], CMAC [Moldavia], Kvalitet [Serbia], UkrSEPRO [Ucrania].

Dimensiones

- **Ancho:** 7.92 pulg. (20.1 cm)
- **Altura:** 20,0 cm
- **Profundidad:** 9,0 cm

Comparación de modelos

120VAC

- **TM2-4-120V:** 4 estaciones, 120 V CA
- **TM2-6-120V:** 6 estaciones, 120 V CA
- **TM2-8-120V:** 8 estaciones, 120 V CA
- **TM2-12-120V:** 12 estaciones, 120 V CA

230VAC

- **TM2-4-230V:** 4 estaciones 230VAC
- **TM2-6-230V:** 6 estaciones 230VAC
- **TM2-8-230V:** 8 estaciones 230VAC
- **TM2-12-230V:** 12 estaciones 230VAC
- **TM2I4-230V:** 4 Station, Indoor Only
- **TM2I6-230V:** 6 Station, Indoor Only
- **TM2I8-230V:** 8 Station, Indoor Only
- **TM2I12-230V:** 12 Station, Indoor Only

Australia

- **TM2-4-AUS:** 4 estaciones para Australia
- **TM2-6-AUS:** 6 estaciones para Australia
- **TM2-8-AUS:** 8 estaciones para Australia
- **TM2-12-AUS:** 12 Estación Australia

Accesorios

- **LNK2WIFI:** Módulo LNK2 WiFi para control remoto y notificaciones en dispositivos iOS o Android
- **WR2-RFC:** combinación lluvia y heladas
- **WR2-48:** combinación de lluvia y heladas con mantenimiento durante 48 horas.
- **RSD-BEx** Sensor de lluvia con soporte de sujeción, cable de extensión

Válvulas serie HV

Rendimiento extraordinario.
Durabilidad incomparable.

Características

Fiabilidad

- El diafragma excéntrico permite un cierre suave y reduce el golpe de ariete.
- Cuerpo de polipropileno con fibra de vidrio para mayor resistencia
- Diseño de flujo inverso normalmente cerrado
- Flujo piloto con solo filtración para una máxima fiabilidad
- Reparación sin complicaciones con pocas piezas
- Diafragma Buna-N con filtro de agua piloto con -malla 90- (200 micrones) de limpieza automática y resorte de acero inoxidable

Versatilidad

- Diseño compacto, radio de giro de 6,45 cm (2,54") para instalaciones en espacios reducidos
- Funciona en aplicaciones de flujo bajo y Xerigation® cuando el filtro RBY se instala con corriente ascendente
- Disponible con varios tipos de accesorios
- Purga externa para limpiar el sistema manualmente y quitar la suciedad y los residuos durante la instalación y la puesta en marcha del sistema
- Purga interna para un funcionamiento manual libre de salpicaduras
- Mecanismo de control de flujo único, fácil de girar ayudado por presión (solo modelos HVF)

Facilidad de reparación

- Tornillos cautivos de múltiples conexiones para facilitar el mantenimiento
- Varias opciones de herramientas para abrir la válvula (llave de tuercas, destornillador Phillips, destornillador plano)
- Acceso rápido al diafragma con solo cuatro tornillos
- Poste de localización del diafragma para un mantenimiento fiable



100-HV

100-HV-MB

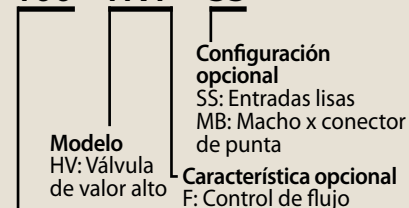
100-HV-SS

Rango operativo

- **Presión:** de 15 a 150 psi (de 1,0 a 10,3 bares)
- **Caudal:** de 0,2 a 30 gpm (de 0,05 a 6,82 m³/h; de 0,01 a 1,89 l/s); para caudales inferiores a 3 gph (0,68 m³/h; 0,19 l/s) o para cualquier aplicación Xerigation®, utilice el filtro RBY-100-200MX instalado con corriente ascendente
- **Temperatura:** temperatura del agua hasta 43 °C (110 °F); temperatura ambiente hasta 52 °C (125 °F)

