

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**“Propuesta de Diseño de Sistema de Abastecimiento de Agua para Riego Utilizando
Energía Renovable Fotovoltaica para la finca Núñez, de la zona rural Mijo, del
municipio de San Juan De La Maguana, provincia San Juan, República Dominicana,
2021”**

Sustentantes:

Karen Anyinetti Sánchez Ramírez 15-0785

José Alejandro Benzan Guerrero 16-0539

Para la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

Asesor:

Ing. Carlos Antonio Muñoz Cordero

Santo Domingo, D.N. Agosto, 2021

Agradecimientos y dedicatoria

Concluido este trayecto enriquecedor de mi vida, lo que en principio fué un sueño, hoy es una realidad, quiero extender un eterno agradecimiento, a quienes hicieron posible que alcanzara esta meta, aquellos que junto a mí caminaron en todo momento sin dudar, quienes siempre han sido inspiración, soporte y fortaleza, esta mención en especial:

A Dios, por haberme permitido llegar hoy hasta, por darme la sabiduría y salud para culminar este esfuerzo.

A mis padres Angela Ramírez y Fredy Sánchez, por ser mi catalizador, por no permitirme desfallecer y estar siempre dispuestos a apoyarme en cada paso, por sus sabios consejos y la educación que me han brindado, por ser mi ejemplo a seguir, gracias mami y papi.

A mis hermanos Anyela y José Ángel, por ser mis cómplices y por siempre darme apoyo.

A mi esposo Miguel Rodríguez, que siempre me ha dado su apoyo incondicional y a mi hija Luna Rodríguez la que me ha dado la fuerza para poder cumplir mi meta.

A mis compañeros, en especial al grupo de las “mamis chulas”: Isabel Tejada, Cynthia Guzmán, Cheyra Morel y Daniela Beltré.

Por último y no menos importante, a mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, mi gratitud en particular y de manera muy especial al Ingeniero Carlos Antonio Muñoz Cordero, quién fué mi asesor de tesis y finalmente me gustaría expresar mi gratitud a esta prestigiosa universidad que me abrió la puerta del conocimiento. Mi agradecimiento eterno.

Karen Anyinetti Sánchez Ramírez

Agradecimientos y dedicatoria

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por mi salud y la de mis seres queridos, porque siempre ha estado a mi lado dándome fuerzas y sabiduría para seguir adelante, gracias a él he llegado hasta aquí.

A mis padres José Junior Benzan Gómez y Alejandra Guerrero Méndez, a mis abuelos Oriol A. Guerrero Soto e Isabelle L. Méndez Mesa, a mis padrastros Edward A. Sánchez Herrera y Evelyn D. Del Villar Hyar por la educación que me dieron para ser una persona de bien, por su amor y su apoyo incondicional; Por siempre respaldarme para poder alcanzar mis metas; Por su arduo sacrificio para darnos siempre lo mejor a mí y a mis hermanos desde siempre.

A mis tíos, Ramón O. Guerrero Méndez, Sandrelys Guerrero Méndez, María Isabel Casso Guerrero y a mi prima Perla Crystal Casso por su amor y apoyo incondicional en los momentos de dificultades y por siempre motivarme a seguir hacía adelante.

A mi tía Ysabel M. Guerrero Méndez, por su amor y apoyo incondicional, por siempre estar para mí desde el primer día de esta etapa que recién culmina, por siempre estar dispuesta a escucharme y aconsejarme.

A mis hermanos José A. Benzan Del Villar, Lia S. Sánchez Guerrero, Félix J. Benzan Del Villar y Jesús E. Sánchez Guerrero por siempre estar a mi lado, por su apoyo en los momentos difíciles y por motivarme a seguir adelante, por su apoyo.

A mi amiga y compañera Yomira A. Basilio De Oleo, por su buena y sincera amistad incondicional, por siempre estar dispuesta a ayudarme en cada momento que he la necesitado para alcanzar esta meta tan importante, gracias por todo.

A mis amigos y compañeros Elías García Suero, Gabriel Neris Vázquez, Isabel Tejada Bueno, Karen A. Sánchez Ramírez, Cynthia Guzmán, Jesse O. Alcántara y Ashley M. Medina, por su

apoyo, por su amistad incondicional y por los buenos momentos que he pasado a su lado, por motivarme a lograr nuestro objetivo en común, por siempre brindarnos una sonrisa mutuamente en los buenos y malos momentos, gracias por todo.

Al Ing. Carlos A. Muñoz Cordero, por su colaboración desde ser mi profesor, hasta ser mi asesor de tesis, gracias por todo.

Y por último a la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, por la excelente formación brindada y a parte de su personal que siempre estuvo a mi disposición.

José Alejandro Benzan Guerrero

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Preguntas de investigación	5
1.3 Objetivos de la investigación	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Justificación del problema	6
1.5 Alcances y limitaciones.....	7
1.5.1 Alcances	7
1.5.2 Limitaciones.....	7
1.6 Antecedentes:	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	11
2.1 Bombas centrífugas	11
2.1.1 Características de las bombas centrífugas.....	11
2.1.2 Elementos de la bomba centrífuga.....	12
2.1.3 Tipos de bombas centrífugas	15
2.2 Sistemas de riego	16
2.2.1 Red general de riego	16
2.2.2 Elementos de control de la red de riego	16
2.2.3 Métodos de riego.....	18
2.2.3.1 Riego por goteo	18
2.2.3.2 Riego por aspersión.....	20
2.2.3.3 Riego por micro aspersores.....	21
2.2.3.4 Riego hidropónico	23
Drenajes en Hidroponía	24
2.2.3.5 Riego automático	25
2.2.3.6 Riego por nebulación	27
2.3 Energía renovable	28
2.3.1 Características de las energías renovables.....	28
2.3.2 Tipos de energía renovables.....	29

Biomasa.....	38
2.4 Marco contextual.....	39
2.4.1 Localización del área de estudio	39
2.4.2 Ubicación geográfica.....	39
2.4.3 Datos meteorológicos	41
2.4.4 Temperatura.....	41
2.4.5 Nubes	43
2.4.6 Precipitación	44
2.4.7 Lluvia.....	44
.....	45
2.4.8 Sol	45
2.4.9 Luna.....	46
2.4.10 Humedad	47
2.4.11 Viento.....	48
2.4.12 Temperatura del agua.....	50
.....	50
2.4.13 Período de cultivo	50
2.4.14 Energía solar	52
2.4.15 Topografía	53
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	54
3.1 Enfoque de investigación.....	54
3.2 Tipo de investigación.....	54
3.3 Procedimiento de la investigación	55
3.4 Técnicas de investigación	55
3.5 Procedimiento de diseño.....	56
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
4.1 Análisis e interpretación de resultados: Cotizaciones	57
4.2 Análisis e interpretación de resultados: Propuesta de datos técnicos	57
4.3 Análisis e interpretación de resultados: Presupuesto	58
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES.....	61
BIBLIOGRAFÍA.....	62

ANEXOS.....63

COTIZACIONES65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de una bomba centrífuga.	12
Figura 2: Bomba horizontal centrífuga, rodetes colocados en serie.	13
Figura 3: A) Parte de una voluta; B) Turbina.	14
Figura 4: Paneles solares.	30
Figura 5: Sistema aislante energía fotovoltaica.	34
Figura 6: Sistemas conectados a la red.	37
Figura 7: Mapa de República Dominicana.	39
Figura 8: Mapa de San Juan De La Maguana.	40
Figura 9: Resumen del clima; San Juan.	41
Figura 10: La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.	42
Figura 11: La temperatura promedio por hora, codificada por colores en bandas. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.	42
Figura 12: El porcentaje de tiempo pasado en cada banda de cobertura de nubes, categorizado según el porcentaje del cielo cubierto de nubes.	43
Figura 13: El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas: solo lluvia, solo nieve, mezcla (llovió y nevó el mismo día).	44
Figura 14: La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25° al 75° y del 10° al 90°. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente.	45
Figura 15: La cantidad de horas durante las cuales el sol está visible (línea negra). De abajo (más amarillo) hacia arriba (más gris), las bandas de color indican: luz natural total, crepúsculo (civil, náutico y astronómico) y noche total.	45

Figura 16: El día solar durante el año 2021. De abajo hacia arriba, las líneas negras son la medianoche solar anterior, la salida del sol, el mediodía solar, la puesta del sol y la siguiente medianoche solar. El día, los crepúsculos (civil, náutico y astronómico).....	46
Figura 17: La hora a la que la luna está sobre el horizonte (área azul claro) con la luna nueva (líneas grises obscuro) y la luna llena (líneas azules) indicadas. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.....	46
Figura 18: El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.	47
Figura 19: El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25° a 75° y 10° a 90°.	48
Figura 20: El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1.6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).	49
Figura 21: La temperatura diaria promedio del agua (línea púrpura), con las bandas de los percentiles 25° a 75° y 10° a 90°.	50
Figura 22: El porcentaje de tiempo que se pasa en diferentes bandas de temperatura. La línea negra es el porcentaje de probabilidad de que un día dado esté dentro del periodo de cultivo.....	51
Figura 23: Los grados día de crecimiento promedio acumulados en el transcurso del año, con las bandas de percentiles 25 a 75 y 10 a 90.	51
Figura 24: La energía solar de onda corta promedio diario que llega a la tierra por metro cuadrado (línea anaranjada), con las bandas de percentiles 25° a 75° y 10° a 90°.	52
Figura 25: Regola depositando agua en el reservorio o embalse.....	63
Figura 26: Reservorio o embalse.	63
Figura 27: Tubería de succión desde reservorio hacia la motobomba.....	64
Figura 28: Motobomba Diesel.....	64

INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo de grado es desarrollar un tema de interés nacional medioambiental, aunque la propuesta de diseño, en este caso, se limite a un área muy específica que es para la finca Núñez, de la zona rural Mijo, del municipio de San Juan De La Maguana, provincia San Juan, República Dominicana.

En nuestro país, como en el resto de los países en vías de desarrollo, el tema de la contaminación del aire, es una problemática, parte de las causas que ocasionan esto están relacionadas con la quema de combustibles fósiles y es debido a que esta provoca una mayor emisión de dióxido de carbono, lo que provoca un exceso de temperatura o calentamiento global que tiene como consecuencia el conocido cambio climático. Así como las enfermedades de inflamación crónica de los pulmones, deteriorar los reflejos pulmonares y reducir su funcionamiento hasta generar enfermedades como asma, bronquitis crónica y cáncer al pulmón. La implementación de sistemas de abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable fotovoltaica para prevenir esto, ha sido deficiente y no podemos dejarlo de un lado.

Preocupados por el problema que enfrenta el propietario de dicha finca, en cuanto a los altos costos de producción del sistema actual de abastecimiento de agua para riego y la necesidad que existe en el medio ambiente de utilizar energía renovable para disminuir la dependencia de combustibles fósiles, que a la vez aumentan la huella de carbono que se produce por utilizar motores de combustión interna, en este caso diesel y su combustible el gasoil que es sumamente contaminante, ya que es uno de los combustibles que más emisiones tóxicas genera. Proponemos una alternativa para solucionarlo, con la incorporación de las nuevas tecnologías agronómicas al regadío para que mejoren y poder conseguir un balance económico óptimo y una idónea utilización del agua.

El funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua para riego que se plantea a través de energía renovable fotovoltaica, nos proveerá un gran rendimiento en el sistema, así como también, una mejora para nuestro preciado medio ambiente y contra el cambio climático, reduciendo a su vez el efecto invernadero que tanto daño ocasiona a nuestra atmosfera dado que es una energía limpia sin emisiones de gases.

Partiendo de una investigación, datos técnicos, diseño y presupuesto; Mediante la implementación de un sistema de abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable fotovoltaica. Lo que promete un mejor desarrollo para esta zona del país con clima templado seco, donde predomina la agricultura, con sistemas cada vez más económicos y fáciles de instalar, independencia energética y por lo general, un gran ahorro que permite mejorar la competitividad de los predios, aumentando la producción sin costos de energía.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente a nivel de sistemas de abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable fotovoltaica, nuestro país posee una cobertura muy mínima, situación que no contribuye al medio ambiente. La zona rural Mijo, del municipio de San Juan De La Maguana, provincia San Juan, República Dominicana, no está dentro de esta, razón que nos motiva a buscar una solución para salvar su desarrollo como zona agrícola que es hoy en día, eliminando la emisión de gases mediante el uso de combustibles fósiles, ya que la agricultura es extremadamente vulnerable al cambio climático, el aumento de las temperaturas reduce la producción de los cultivos, a la vez que provoca la proliferación de malas hierbas y plagas.

El propietario de la finca ha estado utilizando un sistema de abastecimiento de agua para riego compuesto por una regala que transporta el agua desde el río Mijo hasta la finca, depositándola en un reservorio o embalse, de donde luego es succionada por la bomba y parcialmente distribuida en la red de distribución por goteo de la finca, el cual es uno de los sistemas más eficientes, debido a que preserva el recurso hídrico. Este cuenta con tuberías primarias de 6 pulgadas y las secundarias de 4 pulgadas. La motobomba diésel consta con un caudal de 400 galones por minuto.

Por tanto, el no contar con un sistema de abastecimiento como el propuesto, proyecta con esta investigación brindar una alternativa que responda a la necesidad anteriormente mencionada para reducir costos en la producción y generar mayores ingresos económicos por medio de esta actividad con un cambio de estación y una de las razones principales es que en la zona del Valle de San Juan, existe una buena exposición de radiación solar durante todo el año, lo que sirve de gran ayuda para el funcionamiento del mismo.

La finalidad de proponer este sistema de abastecimiento de agua para riego es buscar cumplir el sueño del propietario de esta área de estudio, el cual anhela una mejor producción y que la misma se encuentre libre de contaminación, lo que dará lugar a un mejor desarrollo agrícola y a la vez económico. Que las demás fincas de la zona operen de la manera adecuada y que este avance no solo sea para ellos, sino que beneficie a nuestro país nacional e internacionalmente, ya que la provincia San Juan contribuye a que la agricultura en República Dominicana sea muy significativa.

1.2 Preguntas de investigación

- ¿Cómo funcionará el sistema abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable fotovoltaica?
- ¿Cuál será el costo de implementar el sistema de abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable fotovoltaica?
- ¿Cómo aportará la implementación de este sistema a la comunidad?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Diseñar una propuesta de un sistema de abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable fotovoltaica para para la finca Núñez, de la zona rural Mijo, del municipio de San Juan De La Maguana, provincia San Juan, Republica Dominicana.

1.3.2 Objetivos específicos

- Presentar los componentes del sistema propuesto y sus ventajas en comparación al sistema actual, con un estudio económico de la factibilidad de sustituir un sistema de abastecimiento de agua para riego tradicional con altos costos de operación por uno cuya inversión inicial tiene una tasa de retorno a corto plazo.
- Realizar un presupuesto del sistema propuesto.
- Lograr que reduzca la huella de carbono, tratar de que en la región se implementen estas tecnologías limpias.

1.4 Justificación del problema

Esta investigación parte de la problemática que hoy en día rodea al propietario de la finca Núñez de la zona rural Mijo, del municipio de San Juan De La Maguana, provincia San Juan, República Dominicana, en cuanto a la contaminación del aire por el uso de combustibles y los grandes costos en la producción por no contar con un sistema de abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable fotovoltaica.

Contar con un sistema de abastecimiento de agua para riego de este tipo sería un éxito para que esta zona pueda tener un excelente desarrollo agrícola y sostenible.

El no contar con un sistema de abastecimiento de agua para riego como este, causa un gran daño a nuestro medio ambiente y es por esto que hacemos la propuesta.

Contar con un sistema de abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable fotovoltaica, forma parte de un beneficio en la salud, debido a que no habrá contaminación en el aire. En lo económico, habrá una reducción de gastos para el propietario del área especificada, algo que actualmente es imposible por los altos costos de producción. Sería un gran avance para la agricultura de la zona rural Mijo, del municipio de San Juan De La Maguana, provincia San Juan y de nuestro país.

Buscamos desarrollar un diseño económico para contribuir con el mejoramiento de la situación en la que se encuentra, respecto a la contaminación del aire y a los altos costos de producción.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances

Se diseñará el sistema de abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable fotovoltaica únicamente para la finca Núñez, de la zona rural Mijo, del municipio de San Juan De La Maguana, provincia San Juan.

Se incluirá presupuesto del diseño.

Se presentarán especificaciones técnicas y memoria de cálculo del diseño del sistema de abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable fotovoltaica.

1.5.2 Limitaciones

No se realizarán estudios de impacto ambiental.

No se realizarán estudios de suelos.

1.6 Antecedentes:

Luego de varias consultas de trabajos de investigación que preceden al que estamos realizando y que además guardan una gran relación y orientan al logro de los objetivos del tema, pudimos citar:

Nacionales

“Diseño de Sistema de Riego por Aspersión Automatizado con uso de Energía Renovable para El Centro Olímpico Juan Pablo Duarte”

- Peralta & Castillo (2016) en su tesis se plantearon como objetivo principal diseñar un sistema de riego por aspersión automatizado con el uso de energía renovable para el Centro Olímpico Juan Pablo Duarte, Santo Domingo. Este diseño surge con el propósito de desarrollar un tema de interés nacional medioambiental, aunque su diseño, en este caso, se limite a un área muy específica que es el Centro Olímpico Juan Pablo Duarte. En los últimos años el sistema de riego por aspersión ha tenido mucho auge por sus múltiples ventajas dado que es un sistema de riego superficial que se produce cuando le aplicamos agua al suelo en forma de lluvia, utilizando aspersores.

Internacionales

“Propuesta de un Sistema de Bombeo Solar Fotovoltaico para Riego por Goteo en la Finca Concepción Comarca Ato Viejo San Nicolás – Estelí, durante el Período de Julio a Noviembre del 2017”

- González & Lanuza (2017) en su tesis se plantearon como objetivo principal proponer un sistema de bombeo solar fotovoltaico por medio de riego por goteo que permita la mejora de la producción agrícola en la finca Concepción comarca Ato Viejo San Nicolás Estelí. Este diseño pretende el uso de energías alternativas que permiten el bajo

consumo del recurso hídrico permitiendo el uso sostenible y rentabilidad económica de la actividad agrícola sin mayores perjuicios al medioambiente, mejorando la calidad del cultivo y logrando una tecnificación en la finca Concepción.

“Diseño e Implementación de un Sistema de Riego Automatizado, Alimentado por un Sistema Fotovoltaico para el Cultivo Hidropónico en una Planta Piloto en el Sector de San Vicente-Quero”

- Guevara López (2016) en su tesis se plantea como objetivo principal diseñar e implementar un sistema de riego automatizado, alimentado por un sistema fotovoltaico para el cultivo hidropónico de una planta piloto en el sector de san Vicente – Quero, Ecuador. Este se centra en el diseño e instalación de un sistema de riego automatizado con energía solar para el cultivo hidropónico de lechuga en el cantón Quero, con la finalidad de garantizar el riego del cultivo por medio del uso de una bomba alimentada por energía fotovoltaica, para lo cual se determinó la radiación del lugar y el consumo de agua basado en datos técnicos obtenidos de la NASA e hydroenvironment. Con los resultados se determinó el tiempo de energía requerido para el funcionamiento del sistema hidráulico a través de una bomba de $\frac{1}{4}$ Hp, tuberías y accesorios; del sistema fotovoltaico por medio de un panel solar, controlador, inversor y baterías; para la automatización un controlador Hunter y electroválvulas, permitiendo con la integración de los sistemas garantizar los 432 kWh de energía, para el riego de 648 plantas.

“Estudio de Sistema Automatizado de Riego por Goteo por medio de Energía Solar para Invernadero”

- Juárez & Vera (2017) en su tesis se plantearon como objetivo principal diseñar un sistema automatizado de riego por goteo por medio de energía solar para invernadero. No contar con una red eléctrica cercana a los invernaderos, motivo por el cual su sistema

de riego por goteo funciona mediante una moto bomba que opera con combustible fósil para atender los requerimientos de riego para los cultivos. La problemática que se tiene es la de extraer agua de los pozos o fuentes superficiales con técnicas poco eficientes, llegando incluso a no regar en ciertos días por falta de combustibles fósiles, resultado que a la larga dificulta el correcto y debido crecimiento de los cultivos existentes en los huertos o en sus invernaderos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bombas centrífugas

Una bomba centrífuga, también denominada bomba de tipo dinámico, es una máquina cuyo objetivo es convertir la energía en velocidad y posteriormente en energía a presión. Es decir, esta transforma la energía mecánica en energía hidráulica. De esta manera, puede mover el mayor volumen de líquido posible.

Una bomba centrífuga suele complementar a otras instalaciones hidráulicas, ya sea de uso industrial, en comercios o viviendas, según el tipo de bomba centrífuga que escojamos.

Su objetivo es el de proporcionar una solución práctica a la falta de presión de un suministro de agua en aquellos lugares donde no haya una gran pendiente, ya que en tal caso se recurriría a otros sistemas.

Sirven también para aumentar la presión al inicio y se usa tanto para sistemas de agua domésticos como en los de protección contra incendios. Es por tanto un sistema útil para proporcionar una fuente de presión continuada en ese caso concreto. (Fluideco, 2015)

2.1.1 Características de las bombas centrífugas

- Están formadas por un eje y uno o más rodetes.
- Están conformadas por una carcasa.
- Elementos de cierre.
- Por la acción de la fuerza centrífuga se aumenta la energía del fluido.
- Es adaptable a trabajos y a velocidades altas.
- En el eje de rotación del alabe o rodete.
- El líquido se expulsa perpendicularmente al eje de rotación del álabe.
- En varios rotores en serie se pueden emplear bombas de alta presión.
- El difusor tiene un canal en espiral, en las bombas de baja presión.

- La acción del rotor es en gran medida radial cuando los flujos son bajos y tienen altas presiones.
- La dirección de flujo en el interior de la bomba es paralela al eje del rotor cuando los flujos son más elevados y su presión de salida es menor.
- Las bombas centrífugas no son auto aspirantes y requieren de cebado previo al funcionamiento. (YUBA, 2017)

2.1.2 Elementos de la bomba centrífuga

Una bomba centrífuga está formada por distintos elementos que permiten transformar la energía cinética en energía hidráulica para producir una presión continua y mover el mayor volumen de líquido, como ya hemos explicado anteriormente.

Por tanto, la conforman elementos como el inductor, parte fija del motor que protege los elementos que lo componen o la carcasa, que protege todos los mecanismos internos.

El cojinete es el soporte y la guía del eje de la bomba; mientras que el rotor es la parte móvil que gira. Se compone también de refrigeración para evitar el calentamiento del motor, de rodete o impulsor que bombea el fluido y difusor, que es el encargado de ayudar a la transformación de la energía cinética en hidráulica.

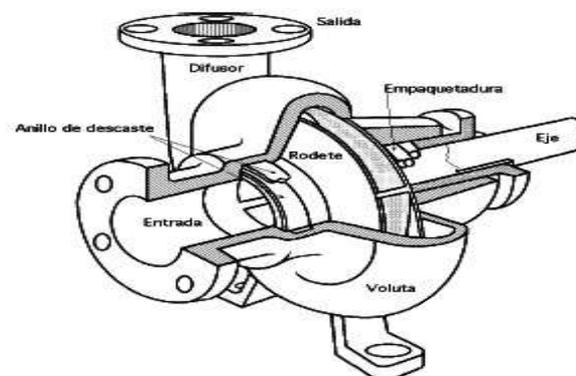


Figura 1: Esquema de una bomba centrífuga.
Fuente: <https://fluideco.com>.

Por su parte, los ejes son los elementos de transmisión entre bomba y motor, y el sello mecánico es el que genera un estado de estanqueidad entre la estructura y el eje rotativo de la bomba centrífuga. Por su parte, las juntas son elementos de sellado y los rodamientos son los elementos que permiten el giro entre dos piezas. (Fluideco, 2015)

Se tiene tres elementos principales, los cuales son:

2.1.2.1 Rodete o Impulsor

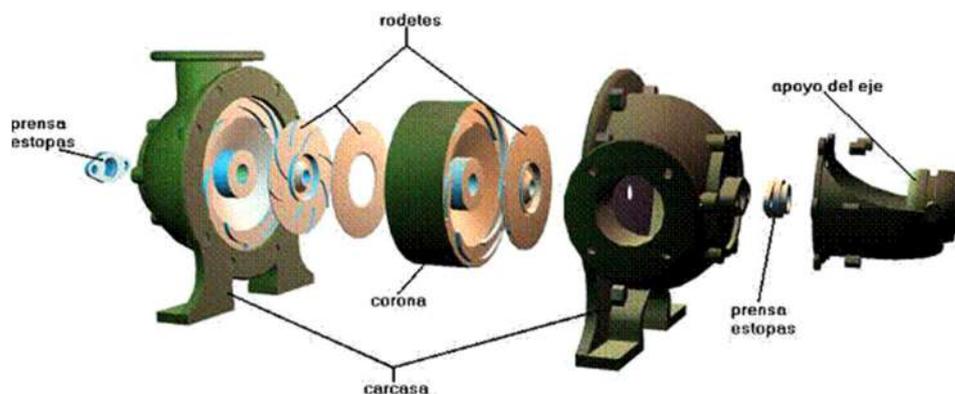
El rodete o impulsor es un elemento móvil, formado por unas paletas o álabes divergentes unidos a un eje que recibe energía del exterior como podemos observar en la figura que nos muestra el despiece de una bomba centrífuga.

Según que estos álabes vayan sueltos o unidos a uno o dos discos, los rodetes pueden ser:

Abiertos: cuando van sueltos. Tienen la ventaja de que permite el paso de impurezas, pero tiene poca eficacia.

Cerrados: cuando van unidos lateralmente a dos discos.

Semiabiertas: cuando van unidos a un disco. (YUBA, 2017)



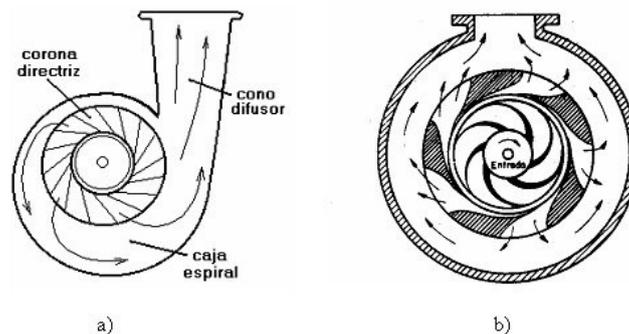
*Figura 2: Bomba horizontal centrífuga, rodetes colocados en serie.
Fuente: <http://www.yubasolar.net>.*

2.1.2.2 Difusor

El difusor junto con el rodete, están encerrados en una cámara, llamada carcasa o cuerpo de bomba. El difusor está formado por unos álabes fijos divergentes que, al incrementarse la sección de la carcasa, la velocidad del agua irá disminuyendo lo que contribuye a transformar la energía cinética en energía de presión, mejorando el rendimiento de la bomba. Según la forma y disposición, las bombas centrífugas son de 2 tipos:

De voluta: la carcasa tiene forma de caracol, rodeando el rodete de tal forma que el área de flujo de agua aumenta progresivamente hacia la tubería de descarga.

De turbina: la carcasa va provista de unos difusores fijos dispuestos de tal forma que el área de flujo se ensancha progresivamente hacia la salida. (YUBA, 2017)



*Figura 3: A) Parte de una voluta; B) Turbina.
Fuente: <http://www.yubasolar.net>.*

2.1.2.3 Eje

El eje de la bomba tiene forma de barra de sección circular no uniforme que se fija de una manera rígida al impulsor, de esta manera transmitiéndole la fuerza del motor.

La clasificación de las bombas centrífugas para agua se dividen según la posición del eje de las bombas de eje vertical y horizontal.

Las bombas centrífugas para agua se clasifican atendiendo a la posición del eje en bombas de eje horizontal y bombas de eje vertical. (YUBA, 2017)

2.1.3 Tipos de bombas centrífugas

- **Bombas centrífugas de turbina helicoidal**

Estas fueron pensadas para el bombeo de productos que contengan partículas sólidas, con especial cuidado durante el proceso de trasvase. Especiales para la industria alimentaria y enológica.

- **Bombas de anillo líquido**

Han sido diseñadas para el trasiego de fluidos limpios, que no tengan partículas sólidas en suspensión. Pueden trabajar con un gran abanico de productos de distintos sectores de la industria.

- **Bombas de rodete flexible**

Están especialmente pensadas para el tratamiento de productos viscosos o de una densidad elevada.

- **Bombas de engranajes**

Estas se caracterizan por su robustez y por su fiabilidad. De última generación, resultan ideales para el manejo de productos viscosos, tanto para la industria química como para la alimentaria.

- **Bombas lobulares**

Son bombas de un gran rendimiento industrial, hechas de acero, y también están especialmente pensadas para el tratamiento de productos viscosos. Una de las bombas de más calidad.

- **Bombas de cavidad progresiva**

Este es un modelo perfecto para dar soluciones a productos y aplicaciones que requieran ser tratados con presiones muy elevadas.

- **Bombas peristálticas**

Tienen la particularidad de no maltratar los fluidos que trabaja, ya que no hay partes mecánicas que entren en contacto con los líquidos en ningún momento. Se utiliza en la industria alimentaria para el tratamiento de jugos, salsas, pulpas o vinos. (Mim, 2018)

2.2 Sistemas de riego

Los sistemas de riego ofrecen una serie de ventajas que posibilitan racionalizar el agua disponible. Cualquier sistema de riego debe someterse a un estudio previo para determinar si es el más idóneo, tomando en consideración desde el tipo de vegetación, hasta la forma de distribuir el agua para obtener el mejor rendimiento. Los instrumentos de control de riego: programadores, higrómetros, detectores de lluvia, etc, deben distribuirse en función de la orografía, las capacidades hídricas del suelo, las plantaciones, etc.

Existen muchos y variados sistemas de riego, los cuales se encuentran en permanente revisión, ya que se trata de una tecnología joven que se ha ido desarrollando al mismo tiempo que ha avanzado la sociedad del bienestar. Las zonas verdes han pasado de ser un lujo a una necesidad y el riego es la operación más importante para mantenerlas. (Ambientum, 2017)

2.2.1 Red general de riego

Las redes de riego se componen de varios tramos de canalizaciones:

Primario. Va desde el contador hasta las puntas de consumo. Se compone de: bocas de riego, válvulas, electroválvulas y llaves de estaciones.

Secundario. Entre las válvulas, electroválvulas y los mecanismos de distribución del agua: aspersores, difusores, goteros y exudantes.

Distribuidores de agua. Elementos destinados a distribuir el agua de acuerdo con una pluviometría predeterminada: aspersores, difusores, bocas de riego, goteros, etc. (Ambientum, 2017)

2.2.2 Elementos de control de la red de riego

Los elementos susceptibles de mejorar la automatización de las redes de riego y, por tanto, regular y controlar los caudales, los tiempos y otras características son muchos y variados. Los equipos que forman parte de las instalaciones de riego ofrecen grandes ventajas:

- Mayor exactitud y seguridad en el control de la instalación.
- Operaciones mecanizadas exentas de errores.
- Reducción de mano de obra.
- Telemando y facilidad de programación y manejo.
- Registro de datos para su análisis posterior.