Cómo especificar

100 – HVF – SS



Tamaño
100: 1" (26/34)

Nota: Para aplicaciones fuera de EE.UU., es necesario especificar si el tipo de rosca debe ser NPT o BSP (sólo 1" [2,5 cm])

Especificaciones eléctricas

- Solenoide de 24V CA 50/60 Hz
- **Corriente de entrada máxima:**
0,290 amperios a 60 Hz
- **Corriente de retención:**
0,091 amperios a 60 Hz
- **Resistencia de la bobina:**
de 70 a 85 ohmios (4° C – 43° C)

Dimensiones

- Altura: 11,7 cm (4,62")
- Altura (MB): 11,43 cm (4,50")
- Largo: 11,2 cm (4,4")
- Largo (MB): 14,4 cm (5,68")
- Ancho: 7,9 cm (3,1")

Modelos

- 100-HV-NPT
- 100-HV-SS
- 100-HV-MB
- I100-HV-BSP
- I100-HV-BSP-MxM
- 100-HVF-NPT
- 100-HVF-SS
- I100-HVF-BSP

Especificaciones

Válvula de control remoto eléctrico

La válvula estará normalmente cerrada con el solenoide de 24 V CA a 50/60 Hz actuando, tipo de presión equilibrado capaz de un ratio de flujo de 30 GPM (6,82 m³/h, 1,89 l/s) con una pérdida de presión que no exceda de _____.

El índice de presión de la válvula no debe ser menor de 150 psi (10,3 bares). El cuerpo y la tapa de la válvula deben construirse en plástico de alto impacto resistente a la intemperie, acero inoxidable u otro material inerte y resistente a los rayos UV. La válvula debe contener un diafragma construido de material de goma Buna-N durable con un agujero de medición resistente a atascos. La válvula debe tener un filtro piloto de malla 90 (200 micrones) unido al diafragma. La válvula debe tener un solenoide totalmente encapsulado con émbolo cautivo.

El cuerpo de la válvula tendrá una configuración de globo de 2,54 cm (1") (26/34) con una entrada _____ y una salida _____.

La válvula será accionada con una corriente de inicio de baja potencia de 0,29 A (7,0 VA) y una corriente sostenida de 0,09 A (2,2 VA). La válvula debe ser capaz de controlar encendido y apagado girando el solenoide 1/4 de vuelta. La válvula debe tener un modo de desagüe activado manualmente por medio de un giro de media vuelta del tornillo de purga donde pueda realizarse una conexión externa.

La válvula debe tener un diseño de tapa roscada y sus partes internas deben ser desmontables desde la parte superior de la válvula sin afectar a la instalación de la misma.

El diafragma tendrá un diseño removible, el cual podrá ser instalado en el interior de la válvula sin necesidad de una pestaña especial de alineación.

Especificaciones de características opcionales

Cuando se indica así en el diseño, la válvula HVF tendrá todas las especificaciones de válvula de control remoto de la serie HV, además de un mecanismo de control único, fácil de girar ayudado por la presión.

La válvula de control remoto debe ser fabricada por Rain Bird Corporation, Glendora, California.

Pérdida de presión de las válvulas HV y HVF (psi)

Caudal (gpm)	1" HV (psi)	Macho x conector de punta (psi)
1	1,57	1,73
3	2,07	2,03
5	2,38	2,25
10	3,33	2,80
20	4,59	4,45
30	6,14	7,85
40	8,23	13,68

Pérdida de presión de la válvula (bares) SIST. MÉTRICO

Caudal (m ³ /h)	Caudal (l/s)	1" HV (bares)	Macho x conector de punta (bares)
0,25	0,06	0,11	0,12
0,75	0,21	0,14	0,14
1,00	0,28	0,16	0,16
2,00	0,56	0,23	0,19
5,00	1,39	0,32	0,31
7,50	2,08	0,42	0,54
9,10	2,52	0,57	0,94

Rain Bird Corporation
6991 East Southpoint Road
Tucson, AZ 85756
Teléfono: (520) 741-6100
Fax: (520) 741-6522