Para la realización de todas estas operaciones y conseguir el objetivo propuesto, son necesarios un buen número de equipos individuales conectados convenientemente:

- **Electroválvulas.** Regulan el paso del agua a través de la canalización. Su funcionamiento es automático y el sistema de accionamiento puede ser de tres tipos: eléctrico, hidráulico o mixto.
- **Pluviómetros.** Funciona por impulsos eléctricos y desconectan el programa de riego si llueve. Una pequeña cubeta de PVC recoge el agua de lluvia, y en el interior hay dos electrodos que funcionan como un interruptor por el efecto conductor del agua que se almacena.
- **Higrómetros.** Controla el riego con más rigor que el pluviómetro, puesto que mide mediante sondas el grado de humedad del suelo en cada momento.
- **Programadores.** El programador y los temporizadores sirven para regular el riego. Actúan como el cerebro que regula el sistema según las necesidades de las plantas y minimiza el consumo de agua. Suelen ser de tres tipos: electromecánicos, formados por un pequeño motor eléctrico que permite el movimiento de diversos relojes mecánicos en los que se determinan los horarios; electrónicos, precisos en sus órdenes y los más indicados para las pequeñas instalaciones, y los híbridos, que

son una combinación de los dos anteriores, que reúne las ventajas de la exactitud de los programadores electrónicos y la facilidad de uso de los electromecánicos.

- **Válvulas.** Suelen estar construidas de latón, fundición, o plásticos, en especial, PVC. Su función específica es regular el paso del agua a través de una canalización. Las válvulas que funcionan manualmente se denominan de control, y las que actúan de acuerdo a un parámetro de la propia agua, de regulación. (Ambientum, 2017)

2.2.3 Métodos de riego

2.2.3.1 Riego por goteo

El riego por goteo o riego gota a gota es un método de irrigación que permite una óptima aplicación de agua y abonos en los sistemas agrícolas de las zonas áridas. El agua aplicada se infiltra en el suelo irrigando directamente la zona de influencia radicular a través de un sistema de tuberías y emisores.

Actualmente se han añadido varias mejoras en los emisores:

Goteros auto compensantes:

Estos emisores ofrecen un caudal fijo dentro de un rango más o menos amplio de presión. La utilidad de estos goteros radica en la capacidad de homogeneización del riego a lo largo de una línea de riego, ya que los últimos emisores de la línea normalmente tienen una menor presión que los primeros debido a la caída de presión por rozamiento del agua con la tubería.

Goteros anti drenantes:

Estos goteros se cierran automáticamente al bajar la presión en el sistema de riego, de manera que no ocurre la descarga de la tubería, lo que produce ventajas tales como evitar la entrada de aire al sistema y la bomba de riego no necesita cargar el sistema para empezar a funcionar, por tanto, optimiza su uso.

Goteros regulables:

Permiten regular el caudal con un mando mecánico.

Ventajas:

- Reduce de manera importante la evaporación del agua en el suelo.
- Permite automatizar completamente el sistema de riego, con los consiguientes ahorros en mano de obra. El control de las dosis de aplicación es más fácil y completo.
- Debido al mantenimiento de humedades altas en el bulbo realizado por los emisores, permite el uso de aguas más salinas para el riego que los sistemas de irrigación por superficie y por aspersión.
- Tiene una adaptación más fácil en terrenos irregulares, rocosos o con fuertes pendientes.
- Reduce la proliferación de malas hierbas en las zonas no regadas.

Cultivos y clima:

- El uso de sistemas de irrigación por goteo está muy extendido en cultivos frutales, cítricos, vid y hortícolas, especialmente en zonas templadas con escasez de recursos hídricos.

Partes de la instalación:

- Grupo de bombeo: para suministrar la presión y el caudal adecuado a la instalación.
- Filtración: el mayor o menor grado de espesor de filtración de la misma ira relacionado con la calidad del agua, y el tamaño de la boquilla del aspersor.
- Sistema de abonado.
- Red de tuberías.

- Tuberías porta emisores: el caudal y la separación entre emisores dependerá del cultivo que se trate y de las características de suelo donde se encuentre. (Novagric, 2014)

2.2.3.2 Riego por aspersión

Distinguiremos los sistemas:

- Sistemas convencionales: estos sistemas son los primeros que se desarrollaron en el riego por aspersión. Se dividen a su vez en:
- Sistemas fijos: se colocan los aspersores en el marco establecido, y el sistema de tuberías puede ser enterrado o bien superficial, quedando como parte saliente y con la altura adecuada el vástago donde irá incorporado el aspersor.
- Sistemas Semifijos: son esencialmente sistemas que se van desplazando de una zona a otra de forma manual o mecanizada mediante un desmontaje rápido del sistema. Dentro de estos sistemas se encuentran las alas de riego y los cañones de riego.
- Sistemas auto mecanizados: son sistemas automotrices que llevan instalados motores eléctricos o sistemas hidráulicos que permiten su movimiento a lo largo de la superficie de riego. Dentro de estos sistemas se encuentran los sistemas pivotantes de riego, los sistemas de desplazamiento lateral (carros de riego) y otras máquinas regadoras.

La elección de un sistema u otro se establece según los criterios técnico-económicos que permiten o no su instalación, como son la superficie a regar, la orografía del terreno, el acceso a la electricidad en la finca, etc.

El uso de sistemas de irrigación por goteo está muy extendido en cultivos extensivos (cereales, forrajes, patata, remolacha, etc.) y hortícolas. Se utiliza en terrenos con orografía irregular, donde los recursos hídricos son abundantes.

Ventajas de la aspersión:

- Tiene un menor consumo de agua que los sistemas de riego por inundación.
- Presenta una gran adaptabilidad a terrenos irregulares, con grandes diferencias de cota en su superficie.
- Permite dosificar el agua con una buena precisión.
- Su distribución sobre el material vegetal depende del viento, aunque a bajas velocidades es muy homogénea.
- Es utilizado para la aplicación de riego anti helada y la aplicación de fitohormonas.

Partes de la instalación:

- Grupo de bombeo: para suministrar la presión y el caudal adecuado a la instalación.
- Filtración: el mayor o menor grado de espesor de filtración de la misma ira relacionado con la calidad del agua, y el tamaño de la boquilla del aspersor.
- Sistema de abonado.
- Red de tuberías.
- Aspersores: El alcance, el caudal y el tamaño de gota determinaran la elección de uno u otro modelo tanto en circulares como sectoriales.

Materiales empleados:

- Instalación en Aluminio clásica
- Instalación en PE con acoples rápidos
- Instalación enterrada con PVC o PE (Novagric, 2014)

2.2.3.3 Riego por micro aspersores

Los Micro aspersores están destinados a suministrar el riego mediante gotas muy finas. Poseen un deflector giratorio, denominado rotor o bailarina, que ayuda a ofrecer un mayor diámetro de cobertura, una menor tasa de precipitación que los difusores, un mayor tamaño de gota, y

una mejor distribución del agua (sobre todo en uniformidad de distribución). Por cada tipo de micro aspersor existen varios tipos de rotores (bailarinas).

La diferencia principal con la nebulización es que la microaspersión proyecta en agua en forma de chorros diminutos a la planta, en lugar de suministrarla en forma nebulizada, y a su vez disponen de elementos giratorios que distribuyen el agua en la superficie.

Actualmente los emisores de micro difusión presentan múltiples combinaciones en su instalación:

Se puede instalar directamente sobre tubería superficial de PE (25 o 35 mm de diámetro) o bien podrán ir dispuestos sobre varillas soporte y microtubo. Tiene un montaje y manejo sencillo, sin necesidad de utilizar herramientas para su instalación.

Todos los componentes son intercambiables, permitiendo utilizar el diseño más apropiado para cada necesidad.

Aplicación:

Los micro aspersores son ideales para riegos de bajo volumen en cultivos hortícolas, fruticultura, flores, invernaderos, viveros, protección contra heladas y riego de jardines. También permiten la aplicación de productos fitosanitarios en la cobertura vegetal de los cultivos.

Su uso está muy extendido en invernaderos, sobre todo en hortícolas de hoja (lechuga, espinaca, col).

Partes de la instalación:

Grupo de Bombeo: para suministrar la presión y el caudal adecuado a la instalación.

Filtración: el mayor o menor grado de espesor de filtración de la misma ira relacionado con la calidad del agua, y el tamaño de la boquilla del aspersor.

Sistema de abonado

Red de tuberías.

Micro aspersores: El alcance, el caudal y el tamaño de gota determinaran la elección de uno u otro modelo y la modalidad de la instalación.

Materiales empleados:

Instalación enterrada con PVC o PE y accesorios necesarios.

Dependiendo de la modalidad de instalación podemos encontrar los siguientes materiales:

Instalación de tuberías de PE aérea, junto con el sistema portante, microtubos y sistemas de conexión de los micro aspersores. (microaspersión invertida)

Instalación de tuberías de PE en el suelo, varillas de soporte, microtubos y sistemas de conexión de los micro aspersores. (Novagric, 2014)

2.2.3.4 Riego hidropónico

Existen diferentes tipos de sistemas hidropónicos, clasificados de la siguiente manera:

Sistemas hidropónicos en medio líquido

Estos sistemas no poseen sustratos para el desarrollo de los cultivos, por lo que se produce directamente sobre el agua mediante distintos sistemas que portan las plantas como:

- Hidroponía de flujo profundo: NGS.
- Sistemas flotantes: Bandejas Flotantes.
- Sistemas por lámina de agua: NFT.

Sistemas hidropónicos en sustrato

En estos sistemas se cultiva utilizando sustratos inertes irrigados mediante sistemas de riego por goteo, subirrigación, o exudación. Los sustratos más comunes son la perlita, la lana de roca, la fibra de coco y la turba.

- Cultivos en bancadas o surcos.
- Cultivo en saco.
- Cultivo en contenedores individuales o canales.
- Cultivo en superficie (enarenados).

Sistemas aeropónicos

Consiste en el cultivo mediante sistemas donde la raíz permanece al aire libre, en un contenedor que la mantiene en la oscuridad, donde se aplica la solución nutritiva en forma de aerosol en forma de niebla. El uso de sistemas hidropónicos se justifica en cultivos de alta rentabilidad que exigen un elevado control del proceso productivo, como son los cultivos en invernadero de cucurbitáceas, tomate, pimiento y fresa.

Drenajes en Hidroponía

Los sistemas hidropónicos necesitan que se establezca un porcentaje de drenaje, sobre todo en sistemas hidropónicos en sustrato, con el objeto de no salinizar el ambiente radicular sobre todo cuando se utilizan en hidroponía aguas salinas.

Dependiendo del uso que se le dé al drenaje del sistema, se clasifican en:

Sistemas a solución perdida

El agua de drenaje en estos sistemas no se reutiliza en la producción bajo cultivo hidropónico. Normalmente suele utilizarse en el riego de otras parcelas bajo sistemas tradicionales de riego, ya que poseen nutrientes no utilizados por el cultivo hidropónico.

Ventajas del sistema hidropónico

- Provee al sistema radicular de un nivel de humedad constante en todo momento, independiente del clima o de la etapa de crecimiento del cultivo. Reduce los riesgos derivados por excesos de irrigación, como la asfixia radicular.
- Proporciona una mejor planificación y operatividad de la plantación.
- Fácil automatización y programación del sistema en niveles variables.
- Optimiza el gasto de agua y fertilizantes.
- Asegura la irrigación en toda el área radicular.

- Reduce considerablemente los problemas de enfermedades producidas por patógenos del suelo.
- Aumenta los rendimientos y mejora la calidad de la producción.

Partes del sistema hidropónico

- Invernadero.
- Cabezal de riego automatizado y sistema de soporte de las plantas.
- Equipo de bombeo.
- Recipientes para las disoluciones de nutrientes concentrados.
- Conductos para la aplicación del fertirriego.
- Programador de riego.
- Recibidor del drenaje o efluente.

Materiales empleados

Instalación de riego de PVC o PE y accesorios necesarios. Dependiendo del tipo de riego hidropónico podemos tener:

- Mesas de cultivo.
- Sacos de cultivo.
- Sistemas particulares de cultivo (NGS, NFT).
- Canales portantes del sistema de cultivo.
- Bandejas de drenaje. (Novagric, 2014)

2.2.3.5 Riego automático

Para el óptimo manejo del riego siempre resulta conveniente, en la medida de lo posible, disponer de sistemas automáticos de control del riego.

Ventajas:

Esto conlleva una serie de ventajas como:

- Ahorro de mano de obra, agua y energía.
- Mayor eficiencia de riego.
- Control de operaciones relacionadas al riego (control económico del riego)
- Reducción de costes de mantenimiento (detección de fallos y la protección de los diferentes componentes del sistema de riego).
- Aumentos de la producción debido a la optimización del riego.

Componentes:

Los componentes de un sistema de control automático del riego son los siguientes:

- Sensores y/o transductores:
- Tensiómetros, manómetros, presostatos, medidores de caudal, detectores de nivel, etc. sphygmomanometers, pressure gauges, pressure switches, flow meters, level detectors, etc.
- Actuadores: interruptores, electroválvulas, válvulas motorizadas, bombas, variadores de velocidad, arrancadores electrónicos, etc.
- Unidades de control (programadores, ordenadores, etc.)
- Sistemas de protección eléctrica.
- Sistema de comunicación mediante PC acceso local al programador o acceso remoto a través internet y/o a través de telefonía móvil a través de SMS.

2.2.3.6 Riego por nebulación

Los nebulizadores producen niebla fina, el agua a presión sale por un orificio de pequeño diámetro, de forma que el chorro producido se estrella contra una pared cóncava que lo despie y distribuye en forma nebulizada. Estos sistemas suelen trabajar con presiones relativamente elevadas, en torno a 2-4 bares.

Aplicaciones y uso:

Su uso puede realizarse para múltiples aplicaciones:

- Aumentar la humedad relativa de un invernadero.
- Para refrigerar el invernadero combinado con un sistema de ventilación forzada.
- Para aplicar tratamientos automatizados como la aplicación de abonos foliares, fitosanitarios, o cualquier otro producto soluble en agua.
- Efectuar el riego por nebulización

Estos sistemas pueden ajustar los caudales y el tamaño de gota cambiando la boquilla, para realizar un uso u otro según las necesidades de la producción. Regulando las presiones de agua en el cabezal también se consigue el mismo objetivo, adaptándose la aplicación a la realización humidificación, refrigeración, riego y/o aplicación de abonos o fitosanitarios.

Se utiliza, principalmente, en el riego de semilleros e invernaderos.

Partes de la instalación:

- Grupo de bombeo: para suministrar la presión y el caudal adecuado a la instalación.
- Filtración: debe tener un espesor de filtración que garantice que las boquillas no se obstruyan.
- Sistema de aplicación de productos solubles en agua
- Red de tuberías.
- Nebulizadores.

Materiales empleados

- Instalación enterrada con PVC o PE y accesorios necesarios.
- Instalación de tuberías de PE aérea, junto con el sistema portante, microtubos y sistemas de conexión de los microaspersores. (Novagric, 2014)

2.3 Energía renovable

Son aquellas fuentes de energía basadas en la utilización de recursos naturales: el sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal. Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles, sino recursos naturales capaces de renovarse ilimitadamente.

Uno de sus puntos fuertes es que tienen un impacto ambiental muy escaso, pues además de no emplear recursos finitos, no generan contaminantes.

A las energías renovables se les conoce también como energías alternativas o energías verdes.(Factorenergía, 2016)

2.3.1 Características de las energías renovables

- **Ayudan a potenciar el autoconsumo**

El uso de las energías renovables contribuye a que las casas sean mucho más autosuficientes en su consumo eléctrico. En un futuro no muy lejano, todos los edificios construidos deberán tener sus propias placas solares, calderas de biomasa o puntos de recarga para el coche eléctrico en su garaje comunitario; el autoconsumo eléctrico es mucho más fácil de alcanzar de lo que imaginamos. Puedes ampliar la información sobre el autoconsumo eléctrico visitando esta página, o también echándole un vistazo a nuestro artículo sobre placas solares.

- **Son energías beneficiosas para el medio ambiente**

Estamos constantemente luchando contra el cambio climático y buscando nuevas vías para cuidar nuestro entorno y hacerlo más sostenible. Un paso importantísimo es el uso de las energías renovables o alternativas a las energías tradicionales. Éstas dañan el

medioambiente a través de los residuos que generan y que proceden de la producción de ellas mismas.

- **Son recursos naturales gratuitos e inagotables**

Las energías renovables proceden de recursos naturales de acceso gratuito e inagotable. Siempre tendremos agua, viento o sol con los que producir energía limpia. En cambio, la energía generada a partir de combustibles fósiles (carbón, petróleo o gas) dispone de unos recursos limitados y son contaminantes para el medioambiente.

- **Las energías renovables pueden llegar a lugares aislados**

Las energías renovables, al generar la energía a través de fuentes naturales, se puede encontrar en cualquier sitio del mundo; con lo cual, cualquier rincón del mundo puede generar su propia energía y ser autosuficiente. (Factorenergía, 2016)

2.3.2 Tipos de energía renovables

Existen diferentes tipos de energías renovables. Partimos de la base de que podemos obtener energía de muchas maneras, solo hay que transformarla, en este caso, en energía eléctrica. En la naturaleza podemos encontrar variedad de fuentes inagotables de las que extraer energía. A continuación, enumeramos los diferentes tipos de energías renovables que existen:

2.3.2.1 Energía solar fotovoltaico

La energía solar es aquella que obtenemos del sol. A través de placas solares se absorbe la radiación solar y se transforma en electricidad que puede ser almacenada o volcada a la red eléctrica. También existe la energía solar termoeléctrica, que es aquella que utiliza la radiación solar para calentar un fluido (que puede ser agua), hasta que genere vapor, y accione una turbina que genera electricidad.

El sol es una de las principales fuentes de obtención de energía renovable, la obtención directa de electricidad mediante la luz solar la conocemos como el efecto fotovoltaico. Para ello, son

necesarias las células fotovoltaicas que absorben la luz del sol y transforman la energía radiante absorbida en eléctrica.

Esta transformación se realiza en los paneles solares. Los módulos solares están compuestos de unas fotocélulas con unos materiales semiconductores. Los materiales más habituales son compuestos de silicio. (Planas, 2020)

Existen tres tipos de paneles solares:

1. Fotovoltaicos, generadores de energía para las necesidades de nuestros hogares
2. Térmicos, que se instalan en casas con recepción directa de sol
3. Termodinámicos, que funcionan a pesar de la variación meteorológica, es decir, aunque sea de noche, llueva o esté nublado. (ACCIONA, 2020)



Figura 4: Paneles solares.
Fuente: <https://www.accion.com>.

2.3.2.2 Las principales ventajas son:

- No genera contaminación ni emisiones de gases de efecto invernadero. No contribuye al cambio climático.
- No requiere combustible. Únicamente la radiación del Sol.
- Su dimensionamiento es escalable. Es fácil añadir o quitar módulos según la demanda energética.

La producción de energía puede ser a gran escala para el consumo en general o a pequeña escala. Cuando es en pequeña escala, normalmente es para pequeñas viviendas, refugios de montaña o sitios aislados.

La energía fotovoltaica es la tercera fuente de energía renovable en términos de capacidad global. La energía hidráulica y eólica ocupa la segunda posición. (Planas, 2020)

2.3.2.3 Transformación de radiación solar en electricidad:

Para transformar la radiación solar en electricidad se utilizan los paneles fotovoltaicos. Un tipo de panel solar. Los paneles están compuestos de células fotovoltaicas. Las células están formadas por un material con electrones sensibles a la radiación solar. Cuando un fotón choca contra un átomo de silicio salta un electrón generando una corriente eléctrica.

Las instalaciones fotovoltaicas pueden ser montadas en el suelo, en la azotea, en la pared o flotantes. El soporte puede ser fijo o usar un seguidor solar para estar siempre orientados al sol.

El silicio es el material con el que se fabrican la mayor parte de las células fotovoltaicas.

La fabricación de las células fotovoltaicas es un proceso costoso, tanto económicamente como en tiempo.

El silicio es un material muy abundante en la Tierra. Sin embargo, el procesamiento del silicio es laborioso y complicado.

Mediante unos procesos muy complicados se elaboran lingotes de silicio. Después, de estos lingotes se cortan las obleas (células fotovoltaicas).

En la actualidad se están preparando otros materiales de mayor rendimiento. (Planas, 2020)

2.3.2.4 Eficiencia energética

Los módulos fotovoltaicos pueden producir electricidad a partir de una gama concreta de frecuencias de la luz. De todos modos, en general no puede cubrir toda la gama solar. En concreto, la luz ultravioleta, infrarroja y baja o difusa no se convierten.

Si los paneles solares se iluminaran con luz monocromática se podrían obtener eficiencias muy superiores.

Por tanto, otro concepto de diseño es la de dividir la luz en diferentes longitudes de onda. Una vez separadas, dirigirlas hacia diferentes células sintonizadas en estos rangos. Esto ha sido proyectado para ser capaz de elevar la eficiencia en un 50%.

Actualmente, la tasa mejor de conversión de la luz solar en energía fotovoltaica es de alrededor de 21,5%. (Planas, 2020)

2.3.2.5 Uso y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica

La principal aplicación es la producción de electricidad a partir de la radiación solar.

Los sistemas fotovoltaicos varían desde sistemas pequeños hasta grandes centrales eléctricas.

Los pequeños suelen ir montados en el techo o integrados en edificios con capacidades desde unas pocas hasta varias decenas de kilovatios. Las grandes centrales eléctricas pueden generar cientos de megavatios.

Las principales técnicas y usos de esta tecnología son las siguientes:

- Sistemas integrados en tejados y edificios. Los sistemas fotovoltaicos de los tejados se suelen adaptar a los edificios existentes. Generalmente van montados sobre la estructura del techo existente o en las paredes existentes.
- Colector solar fotovoltaico térmico híbrido. Estos sistemas son sistemas que convierten la radiación solar en energía térmica y eléctrica.
- Concentrador fotovoltaico. Los concentradores utilizan lentes y espejos curvos para enfocar la luz solar en células solares pequeñas. De este modo se consigue una potencia fotovoltaica mucho mayor.
- Electrificación rural. Este tipo de aplicación solar se utiliza en aldeas rurales donde las líneas eléctricas están muy alejadas de la población.
- Centrales eléctricas. Estas centrales son granjas solares para obtener una alta producción de potencia eléctrica.
- Solar flotante. Los sistemas de energía solar flotante se instalan en sitios donde hay poca superficie de tierra disponible. Los paneles solares, en este caso, se encuentran flotando en una superficie acuática como en un pantano, lago, etc.
- Sistemas independientes. El ejemplo más claro de estos sistemas son las calculadoras solares.
- En transporte. Utilizada para obtener potencia motriz.
- Telecomunicaciones y señalización.
- Aplicaciones de naves espaciales. (Planas, 2020)

2.3.2.6 Instalación aislada y conectada a la red

Principalmente se diferencian dos tipos de instalaciones fotovoltaicas:

- Instalaciones fotovoltaicas de conexión a red. La energía que se produce se utiliza íntegramente para la venta a la red eléctrica de distribución.
- Instalaciones fotovoltaicas aisladas de red. Se utilizan para autoconsumo. Puede ser en una vivienda aislada, una estación repetidora de telecomunicación, u otros lugares remotos. Permite obtener electricidad, bombeo de agua para riego, etc. (Planas, 2020)

2.3.2.7 Sistema aislado

Dentro de los sistemas no conectados a la red existen infinidad de aplicaciones. Por ejemplo:

- En pequeños aparatos como calculadoras.
- Alumbrado público.
- Motores eléctricos.
- Automóviles y aviones.



*Figura 5: Sistema aislante energía fotovoltaica.
Fuente: Google Imágenes (2021).*

2.3.2.8 Sistemas conectados a la red

En resumen, un sistema solar fotovoltaico conectado a red o de tipo de conexión de red, funciona de la siguiente manera: por medio de uno o varios paneles solares fotovoltaicos se genera electricidad en corriente continua, esta energía se transforma por medio de uno o varios inversores para conexión de red en corriente alterna y se inyecta en paralelo con la red pública la generación lograda. Los sistemas solares fotovoltaicos conectados a red permiten a los usuarios cogenerar electricidad o inyectar en paralelo la energía, ya sea para autoconsumo o para el despacho al sistema interconectado.

El concepto de los sistemas solares fotovoltaicos conectados a red es compatible con un amplio margen de aplicaciones, las cuales pueden ir desde centrales de centenares de megavatios hasta pequeños sistemas de unos cuantos kilovatios.

El carácter intrínsecamente modular de la tecnología fotovoltaica permite, al contrario que en la mayoría de las fuentes de energía convencionales, un costo unitario relativamente independiente del tamaño de la instalación; por ello los pequeños sistemas presentan un gran interés (producción de energía descentralizada u autosuficiencia del usuario o consumidor).

En términos generales, los generadores fotovoltaicos distribuidos conectados a la red pueden aportar importantes beneficios a los sistemas de distribución, dependiendo de las características y condiciones operativas de red de distribución, así como de la localización de éstos dentro de la misma. Los beneficios potenciales más importantes son:

- Modulación de picos de demanda cuando existe cierto grado de coincidencia entre el perfil de generación fotovoltaica y el perfil de consumo del inmueble o alimentador.
- Alivio térmico a equipos de distribución, lo que implica también la posibilidad de postergar inversiones de capital para incrementar su capacidad o reemplazo.
- Disminución de pérdidas por transmisión y distribución.

- Soporte de voltaje en alimentadores de distribución.
- Compensación de potencia reactiva en el alimentador. (ENERGIA, 2018)

Características de un sistema fotovoltaico conectado a red

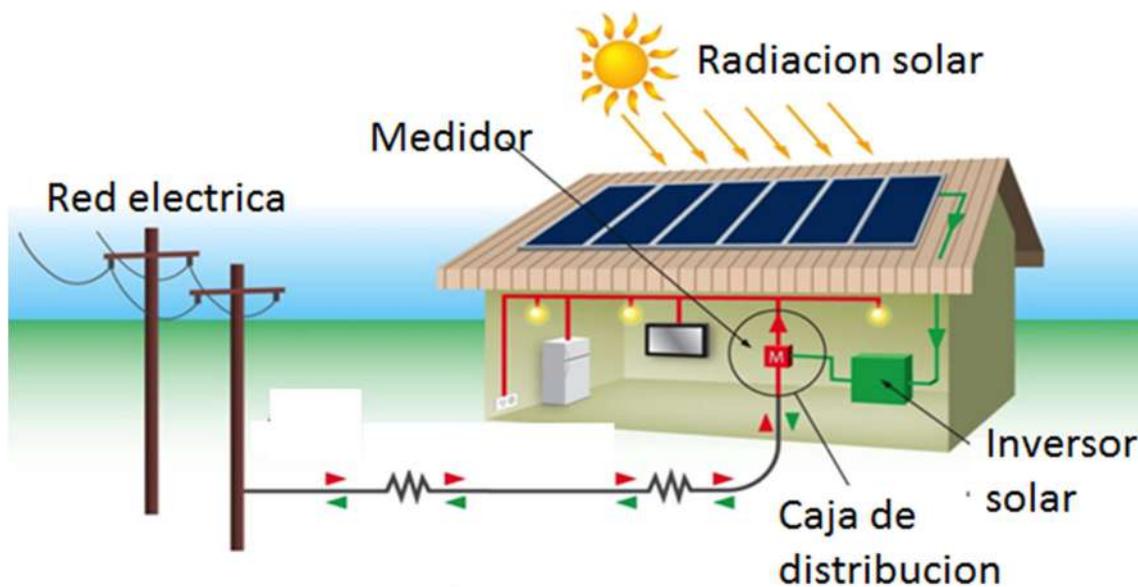
Las principales componentes de un sistema fotovoltaico conectado a la red son: el arreglo fotovoltaico, que es el elemento encargado de transformar la radiación del sol en electricidad; y un elemento acondicionador de la potencia producida, un inversor de corriente continua a corriente alterna, cuya función es adecuar la energía generada por el arreglo a las características eléctricas que la red a la cual se conectará demanda.

Un arreglo fotovoltaico está constituido por un determinado número de módulos o paneles solares fotovoltaicos. El número de unidades dependerá de la potencia nominal requerida en el arreglo y de la potencia pico de los módulos seleccionados. El voltaje de salida del arreglo, que corresponde al voltaje de operación del inversor, se obtiene mediante la conexión en serie de un número determinado de paneles solares fotovoltaicos; y la potencia, a través de la conexión paralelo de dichas series. La potencia nominal de los módulos o paneles solares fotovoltaicos, normalmente está entre los 200 y 450 Wp. El material comúnmente usado en la fabricación de los módulos o paneles fotovoltaicos es el silicio; la eficiencia típica de estos módulos en condiciones estándar de irradiación y temperatura (i.e., 1,000W/m², 25°C, AM1.5) se encuentra entre 14 y 22% para silicio mono cristalino y silicio poli cristalino; y entre 5 y 7 % para los de silicio amorfo.

El acondicionamiento de la potencia eléctrica generada por el arreglo fotovoltaico, indispensable para la conexión de éste a la red eléctrica convencional, se realiza mediante uno o varios inversores de tipo conexión de red, que convierte la corriente directa producida por el generador fotovoltaico a corriente alterna, en fase y a la frecuencia de la red para una conexión segura y confiable al sistema interconectado. La eficiencia de los inversores es generalmente mayor a 90% cuando éstos operan arriba del 10% de su potencia nominal.

Para extraer siempre la máxima potencia disponible en el arreglo fotovoltaico, el inversor incorpora entre sus funciones uno o varios elementos de control que sigue permanentemente el punto de máxima potencia del arreglo (MPPT, por sus siglas en inglés) mediante un ajuste continuo de la impedancia de la carga.

En relación con los aspectos de seguridad y de calidad de la energía producida, las compañías suministradoras del servicio eléctrico requieren de los fabricantes y usuarios de estos equipos el cumplimiento de normas y disposiciones aplicables que garanticen que la instalación y operación del inversor, y del sistema fotovoltaico en su conjunto, sea segura y no afecte adversamente la calidad de la energía. (ENERGIA, 2018)



*Figura 6: Sistemas conectados a la red.
Fuente: <https://www.renova-energia.com>.*

2.3.3.1 Energía Eólica

En el caso de la energía eólica la generación de electricidad se lleva a cabo con la fuerza del viento. Los molinos de viento que están en los parques eólicos son conectados a generadores de electricidad que transforma en energía eléctrica el viento hace girar sus aspas. También tenemos un artículo donde ampliamos la información sobre energía eólica.

2.3.3.2 Energía hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica o hidráulica es otra de las energías alternativas más conocidas. Utiliza la fuerza del agua en su curso para generar la energía eléctrica y se produce, normalmente, en presas.

Biomasa

Esta energía alternativa es una de las formas más económicas y ecológicas de generar energía eléctrica en una central térmica. La energía biomasa consiste en la combustión de residuos orgánicos de origen animal y vegetal. Con producto biodegradable, como serrín, cortezas y todo aquello que pueda ir “al contenedor marrón”, se puede prensar un combustible que prenda el fuego a modo de yesca, siendo sustituible el carbón por este producto y, a gran escala, pudiendo ser utilizado para producción de energía de forma renovable.

2.3.3.3 Biogás

El biogás es una energía alternativa producida biodegradando materia orgánica, mediante microorganismos, en dispositivos específicos sin oxígeno, así se genera un gas combustible que se utiliza para producir energía eléctrica.

2.3.3.3 Energía del mar

La mareomotriz aprovecha la fuerza de las mareas o de las olas, es la producción de energía (eléctrica) gracias a la fuerza del mar.