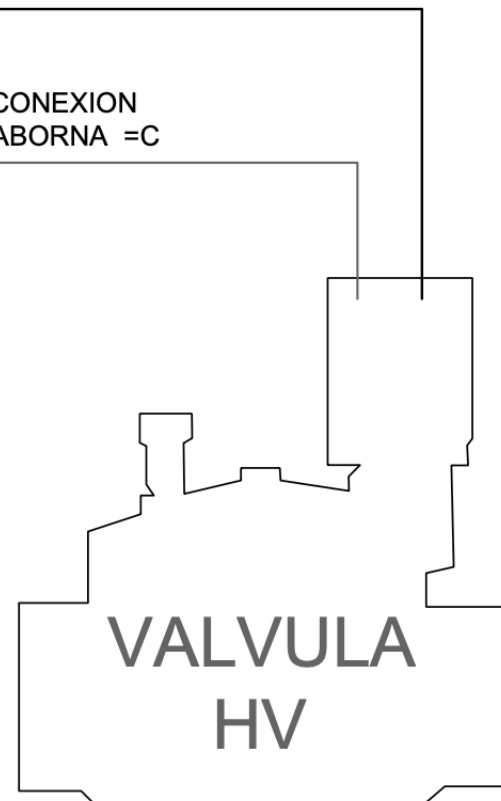
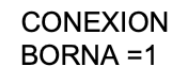
Servicio técnico de Rain Bird
(800) RAINBIRD (1-800-724-6247)
(Estados Unidos y Canadá)

Rain Bird Corporation
970 West Sierra Madre Avenue
Azusa, CA 91702
Teléfono: (626) 812-3400
Fax: (626) 812-3411

Línea directa de especificaciones
800-458-3005 (Estados Unidos y Canadá)

Rain Bird International, Inc.
1000 West Sierra Madre Ave
Azusa, CA 91702
Teléfono: (626) 963-9311
Fax: (626) 852-7343

El uso inteligente del agua™
www.rainbird.com



FEDNA	DESCRIPCION

CONTIENE:

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO

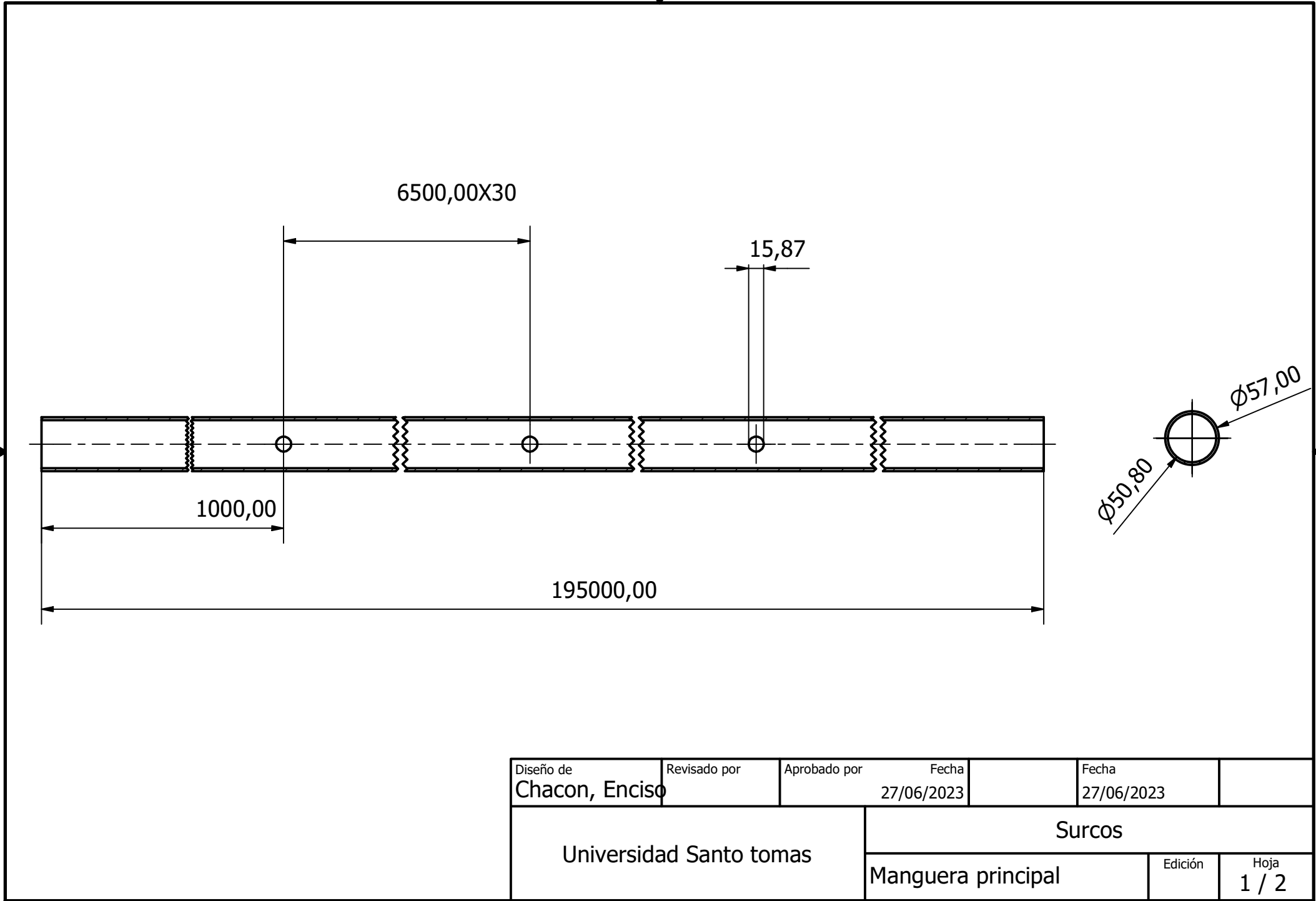
REVISOR: _____
MAT. PROF. # :