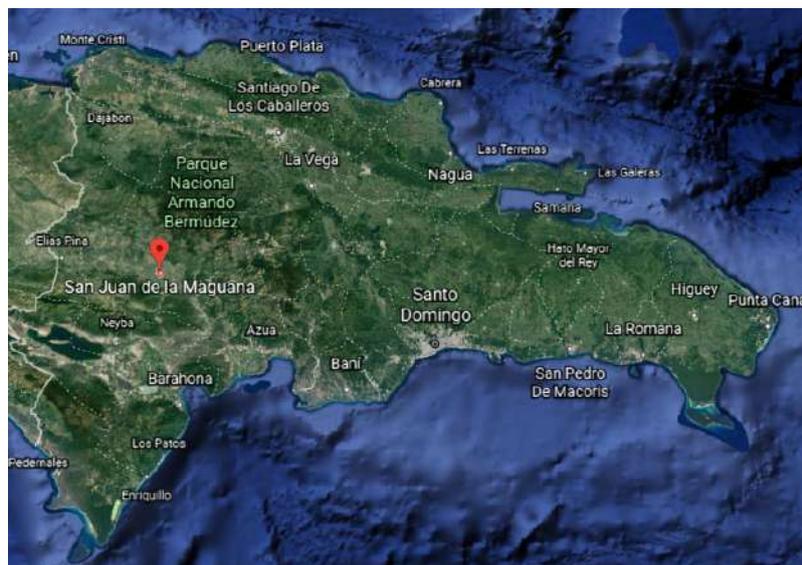
2.3.3.4 Energía geotérmica

Energía alternativa que nace en el corazón de la tierra, la energía geotérmica es aquella que aprovecha las altas temperaturas de yacimientos bajo la superficie terrestre (normalmente volcánicos) para la generación de energía a través del calor, pues suelen encontrarse a 100 o 150 grados centígrados. (Factorenergía, 2016)

2.4 Marco contextual

2.4.1 Localización del área de estudio

El área de estudio de esta investigación está localizada en el km 9 de la carretera San Juan – Azua, en la zona rural Mijo, del municipio de San Juan De La Maguana, provincia San Juan, República Dominicana. Tiene un terreno de 600 tareas. Actualmente es utilizada para siembra de diferentes vegetales como cebollas, ajíes, entre otros.



*Figura 7: Mapa de República Dominicana.
Fuente: Google Earth (2021).*

2.4.2 Ubicación geográfica

El municipio cabecero de San Juan De La Maguana, provincia San Juan está situado en la región Occidental de la República Dominicana, en el centro del Valle de San Juan, el viejo Maguana taina. Limitando al norte y al este con la Cordillera Central, al sur con la Sierra de Neiba y al oeste con una cadena de colinas bajas.

El río San Juan es el principal río de la región y el municipio está situado a orillas del mismo.
(Weatherspark, 2017)

Extensión territorial

1,727 km².

Población (Censo 2012)

169,032 habitantes.

Densidad poblacional

69.1 hab/km².



*Figura 8: Mapa de San Juan De La Maguana.
Fuente: Google Maps (2021).*

2.4.3 Datos meteorológicos

En San Juan de la Maguana, los veranos son cortos, muy calientes, opresivos y nublados y los inviernos son cortos, cómodos, húmedos, secos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 18 °C a 33 °C y rara vez baja a menos de 16 °C o sube a más de 35 °C.

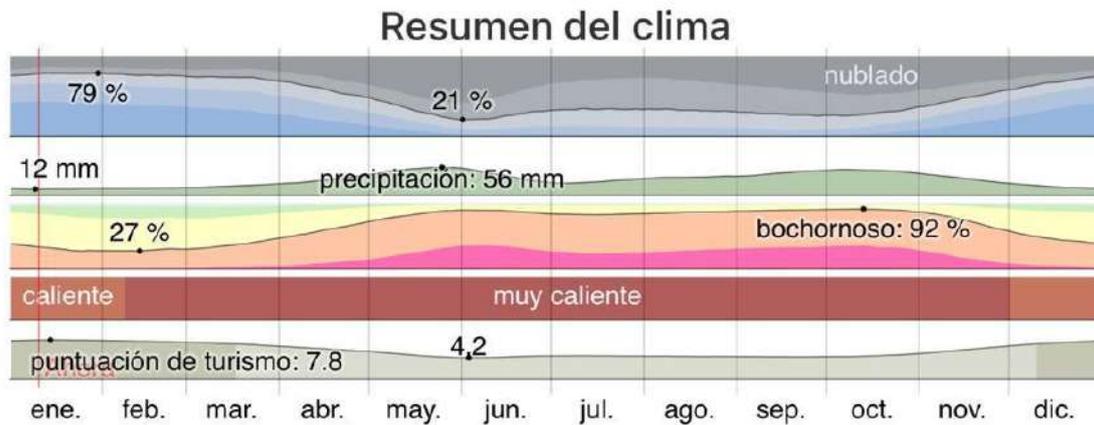


Figura 9: Resumen del clima; San Juan.
Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

2.4.4 Temperatura

La temporada calurosa dura 2.7 meses, del 25 de junio al 14 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 32 °C. El día más caluroso del año es el 6 de agosto, con una temperatura máxima promedio de 33 °C y una temperatura mínima promedio de 22 °C.

La temporada fresca dura 2.6 meses, del 25 de noviembre al 12 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 30 °C. El día más frío del año es el 22 de enero, con una temperatura mínima promedio de 18 °C y máxima promedio de 29 °C. (Weatherspark, 2017)

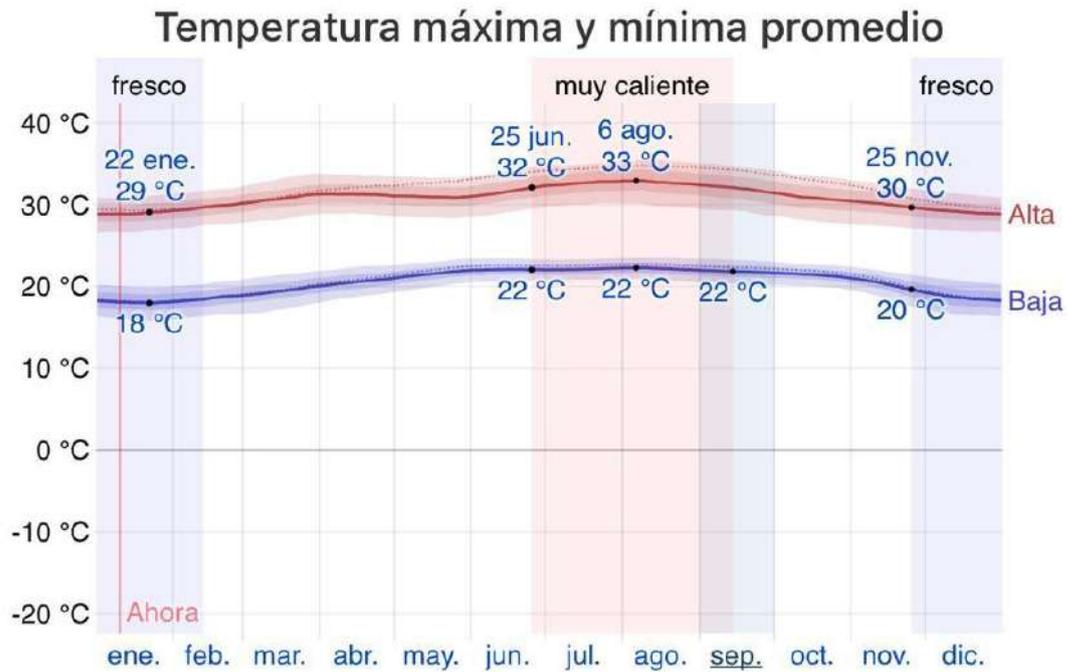


Figura 10: La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

La figura siguiente muestra una ilustración compacta de las temperaturas promedio por hora de todo el año. El eje horizontal es el día del año, el eje vertical es la hora y el color es la temperatura promedio para ese día y a esa hora.

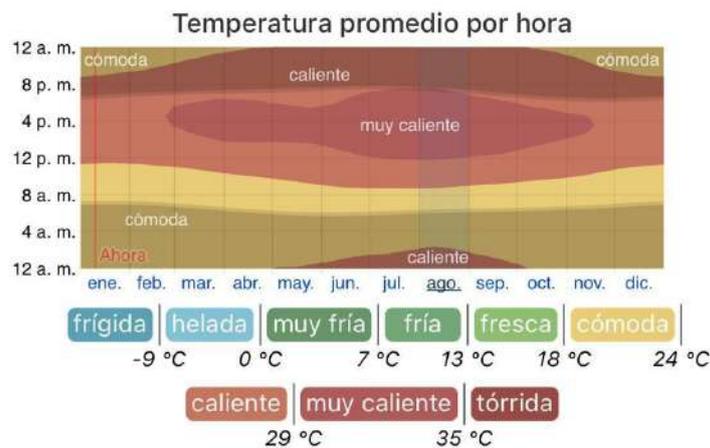


Figura 11: La temperatura promedio por hora, codificada por colores en bandas. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

2.4.5 Nubes

En San Juan de la Maguana, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía extremadamente en el transcurso del año.

La parte más despejada del año en San Juan de la Maguana comienza aproximadamente el 19 de noviembre; dura 5.3 meses y se termina aproximadamente el 29 de abril. El 30 de enero, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 79 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 21 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 29 de abril; dura 6.7 meses y se termina aproximadamente el 19 de noviembre. El 1 de junio, el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 79 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 21 % del tiempo.

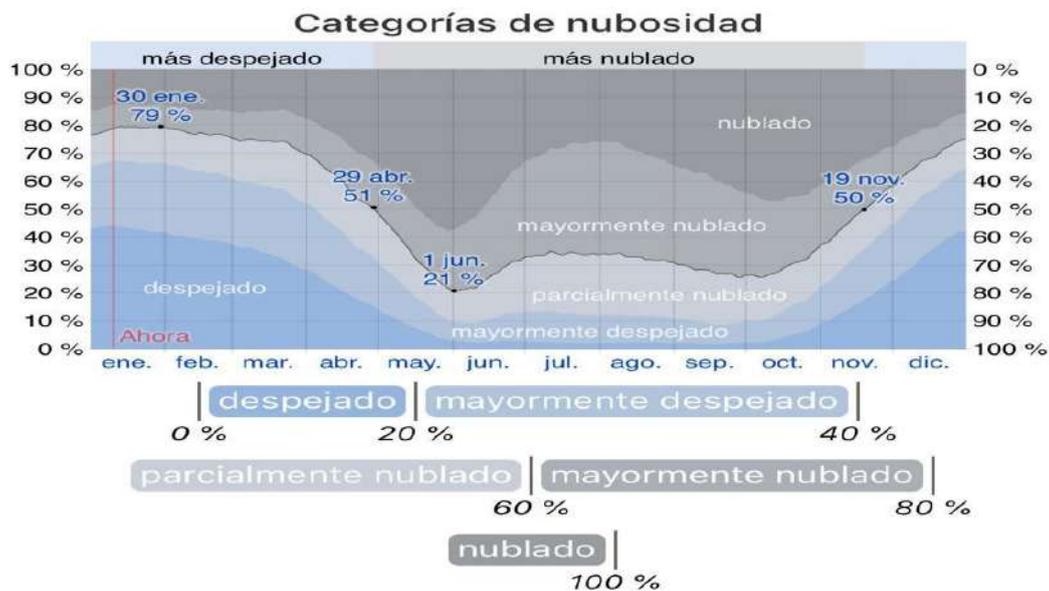


Figura 12: El porcentaje de tiempo pasado en cada banda de cobertura de nubes, categorizado según el porcentaje del cielo cubierto de nubes.

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

2.4.6 Precipitación

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

La temporada más mojada dura 6.8 meses, de 20 de abril a 13 de noviembre, con una probabilidad de más del 14 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 22 % el 18 de mayo. (Weatherspark, 2017)

La temporada más seca dura 5.2 meses, del 13 de noviembre al 20 de abril. La probabilidad mínima de un día mojado es del 6 % el 23 de enero.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 22 % el 18 de mayo.



Figura 13: El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas: solo lluvia, solo nieve, mezcla (llovió y nevó el mismo día).

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

2.4.7 Lluvia

Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de

cada día del año. San Juan de la Maguana tiene una variación ligera de lluvia mensual por estación. La temporada de lluvia dura 11 meses, del 22 de enero al 3 de enero, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 25 de mayo, con una acumulación total promedio de 56 milímetros. El periodo del año sin lluvia dura 2.8 semanas, del 3 de enero al 22 de enero. La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 9 de enero, con una acumulación total promedio de 12 milímetros. (Weatherspark, 2017)



Figura 14: La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25º al 75º y del 10º al 90º. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve líquido promedio correspondiente.

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

2.4.8 Sol

La duración del día en San Juan de la Maguana varía durante el año. En 2021, el día más corto es el 21 de diciembre, con 11 horas y 0 minutos de luz natural; el día más largo es el 20 de junio, con 13 horas y 16 minutos de luz natural.



Figura 15: La cantidad de horas durante las cuales el sol está visible (línea negra). De abajo (más amarillo) hacia arriba (más gris), las bandas de color indican: luz natural total, crepúsculo (civil, náutico y astronómico) y noche total.

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

La salida del sol más temprana es a las 6:07 a. m. el 5 de junio, y la salida del sol más tardía es 1 hora y 14 minutos más tarde a las 7:20 a. m. el 18 de enero. La puesta del sol más temprana es a las 6:05 p. m. el 24 de noviembre, y la puesta del sol más tardía es 1 hora y 20 minutos más tarde a las 7:26 p. m. el 6 de julio. (Weatherspark, 2017)



Figura 16: El día solar durante el año 2021. De abajo hacia arriba, las líneas negras son la medianoche solar anterior, la salida del sol, el mediodía solar, la puesta del sol y la siguiente medianoche solar. El día, los crepúsculos (civil, náutico y astronómico).

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

2.4.9 Luna

La siguiente figura es una representación compacta de los principales datos de la luna en el 2021. El eje horizontal es el día, el eje vertical es la hora del día y las áreas sombreadas indican cuándo está la luna sobre el horizonte. Las barras grises verticales (luna nueva) y las barras azules (luna llena) indican las fases de la luna.



Figura 17: La hora a la que la luna está sobre el horizonte (área azul claro) con la luna nueva (líneas grises oscuro) y la luna llena (líneas azules) indicadas. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

2.4.10 Humedad

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

En San Juan de la Maguana la humedad percibida varía extremadamente.

El período más húmedo del año dura 8.8 meses, del 27 de marzo al 20 de diciembre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 43 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 13 de octubre, con humedad el 92 % del tiempo. El día menos húmedo del año es el 13 de febrero, con condiciones húmedas el 27 % del tiempo.

El día menos húmedo del año es el 13 de febrero, con condiciones húmedas el 27 % del tiempo.

(Weatherspark, 2017)

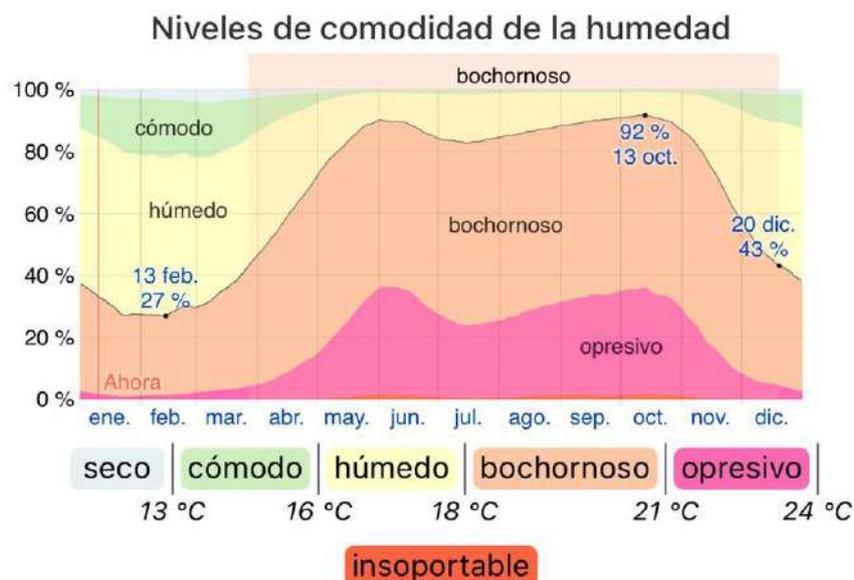


Figura 18: El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

2.4.11 Viento

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

La velocidad promedio del viento por hora en San Juan de la Maguana tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 2.8 meses, del 4 de junio al 30 de agosto, con velocidades promedio del viento de más de 11.5 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 12 de julio, con una velocidad promedio del viento de 13.9 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 9.1 meses, del 30 de agosto al 4 de junio. El día más calmado del año es el 23 de octubre, con una velocidad promedio del viento de 9.0 kilómetros por hora. (Weatherspark, 2017)

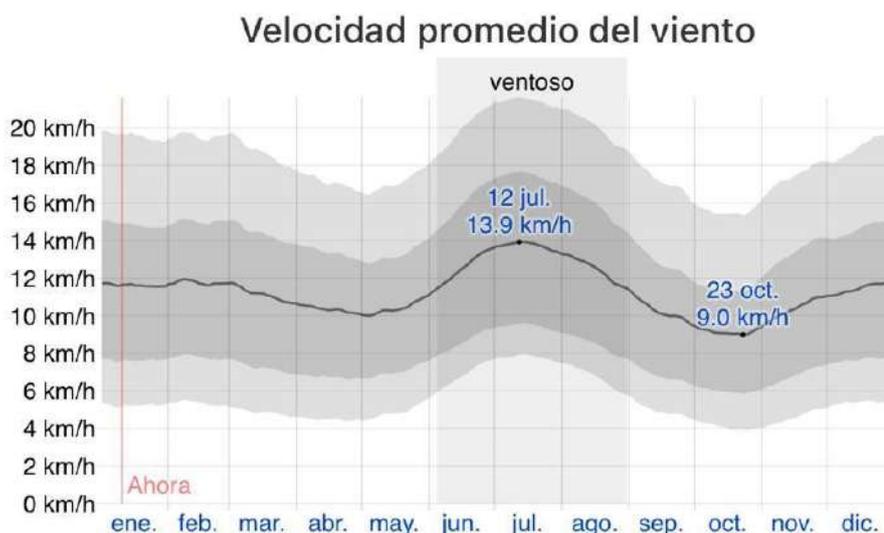


Figura 19: El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25º a 75º y 10º a 90º.

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

La dirección del viento promedio por hora predominante en San Juan de la Maguana es del este durante el año.



Figura 20: El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1.6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

2.4.12 Temperatura del agua

San Juan de la Maguana se encuentra cerca de una masa grande de agua (p. ej. un océano, mar o lago grande). Esta sección reporta la temperatura promedio de la superficie del agua de un área amplia.

La temperatura promedio del agua tiene variaciones estacionales considerables durante el año.

La época del año cuando el agua está más caliente dura 3.4 meses, del 28 de julio al 9 de noviembre, con una temperatura promedio superior a 29 °C. El día del año cuando el agua está más caliente es el 16 de septiembre, con una temperatura promedio de 29 °C.

La época del año cuando el agua está más fría dura 3.3 meses, del 7 de enero al 18 de abril, con una temperatura promedio inferior a 27 °C. El día del año cuando el agua está más fría es el 2 de marzo, con una temperatura promedio de 26 °C. (Weatherspark, 2017)

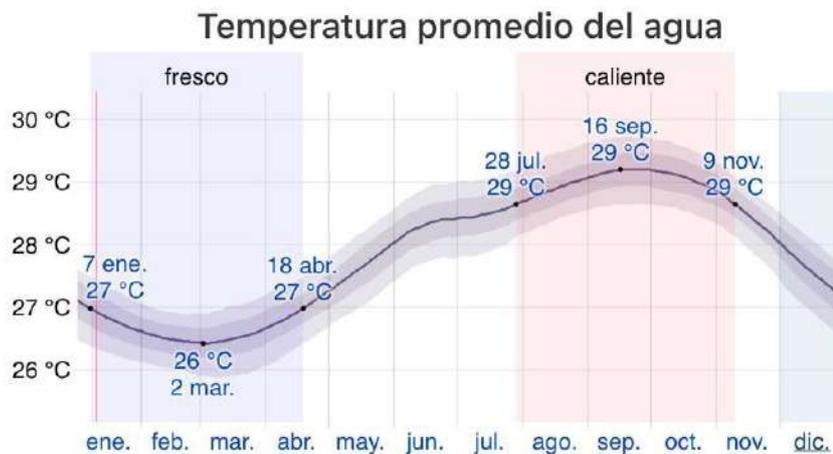


Figura 21: La temperatura diaria promedio del agua (línea púrpura), con las bandas de los percentiles 25º a 75º y 10º a 90º.

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

2.4.13 Período de cultivo

Las definiciones del periodo de cultivo varían en todo el mundo, pero para fines de este informe, lo definimos con el periodo continuo más largo de temperaturas sin heladas (≥ 0 °C) del año (el año calendario en el hemisferio norte o del 1 de julio al 30 de junio en el hemisferio sur).

Las temperaturas en San Juan de la Maguana son lo suficientemente cálidas todo el año por lo que no tiene sentido hablar del periodo de cultivo en estos términos. No obstante, la siguiente tabla se incluye como ilustración de la distribución de temperaturas durante el año. (Weatherspark, 2017)

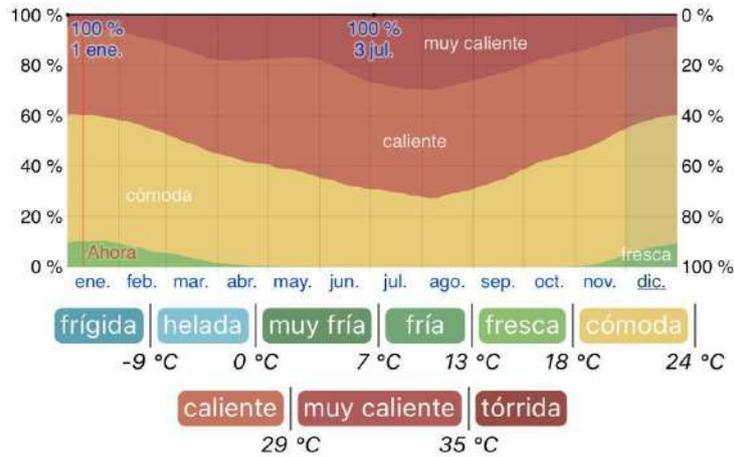


Figura 22: El porcentaje de tiempo que se pasa en diferentes bandas de temperatura. La línea negra es el porcentaje de probabilidad de que un día dado esté dentro del periodo de cultivo.

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

Los grados día de crecimiento son una medida de la acumulación de calor anual que se usan para predecir el desarrollo de las plantas y los animales y se define como la integral térmica por encima de una temperatura base, descartando el exceso por encima de una temperatura máxima. En este informe usamos una base de 10 °C y un tope máximo de 30 °C.



Figura 23: Los grados día de crecimiento promedio acumulados en el transcurso del año, con las bandas de percentiles 25 a 75 y 10 a 90.

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

2.4.14 Energía solar

Esta sección trata sobre la energía solar de onda corta incidente diaria total que llega a la superficie de la tierra en una área amplia, tomando en cuenta las variaciones estacionales de la duración del día, la elevación del sol sobre el horizonte y la absorción de las nubes y otros elementos atmosféricos. La radiación de onda corta incluye luz visible y radiación ultravioleta.

La energía solar de onda corta incidente promedio diaria tiene variaciones estacionales leves durante el año.

El período más resplandeciente del año dura 2.2 meses, del 27 de febrero al 2 de mayo, con una energía de onda corta incidente diaria promedio por metro cuadrado superior a 6.3 kWh.

El día más resplandeciente del año es el 2 de abril, con un promedio de 6.7 kWh.

El periodo más oscuro del año dura 3.5 meses, del 25 de septiembre al 8 de enero, con una energía de onda corta incidente diaria promedio por metro cuadrado de menos de 5.1 kWh. El día más oscuro del año es el 26 de octubre, con un promedio de 4.7 kWh. (Weatherspark, 2017)

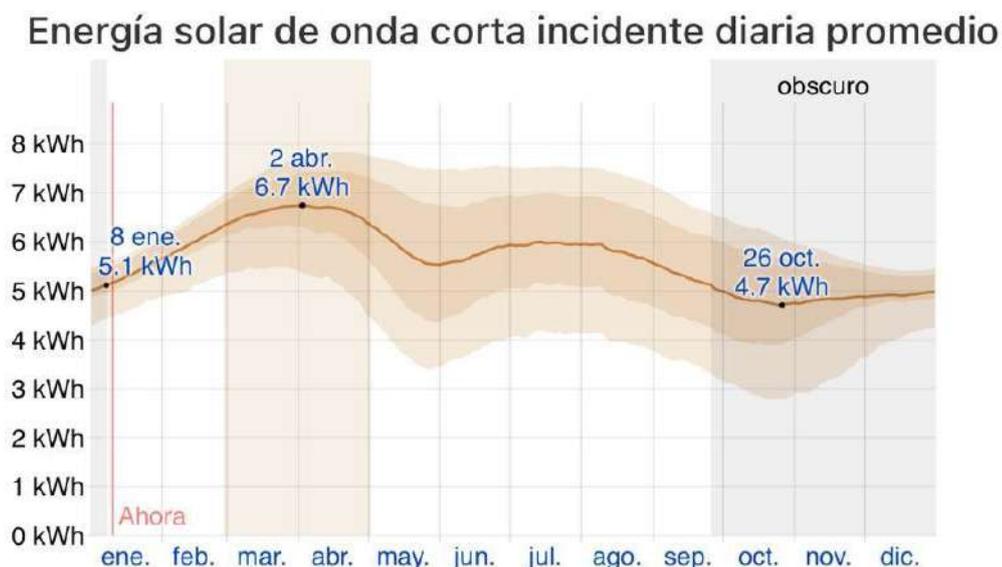


Figura 24: La energía solar de onda corta promedio diario que llega a la tierra por metro cuadrado (línea anaranjada), con las bandas de percentiles 25º a 75º y 10º a 90º.

Fuente: <https://es.weatherspark.com>.

2.4.15 Topografía

Para fines de este informe, las coordenadas geográficas de San Juan de la Maguana son latitud: 18.806°, longitud: -71.230°, y elevación: 418 m.

La topografía en un radio de 3 kilómetros de San Juan de la Maguana contiene solamente variaciones modestas de altitud, con un cambio máximo de altitud de 51 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 413 metros. En un radio de 16 kilómetros contiene solamente variaciones modestas de altitud (1,399 metros). En un radio de 80 kilómetros también contiene variaciones extremas de altitud (3,138 metros).

El área en un radio de 3 kilómetros de San Juan de la Maguana está cubierta de tierra de cultivo (37 %), pradera (33 %), árboles (14 %) y arbustos (13 %), en un radio de 16 kilómetros de tierra de cultivo (33 %) y árboles (28 %) y en un radio de 80 kilómetros de árboles (36 %) y pradera (27 %). (Weatherspark, 2017)

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de investigación

Para el desarrollo de nuestra tesis, utilizamos el método de investigación cuantitativo, ya que logramos alcanzar un conocimiento ampliado del tema mediante datos detallados y principios teóricos. Utilizando valores numéricos para estudiar el mismo y así obtener conclusiones estadísticas para un análisis e interpretación de los resultados.

3.2 Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada ya que su objetivo general es buscar una solución a la problemática de esta área en cuanto a su sistema de abastecimiento de agua para riego.

Una investigación aplicada. Denominada práctica o empírica, guarda íntima relación con la investigación básica, porque depende de los descubrimientos y avances de esta última, enriqueciéndose de los mismos, con utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. (Mertens, 2005)

Al mismo tiempo es de tipo descriptiva, porque según Roberto Hernández Sampieri este tipo de investigación busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Una investigación descriptiva. También conocida como la investigación estadística, describe los datos y este debe tener un impacto en las vidas de las personas que le rodea. En un estudio descriptivo se seleccionan una serie de conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin, precisamente, de describirlas. (Mertens, 2005)

Por otro lado, es de campo, puesto que realizamos una visita para conocer y tomar datos directamente desde la realidad del lugar donde ocurren los hechos.

Por último, podemos decir que es de tipo bibliográfica o documental, debido a que la gran parte de los datos fueron tomados de fuentes ya existentes, relacionadas con el tema de estudio.

Una investigación documental. El objetivo de la investigación documental es elaborar un marco teórico conceptual para formar un cuerpo de ideas sobre el objeto de estudio y descubrir respuestas a determinados interrogantes a través de la aplicación de procedimientos documentales. Estos procedimientos han sido desarrollados con el objeto de aumentar el grado de certeza de que la información reunida será de enteres para los integrantes que estudia y que, además, reúne las condiciones de fiabilidad y objetividad documental. Técnica documental que permite la recopilación de información para enunciar las teorías que sustentan el estudio de los fenómenos y procesos. Incluye el uso de instrumentos definidos según la fuente documental a que hacen referencia. (Hernández, 2003)

3.3 Procedimiento de la investigación

La información que utilizamos para el desarrollo de esta investigación fue obtenida de antecedentes relacionados con el sistema de abastecimiento de agua para riego, datos de empresas como SOLARTA, GRUNDFOS.

3.4 Técnicas de investigación

Observación directa

La observación directa es un método de recolección de datos sobre un individuo, fenómeno o situación particular. Se caracteriza porque el investigador se encuentra en el lugar en el que se desarrolla el hecho sin intervenir ni alterar el ambiente, ya que de lo contrario los datos obtenidos no serían válidos. (Catherine Martínez, lifeder)

Visitamos la zona y al mismo tiempo nos auxiliamos de herramientas como: Google Earth, Google Earth Pro, Google Maps, cámara fotográfica.

Recopilación de información existente

Para la recopilación de los datos utilizamos libros, internet, instituciones privadas; visitas de campo.

3.5 Procedimiento de diseño

Para la propuesta del diseño del sistema de sistema de abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable fotovoltaica nos basamos en los datos suministrados por un software de selección.

A este software de acceso libre de Grundfos Product Center, referido por el Ing. Carlos Antonio Muñoz Cordero, se le introduce toda la información necesaria, así como referencias de las coordenadas del sitio, características de la bomba y este realiza la selección completa, arrojándonos que modelo de bomba utilizar, cual es la demanda del motor eléctrico, cantidad de paneles requeridos y el tamaño de los mismos en base a la demanda dada, partiendo de las horas de bombeo que se puedan establecer aprovechando la exposición del sol, especificaciones existentes y requeridas.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis e interpretación de resultados: Cotizaciones

Uno de nuestros objetivos para el desarrollo de esta investigación fué la solicitud de cotizaciones a diferentes empresas relacionadas con el área de equipos utilizados con energía renovable fotovoltaica.

4.2 Análisis e interpretación de resultados: Propuesta de datos técnicos

El sistema de abastecimiento de agua para riego propuesto para la finca Núñez, de la zona rural Mijo, del municipio de San Juan De La Maguana, provincia San Juan, República Dominicana estará conformado por:

- (2) Electrobombas
- (2) Controles eléctricos
- (1) Filtro sinusoidal
- (2) Breakers
- (2) Protector de sobrecarga
- (2) Flotas de nivel

Cableado de motores a controles y sensor de presión.

El software de selección de Grundfos arrojó que se pueden colocar 72 paneles solares, de 270W, distribuidos en 4 hileras en paralelo de 18 paneles.

Pero en República Dominicana, el suplidor local nos sugiere que el tamaño comercial más próximo superior utilizado es de 330 W y con este el sistema queda totalmente satisfecho y cubierto, hasta con una posible ampliación.

4.3 Análisis e interpretación de resultados: Presupuesto

Para realizar una comparación económica de producción en cuanto al sistema actual y al sistema propuesto, realizamos un presupuesto en el cual el propuesto tiene un costo de RD\$ 2,613,792.53; en el cual están incluidos los paneles solares, dos bombas, todos los accesorios necesarios y su instalación.

También podemos observar el análisis de costo detallado de operación del sistema existente, dónde se toma en cuenta el consumo de combustible mensual, mantenimientos de la bomba y el pago de los empleados necesarios para la operación de dicho sistema. El cual presenta un costo mensual de RD\$ 83,420.00, lo que conlleva a un costo anual de RD\$ 1,001,040.00.

En los sistemas de riego que utilizan energía fotovoltaica solo se necesitan los servicios de un empleado para encender la bomba, ya que se trata de un sistema automatizado. Estos no requieren de ningún tipo de mantenimiento debido a que es totalmente electrónico, lo que reduce considerablemente costos de mantenimiento.