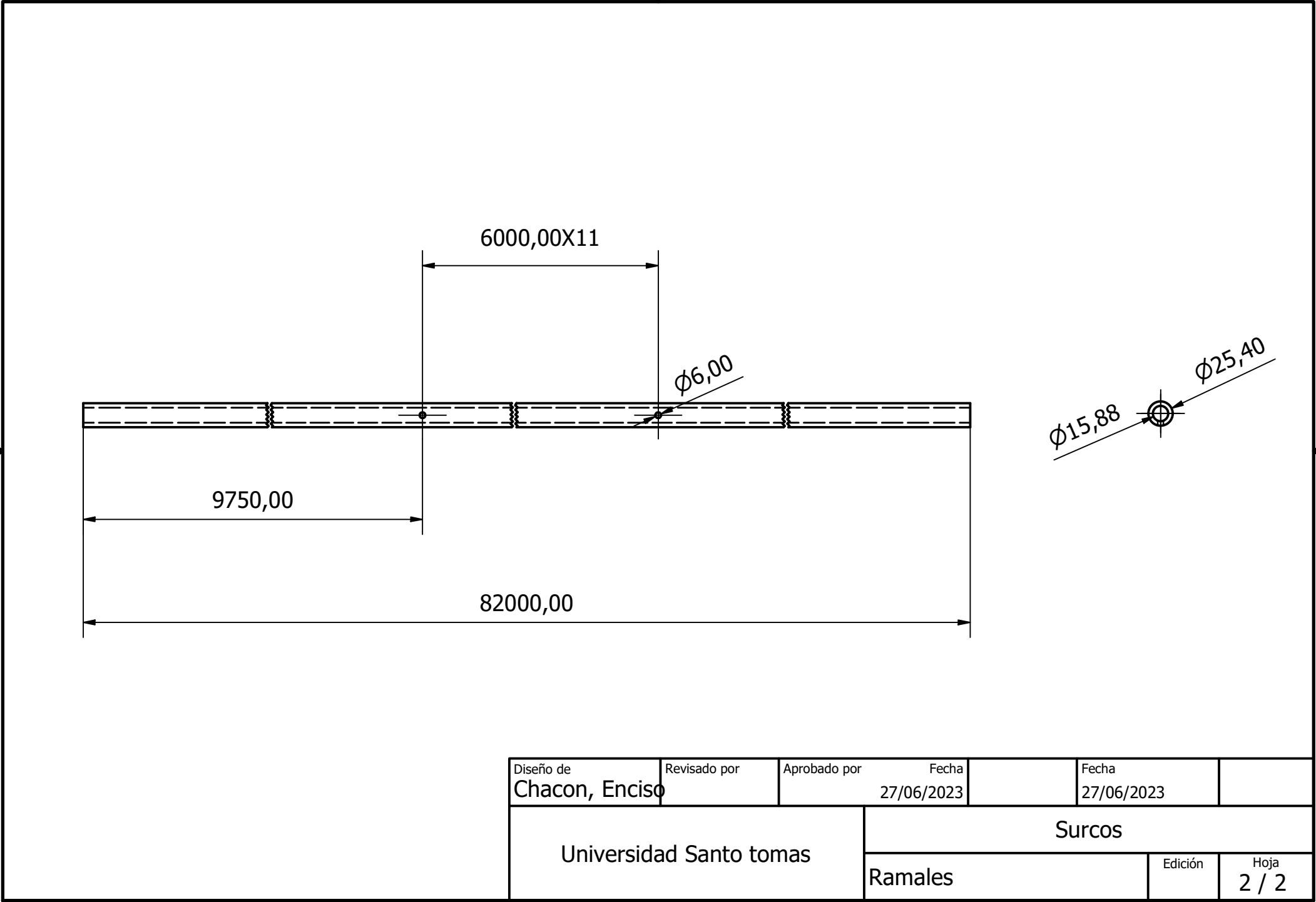
ING. INTERVENTOR: _____
REGISTRO No. _____