Además, el sistema se ajusta a la demanda de la red de riego porque trabaja bajo la versión de presión constante con velocidad variable usando variadores de velocidad y frecuencia (llamados también inverter), lo que optimiza más el gasto de agua adaptándose según la demanda del riego, reduciendo también el consumo de la energía eléctrica producida por los paneles solares.

Tomamos en cuenta dos bombas, duplicando la incidencia para cualquier eventualidad que se pueda presentarse a lo largo del tiempo con una de ellas, teniendo un segundo equipo disponible y totalmente independiente del otro para que el sistema siga funcionando sin interrupciones, lo más optimizado posible.

De acuerdo a lo anterior mencionado, la inversión se recuperaría en un tiempo estimado de 3 años y medio; lo que hace dicha propuesta totalmente factible.

A continuación, el análisis de costos del sistema de abastecimiento actual y presupuesto para la implementación del sistema de abastecimiento propuesto realizados:



Análisis No.: A-0001.

Descripción: Análisis Para Sistema de Abastecimiento de Agua para Riego Convencional.

Ubicación: Av. John F. Kennedy, km 7 1/2, Santo Domingo, D.N.

No.	DESCRIPCIÓN	CANT	UD	P.U (RD\$)	VALOR (RD\$)	TOTAL MENSUAL (RD\$)
A	SISTEMA CONVENCIONAL					RD\$ 83,420.00
1.1	Combustible	210.00	gl	RD\$ 202.00	RD\$ 42,420.00	
1.2	Mantenimiento	2.00	ud	RD\$ 3,500.00	RD\$ 7,000.00	
1.3	Operador	1.00	pa	RD\$ 14,000.00	RD\$ 14,000.00	
1.4	Ayudante	1.00	pa	RD\$ 12,000.00	RD\$ 12,000.00	
1.5	Ayudante	1.00	pa	RD\$ 8,000.00	RD\$ 8,000.00	
TOTAL GENERAL ANUAL RD\$						RD\$ 1,001,040.00

Preparado por:
Ing. José Alejandro Benzan Guerrero
Ing. Karen Anyinetti Sánchez Ramírez

Revisado por:
Ing. Carlos Muñoz Cordero



Presupuesto No.: P-0001.

Descripción: Equipos Para Sistema de Abastecimiento de Agua para Riego Utilizando Energía Renovable Fotovoltaica.

Ubicación: Av. John F. Kennedy, km 7 1/2, Santo Domingo, D.N.

No.	DESCRIPCIÓN	CANT	UD	P.U	VALOR	VALOR + ITBIS	SUB-TOTAL (RD\$)
A SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE BOMBEO							RD\$ 910,621.64
1.1	NK 65-160/136A2F2AE-SBAQE	2.00	ud	USD 2,703.00	USD 5,406.00	USD 6,379.08	
1.2	Flete marítimo desde Francia hasta SDO	1.00	ud	USD 442.00	USD 442.00	USD 521.56	
1.3	Array to controller wire kit	2.00	ud	USD 53.40	USD 106.80	USD 126.02	
1.4	Array to array wire kit (MC4)	2.00	ud	USD 53.40	USD 106.80	USD 126.02	
1.5	Float switch for Filling	2.00	ud	USD 13.20	USD 26.40	USD 31.15	
1.6	RSI 3x380-440VIP66 11kW 23A	2.00	ud	USD 2,281.20	USD 4,562.40	USD 5,383.63	
1.7	Sine Wave 200-500 24A IP20 130B2447	2.00	ud	USD 954.80	USD 1,909.60	USD 2,253.33	
1.8	OTDCP16, Circuit Breaker, 16Amp	2.00	ud	USD 78.60	USD 157.20	USD 185.50	
1.9	OVR PV40-1000 P, Surge Protection	2.00	ud	USD 231.60	USD 463.20	USD 546.58	
2	0 Flete marítimo desde USA hasta SDO	1.00	ud	USD 514.60	USD 514.60	USD 607.23	
B SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES							RD\$ 1,153,788.00
1.1	Paneles Policristalinos 330Wp	72.00	ud	RD\$ 5,330.00	RD\$ 383,760.00	RD\$ 468,000.00	
1.2	ElectroBomba 505 GPM VS 87 pies de TDH de 15HP(Actual); Variador de Frecuencia 20HP(Recomendado); Estructura + mano + materiales + transporte	1.00	pa	RD\$ 382,228.00	RD\$ 382,228.00	RD\$ 447,928.00	
1.3	Suministro y colocación de block de 6" Ø 3/8 @ 0.60 m	1.00	pa	RD\$ 101,360.00	RD\$ 101,360.00	RD\$ 101,360.00	
1.4	Suministro e instalación malla ciclónica y alambre trinchera	1.00	pa	RD\$ 136,500.00	RD\$ 136,500.00	RD\$ 136,500.00	

SUB-TOTAL GENERAL RD\$		RD\$	2,064,409.64
Responsabilidad y Dirección Técnica	10%	RD\$	206,440.96
Gastos Administrativos	3%	RD\$	51,610.24
Seguros y Fianzas	2%	RD\$	41,288.19
Transporte	5%	RD\$	92,898.43
Imprevistos	5%	RD\$	103,220.48
CODIA	0%	RD\$	2,064.41
Fondo de Pensiones	1%	RD\$	20,644.10
ITBIS 18 % (Norma 07/2007)	18%	RD\$	371,593.73
TOTAL GENERAL RD\$		RD\$	2,954,170.19

NOTA: Tasa del dólar DOP56.35 al día 05/05/2021.

Preparado por:
Ing. José Alejandro Benzan Guerrero
Ing. Karen Anyinetti Sánchez Ramírez

Revisado por:
Ing. Carlos Muñoz Cordero

CONCLUSIONES

Luego de unas visitas al lugar de estudio, de ver la realidad que se está viviendo en el mismo, llegamos a la conclusión de que la propuesta del diseño de un sistema de abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable fotovoltaica, es perfecta para dar fin al uso de combustibles de ningún tipo que contaminan el aire, disminuyendo la huella de carbono, sin desechos de aceite debido a que no se necesita dar mantenimiento y a los altos costos de producción, lo que reduce un impacto negativo al medio ambiente.

El sistema propuesto se considera totalmente factible ya que tiene una tasa de retorno menor a 5 años, se recomienda por todo lo anteriormente mencionado y cabe destacar que en República Dominicana actualmente hay varias plantaciones agrícolas similares a la finca que se tomó como plan piloto, en dónde están implementando dicho sistema, en lugares donde hay sistema de riego con abastecimiento de agua permanente, es decir canales de riego administrados por el INDHRI; y hasta el momento ha resultado totalmente factible y exitoso en lugares como la provincia de Bahoruco y la línea del Nordeste.

Luego de poner en práctica los conocimientos adquiridos en nuestra gran casa de estudios la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), por nuestros excelentes profesores. Concluimos con que nuestra propuesta de diseño sistema de abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable fotovoltaica estará compuesto por 2 electrobombas, 2 controles eléctricos, 1 filtro sinusoidal, 2 breakers, 2 protectores de sobrecarga, 2 flotas de nivel, cableado de motores a controles y sensor de presión y 72 paneles solares de 330 W, distribuidos en 4 hileras en paralelo de 18 paneles, filas en paralelo. Para hacer más factible el abastecimiento de agua para riego de la finca Núñez, de la zona rural Mijo, del municipio de San Juan De La Maguana, provincia San Juan, República Dominicana.

RECOMENDACIONES

Para un buen funcionamiento de nuestra propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable fotovoltaica, recomendamos lo siguiente:

- En primer lugar, concientizar al propietario y a los demás moradores del área de estudio, sobre la importancia del uso de paneles solares, mediante charlas.
- Se recomienda implementar sistemas abastecimiento de agua para riego de este tipo en zonas cercanas a la de estudio, que al igual que esta, no disponen del mismo y presentan la misma problemática.

BIBLIOGRAFÍA

Martín, Salcedo y Font. (2011). *Rua*. From Mecánica de fluidos: Impulsión de fluidos:

https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20299/4/tema2_impulsion.pdf.

Weatherspark. (2021). From El clima promedio en San Juan de la Maguana:

<https://es.weatherspark.com/y/26040/Clima-promedio-en-San-Juan-de-la-Maguana-Rep%C3%BAblica-Dominicana-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Sources>.

GUNT Hamburg. From Máquinas fluidomecánicas hidráulicas:

https://www.gunt.de/images/download/Conocimientos-bsicos-bombas-centrifugas_spanish.pdf.

Etm. (2021). *Etm*. From Manual para el diseño de una red hidráulica de climatización:

<http://etm2021.com/smaterias/ETM351/Bombas/Operaci%C3%B3n%20Bombas%20Centr%C3%ADfugas.pdf>.

Mertens. (2005). *Tipo de Investigación. En Investigación Científica*.

ANEXOS

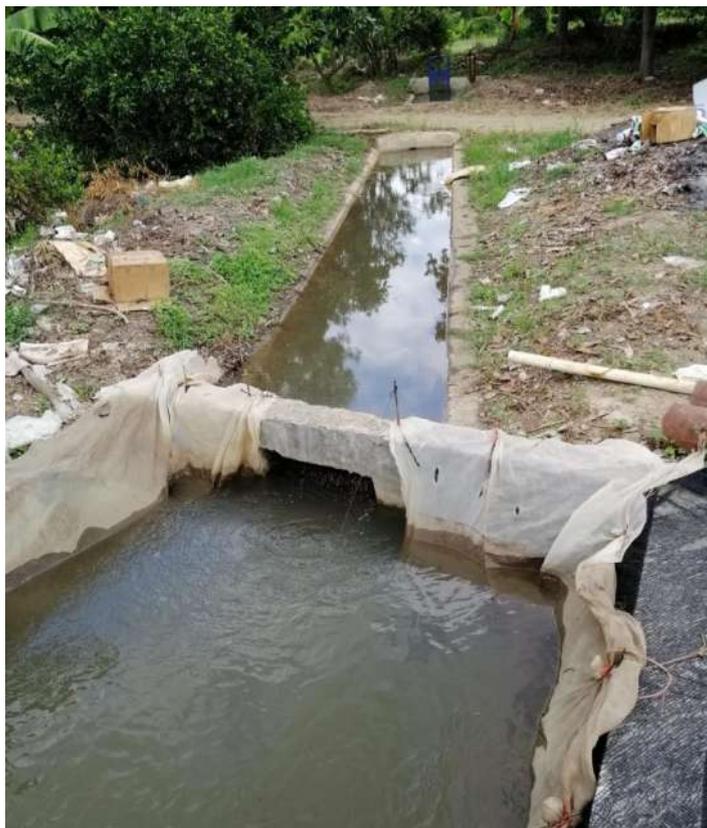


Figura 25: Regola depositando agua en el reservorio o embalse.
Fuente: Propia (2020).



Figura 26: Reservorio o embalse.
Fuente: Propia (2020).



Figura 27: Tubería de succión desde reservorio hacia la motobomba.
Fuente: Propia (2020).



Figura 28: Motobomba Diesel.
Fuente: Propia (2020).

COTIZACIONES

Cotización 1005238401

Cuenta/Número de Cliente: 3902000949
Referencia: caribe

Toño Garcia
GARCIA Y LLERANDI, C.POR A..
AVDA. SAN MARTIN, N° 249
1298 SANTO DOMINGO-REPUBLICA DOMINICANA
DOMINICAN REP.



Bombas Grundfos de Mexico S.A de C.V.
Boulevard TLC No. 15
Parque Industrial Stiva-Aeropuerto
Apodaca, N.L C.P 66600
Tel.: +528181444000
www.grundfos.com.mx

Fecha: 5/14/21
Validez de la oferta: 6/13/21

Estimado/a Garcia

Gracias por la oportunidad que nos brinda de presentar nuestra propuesta. Apreciamos su confianza al considerarnos como su proveedor.

Ponemos a su consideración la siguiente cotización la cual fue realizada con base en la información contenida en su solicitud arriba mencionada.

Esperando que nuestra propuesta cumpla con sus expectativas, quedamos a su disposición para cualquier revisión y/o solicitud de información adicional que pudiera necesitar.

Atentamente,

Roger Jimenez
Tel:
E-mail: rjimenez@grundfos.com

Cotización 1005238401

Cuenta/Número de Cliente: 3902000949

Referencia: caribe

IMPORTANTE

Recuerde citar la referencia **1005238401** al hacer el pedido a través del Extranet o correo electrónico.

CONTACTO:

Oferta creada por: Roger Jimenez

Email: aplicaciones-mx@sales.grundfos.com

Tel: +528181444000

Website: grundfos.mx

Información de Productos: [Grundfos Product Center](#)



ENTRENAMIENTOS EN LÍNEA

Mantente al día con la mejor información técnica de nuestros productos y soluciones.

Inscríbete al Grundfos Technical Institute para recibir nuestras capacitaciones en línea.

[Click aquí para descubrir Grundfos Technical Institute](#)

Cotización 1005238401

Cuenta/Número de Cliente: 3902000949

Referencia: caribe

NOTA: Haga click en el código de producto (artículo en azul) para más información en el Grundfos Product Center.

Pos	Producto	Cant.	P. Neto Unitario	P. Neto Total	
10	NK 65-160/136A2F2AE-SBAQE 	Tiempo de entrega: 6-8 Wks PN: 97831891	2	2,703.50	5,407.00
20	Flete marítimo desde Francia hasta SDQ	Flete marítimo desde Francia hasta Santo Domingo para la línea 10.	1	442.00	442.00
30	Array to controller wire kit (MC4) Código de Producto: 98257868	Tiempo de entrega: 4-6 Wks	2	53.40	106.80
40	Array to array wire kit (MC4) Código de Producto: 98257892	Tiempo de entrega: 3-5 Wks	2	53.40	106.80
50	Float switch for Filling. 3m	Tiempo de entrega: 14-16 Wks PN: 97911220 Level Switch (Normally Close)	2	13.20	26.40
60	RSI 3x380-440V IP66 11kW 23A	Tiempo de entrega: 1-2 Wks PN: 99044363	2	2,281.20	4,562.40
70	Sine Wave 200-500 24A IP20 130B2447 	Tiempo de entrega: 1-2 Wks PN: 96754977	2	954.80	1,909.60

Continúa en la siguiente página

Cotización 1005238401

Cuenta/Número de Cliente: 3902000949

Referencia: caribe



NOTA: Haga click en el código de producto (artículo en azul) para más información en el Grundfos Product Center.

Pos	Producto		Cant.	P. Neto Unitario	P. Neto Total
80	OTDCP16, Circuit Breaker, 16Amp	Tiempo de entrega: 1-2 Wks PN: 98341686	2	78.60	157.20
90	OVR PV 40-1000 P, Surge Protection	Tiempo de entrega: 1-2 Wks PN: 98341687	2	231.60	463.20
100	Flete marítimo desde USA hasta SDQ	Flete marítimo desde USA hasta SDQ aplicado desde la línea 30 hasta la línea 90.	1	514.00	514.00
				Total Neto (USD) :	13,695.40

Vigencia de la cotización: 6/13/21

La producción y entrega de los productos ofrecidos/ordenados puede verse afectada por las medidas tomadas en varios países debido al COVID-19. Por esta razón, cualquier estimado de tiempo de entrega solo puede ser considerado como una indicación basada en la información actual, y Grundfos se reserva el derecho de posponer cualquier fecha de entrega indicada sin previo aviso.

Cotización 1005238401

Cuenta/Número de Cliente: 3902000949

Referencia: caribe

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PRODUCTO

NK 65-160/136A2F2AE-SBAQE

Pos 10

Tiempo de entrega : 6-8 Wks

NOTA: Haga click en el código de producto (artículo en azul) para más información en el Grundfos Product Center.



Nota: La imagen del producto puede diferir del producto real

Cotización 1005238401

Cuenta/Número de Cliente: 3902000949

Referencia: caribe

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PRODUCTO

Array to controller wire kit (MC4)	Pos 30	Tiempo de entrega : 4-6 Wks
------------------------------------	--------	-----------------------------

Código de Producto: [98257868](#)

NOTA: Haga click en el código de producto (artículo en azul) para más información en el Grundfos Product Center.