FECHA:	JULIO 31 DE 2023
ESCALA:	PUNTO

N/A	01 DE 01
CONSID. PLANO	CONSID.

DIAGRAMA CONTROL	1
------------------	---





Diseño de Chacon, Enciso	Revisado por	Aprobado por	Fecha 27/06/2023	Fecha 27/06/2023	
Universidad Santo tomas			Surcos		
			Ramales	Edición	Hoja 2 / 2

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	7677,165 in	Manguera 2 in - 7677,1654	Manguera
2	30	Abrazadera_inferior	
3	30	Abrazadera_superior	
4	120	ISO 4017 - M14 x 30	Perno de cabeza-hex
5	1	ASME B16.3 Tapa de cabeza plana - Clase 300 2	Tapa
6	31	G08S71X	EO Union
7	30	Finales de tubería hembra-hembra XV500P de Parker XV500P-8	Finales de tubería hembra-hembra
8	30	Union de tubo a manguera 5/8	
9	1614,173 in	Manguera 5/8 - 807,08661	Manguera
10	281	Abrazadera tipo caiman 5/8	
11	30	ASME B16.11 Tapa roscada - Clase 6000 3/4	Tapa roscada - Clase 6000
12	16594,488 in	Manguera 1/2 - 59,055118	Manguera
13	281	Gotero parte superior	
14	281	Gotero parte inferior	
15	1023,622 in	Manguera hidráulica de Parker - Sin biselado 5/8 - 1023,622	Manguera
16	2519,685 in	Manguera hidráulica de Parker - Sin biselado 5/8 - 1259,8425	Manguera
17	2047,244 in	Manguera 5/8 - 1023,622	Manguera
18	2559,055 in	Manguera 5/8 - 1279,5276	Manguera
19	4606,299 in	Manguera 5/8 - 2303,1496	Manguera
20	20728,346 in	Manguera 5/8	Manguera
21	23031,496 in	Surco 12m, 7.5m	Manguera
22	1	Tanque 2000L	
23	1	Tapa tanque 2000L	
24	2	HG 20631 Spiral wound gaskets A 40	Specification of spiral wound gaskets
25	4	DIN 8063 Boquilla con rosca externa tipo NGA 63	Boquilla
27	300,000 mm	JIS K 6742 Tubería ND50 - 100	Tubería
28	1	Válvula de bola de latón XV520P de Parker XV520P-32	Válvula de bola de latón
29	1	filtro	
30	1	Union de manguera a tubo 2 in	