Nota: La imagen del producto puede diferir del producto real

Cotización 1005238401

Cuenta/Número de Cliente: 3902000949

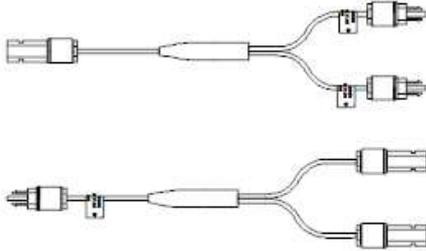
Referencia: caribe

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PRODUCTO

Array to array wire kit (MC4)	Pos 40	Tiempo de entrega : 3-5 Wks
-------------------------------	--------	-----------------------------

Código de Producto: [98257892](#)

NOTA: Haga click en el código de producto (artículo en azul) para más información en el Grundfos Product Center.



Nota: La imagen del producto puede diferir del producto real

Cotización 1005238401

Cuenta/Número de Cliente: 3902000949

Referencia: caribe

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PRODUCTO

RSI 3x380-440V IP66 11kW 23A	Pos 60	Tiempo de entrega : 1-2 Wks
------------------------------	--------	-----------------------------

NOTA: Haga click en el código de producto (artículo en azul) para más información en el Grundfos Product Center.



Nota: La imagen del producto puede diferir del producto real

Cotización 1005238401

Cuenta/Número de Cliente: 3902000949

Referencia: caribe

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PRODUCTO

Sine Wave 200-500 24A IP20 130B2447	Pos 70	Tiempo de entrega : 1-2 Wks
-------------------------------------	--------	-----------------------------

NOTA: Haga click en el código de producto (artículo en azul) para más información en el Grundfos Product Center.



Nota: La imagen del producto puede diferir del producto real

Cotización 1005238401

Cuenta/Número de Cliente: 3902000949

Referencia: caribe

TERMINOS Y CONDICIONES

1 - PRECIOS:

Nuestros precios están expresados en dólares de Estados Unidos de América y no incluyen IVA.

2 - COTIZACIONES:

Cualquier cotización escrita o diagrama/dibujo es propiedad de GRUNDFOS. Estos documentos contienen información confidencial que son prestados al comprador con la condición de que no sean divulgados sin permiso explícito por parte del personal autorizado de GRUNDFOS. Toda cotización tiene validez por 30 días naturales a partir de la fecha de expedición a no ser que se especifique otro período de validez.

3 - PEDIDOS:

3.1 - GRUNDFOS no estará sujeto a, ni de acuerdo con, cualquier término o condición de venta por parte del comprador que difiera o no forme parte de, los términos y condiciones de venta de Grundfos.

3.2 - Los pedidos deberán ser enviados por escrito y serán considerados como pedido en firme salvo la aprobación de Grundfos. El tiempo de entrega de dicho pedido comenzará a contar a partir de que se cumpla con los términos de pago aplicables.

3.3 - Todo pedido aceptado por GRUNDFOS es un compromiso de compra por parte del cliente. A falta de previa autorización por parte de personal autorizado de GRUNDFOS, todo pedido esta sujeto a un cargo mínimo por cancelación del 15% para cubrir costos de compra de materiales, fabricación, prueba, manejo y financieros.

4 - FLETES:

Nuestra entrega se realiza en nuestros centros de distribución GRUNDFOS en Apodaca, Nuevo León, México y todas las condiciones de venta son Ex-Works. Pedidos de clientes serán embarcados con flete por cobrar a menos que el pedido califique para flete prepago. El flete prepago no incluye seguro de transporte.

5 - JURISDICCIÓN:

Las partes se someten expresamente a la jurisdicción de los tribunales de la Ciudad de Monterrey, N.L. México, para la interpretación del presente documento renunciando al fuero que pudieran tener las partes en razón de sus domicilios.

6 - PRECEDENCIA:

En caso de existir cualquier término o condición no expresada en esta propuesta, se deberá hacer referencia al acuerdo previamente establecido entre Grundfos y el comprador.

Contar	Descripción
--------	-------------

1 NK 65-160/136 A2F2AE-SBAQE



Adverta! la foto puede diferir del actual producto

Código: [97831891](#)

Bomba centrífuga de voluta, no autocebante y de una etapa, diseñada de acuerdo con la norma ISO 5199, con dimensiones y rendimiento nominal de acuerdo con la norma EN 733. Las bridas son de PN 16 y sus dimensiones satisfacen los requisitos establecidos por la norma EN 1092-2. La bomba posee un puerto de aspiración axial, un puerto de descarga radial y un eje horizontal.

Su diseño incluye un sistema de extracción trasera que permite desmontar el acoplamiento, el soporte de los cojinetes y el impulsor sin que esto afecte al motor, la carcasa de la bomba o las tuberías.

El cierre de fuelle de caucho no equilibrado satisface los requisitos establecidos por la norma DIN EN 12756.

La bomba está equipada con un motor asíncrono refrigerado por ventilador y montado sobre soportes. La bomba y el motor se encuentran montados en una bancada común.

Más información acerca del producto

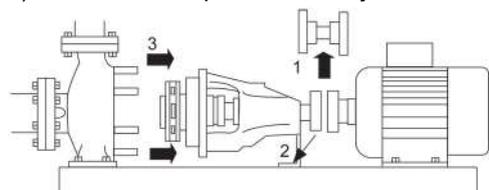
El índice de eficiencia mínima del producto (MEI) es mayor o igual a 0,70. De acuerdo con el Reglamento (UE) de la Comisión vigente desde el 1 de enero de 2013, este es el valor de referencia indicativo para las bombas hidráulicas más eficientes disponibles en el mercado.

La bomba y el motor se encuentran montados en una bancada de acero común según la norma ISO 3661.

El sistema de extracción trasera, en conjunto con un acoplamiento separador, permite llevar a cabo el mantenimiento de la bomba sin desmontar la carcasa ni el motor de la bancada.

Ello evita la necesidad de volver a alinear la bomba y el motor tras el mantenimiento.

- 1) Desmonte el acoplamiento.
- 2) Desenrosque los pernos de la pata del soporte de los cojinetes.
- 3) Desmonte el soporte de los cojinetes de la carcasa de la bomba.



Las piezas de fundición poseen un revestimiento con base de epoxi creado por electrodeposición catódica (CED).

Como parte del proceso de pintura por inmersión de alta calidad conocido como CED, se crea un campo eléctrico alrededor de los productos que garantiza la deposición de las partículas sobre una capa de la superficie delgada y muy controlada.

Una de las partes más importantes de dicho proceso es el pretratamiento.

El proceso completo se compone de las siguientes etapas:

- 1) Limpieza basada en agentes alcalinos.
- 2) Fosfatado de zinc.
- 3) Electrodeposición catódica.
- 4) Secado hasta obtener un grosor de capa seca de 18-22 µm.

El código de color del producto acabado es NCS 9000/RAL 9005.

Bomba

La carcasa de la bomba posee un orificio de cebado y otro de drenaje, ambos cerrados con tapones.

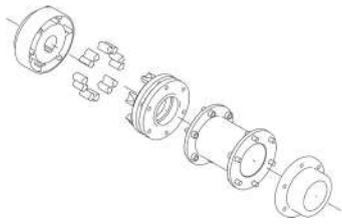
El impulsor es de tipo cerrado y posee álabes de doble curvatura y superficies lisas. El impulsor se equilibra estáticamente (de acuerdo con la norma ISO 1940-1, clase G6.3) e hidráulicamente con objeto de compensar el empuje axial.

Los anillos de desgaste que contienen la carcasa de la bomba y el impulsor son de bronce/latón o fundición.

La bomba está equipada con un cierre de fuelle de caucho no equilibrado con transmisión de par a través del muelle y alrededor del fuelle.

El fuelle evita que el cierre desgaste el eje e impide que el movimiento axial se vea obstaculizado por la presencia de depósitos en el eje.

Cierre primario:

Contar	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> Material del anillo del cierre giratorio: grafito de carbono impregnado con metal Material del asiento estacionario: carburo de silicio (SiC) <p>Esta combinación de materiales proporciona una magnífica resistencia a la corrosión y resulta especialmente apta para agua a una temperatura máxima de 120 °C.</p> <p>La vida útil del cierre, no obstante, se ve perjudicada a temperaturas superiores a 90 °C.</p> <p>Esta combinación de materiales no se recomienda para líquidos que contengan partículas, ya que podrían causar un desgaste severo de la superficie de SiC.</p> <p>Material del cierre secundario: EPDM (caucho de etileno-propileno)</p> <p>El EPDM posee una excelente resistencia al agua caliente. El EPDM no es apto para el uso con aceites minerales.</p> <p>El eje está fabricado en acero inoxidable y posee un diámetro de 0.94 en por la parte correspondiente al acoplamiento.</p> <p>La bomba posee un acoplamiento separador que la separa del eje del motor.</p>  <p>Motor</p> <p>El motor es totalmente cerrado, cuenta con refrigeración por ventilador y sus principales dimensiones se ajustan a las normas IEC y DIN, así como a la designación de montaje B3 (IM 1001). Las tolerancias eléctricas satisfacen los requisitos establecidos por la norma IEC 60034.</p> <p>El nivel de eficiencia del motor de acuerdo con la norma IEC 60034-30 es IE2-IE3. La clase de eficiencia y la eficiencia real guardan relación con el rango de voltaje del motor (380-480D/660-690Y V) y, por tanto, dependen del voltaje de alimentación disponible en el lugar de instalación.</p> <p>El motor desarrolla un nivel de eficiencia IE2 en el límite inferior y un nivel de eficiencia IE3 en el límite superior del rango de voltaje.</p> <p>El motor posee termistores (sensores PTC) en los bobinados, de acuerdo con las normas DIN 44081/DIN 44082. El sistema de protección reacciona a los aumentos de temperatura lentos y rápidos (como aquellos que tienen lugar en condiciones de sobrecarga constante y atasco).</p> <p>Los térmicos deben conectarse a un circuito de control externo para garantizar que la función de restablecimiento automático no pueda dar lugar a accidentes. Los motores deben conectarse a un disyuntor protector para motor de acuerdo con lo establecido por la normativa local en vigor.</p> <p>El motor se puede conectar a un variador de frecuencia para hacer posible el ajuste del punto de trabajo de la bomba a cualquier valor.</p> <p>La gama CUE de Grundfos pone a su disposición un amplio abanico de variadores de frecuencia.</p> <p>Encontrará más información en el centro de productos de Grundfos.</p> <p>Datos técnicos</p> <p>Líquido: Líquido bombeado: Agua Rango de temperatura del líquido: 32 .. 248 °F</p> <p>Técnico: Velocidad de bomba en la que se basan los datos de bomba: 3520 rpm Caudal nominal: 505 GPM US Altura nominal: 86.95 ft Diámetro real del impulsor: 5.35 en Impulsor nom.: 6.3 en Cierre primario: BAQE Cierre secundario: NONE Tolerancia de curva: ISO9906:2012 3B</p> <p>Materiales: Carcasa de la bomba: Hierro fundido EN-GJL-250 ASTM A48-40 B Impulsor: Fundición EN-GJL-200 ASTM A48-30 B Caucho: EPDM Mat. anillo desgaste: Latón de alta aleación (CuZn34Mn3Al2)</p>

Contar	Descripción
	<p>Instalación: Maximum ambient temperature: 140 °F Presión de trabajo máxima: 232.06 psi Normativa de brida: EN 1092-2 Entrada de bomba: DN 80 Salida de bomba: DN 65 Presión nominal: PN 16 Tipo de acoplamiento: Separador Armazón base: EN / ISO</p> <p>Datos eléctricos: Tipo de motor: 160MB Clase eficiencia IE: IE2 - IE3 Potencia nominal - P2: 15 HP Frecuencia de red: 60 Hz Tensión nominal: 3 x 380-480D/660-690Y V Intensidad nominal: 20,8-17,2/12,0-11,6 A Intensidad de arranque: 580-890 % Cos phi - factor de potencia: 0.89-0.83 Velocidad nominal: 3520-3550 rpm Eficiencia: IE2 90,2% - IE3 91,0% Eficiencia del motor a carga total: 90.2-91.0 % Eficiencia del motor a una carga de 3/4: 91.8 % Eficiencia del motor a una carga de 1/2: 91.3 % Número de polos: 2 Grado de protección (IEC 34-5): 55 Dust/Jetting Clase de aislamiento (IEC 85): F Motor N.º: 87420024 Tipo de lubricante: Grease</p> <p>Otros: Índice de eficiencia mínima, MEI ≥: 0.70 Estado ErP: Prod. independiente (directiva EuP) Peso neto: 474 lb Peso bruto: 507 lb Volumen de transporte: 16.5 ft³</p>

Contar	Descripción
--------	-------------

72	GF 270
----	---------------



Advierta! la foto puede diferir del actual producto

Código: [99299012](#)

GF 270 es un módulo solar policristalino. El módulo está equipado con conectores MC4 para una conexión sencilla e incluye 30 piezas por palé no empaquetadas individualmente. Debe montarse sobre una estructura de apoyo orientada en un ángulo que garantice la óptima utilización de la energía solar.

Líquido:

Líquido bombeado: Agua

Instalación:

Rango de temperaturas ambientes: -40 .. 185 °F

Datos eléctricos:

Tensión del punto de máxima potencia: 31.6 V

Tensión de circuito abierto: 38.4 V

Potencia máx. en el momento: 8.76 A

Corriente de corte del módulo: 9.11 A

Potencia de salida máx.: 270 W

Tipo de modulo solar: POLICRISTALINO

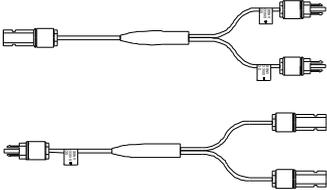
Otros:

Marca: GRUNDFOS

Peso neto: 40.4 lb

Volumen de transporte: 70.6 ft³

Contar	Descripción
1	<p data-bbox="124 235 890 264">Producto:: Wire kit array to control box (MC4)</p>  <p data-bbox="231 616 678 645">Advierta! la foto puede diferir del actual producto</p> <p data-bbox="124 649 670 739">Código: 98257868 Código:: 98257868 Número EAN:: 5711492200964</p>

Contar	Descripción
3	<p data-bbox="126 235 813 264">Producto:: Wire kit array to array (MC4)</p>  <p data-bbox="236 616 678 645">Advierta! la foto puede diferir del actual producto</p> <p data-bbox="126 649 670 739">Código: 98257892 Código:: 98257892 Número EAN:: 5711492201152</p>

Contar	Descripción
1	<p>Producto:: Level Switch (Normally Close)</p> <p>Código: 97911220</p> <p>Código:: 97911220</p> <p>Número EAN:: 5710626261987</p>

Contar	Descripción
--------	-------------

1	RSI 3x380-440V IP66 11kW 23A
---	------------------------------



Advierta! la foto puede diferir del actual producto

Código: [99044363](#)

El inversor solar renovable RSI es un inversor solar desconectado de la red que permite al usuario final utilizar la energía solar para una amplia gama de aplicaciones de agua.

RSI está adaptado específicamente para su compatibilidad con las bombas Grundfos.

Con el MPPT integrado y diverso software de protección, proporciona una solución de sistema solar eficiente y fiable.

- Trifásico de 208V, 380V o 440V
- Asistente de instalación rápida
- Entradas preconfiguradas
- MPPT (seguimiento del punto de máxima potencia) integrado
- Compatible con fuente de alimentación de CA o CC
- Solución solar para hasta 250 kW

RSI ofrece las siguientes entradas y salidas:

- RS-485 Modbus RTU/TCP
- Seis entradas digitales preconfiguradas para la aplicación solar
- Dos relés de señal, FUNCIONAMIENTO/FALLO

Líquido:

Líquido bombeado: Agua

Técnico:

Homologaciones y marcado: CE

Instalación:

Rango de temperaturas ambientes: 14 .. 140 °F

Humedad relativa: 100 %

Datos eléctricos:

Potencia nominal - P2: 15 HP

Frecuencia de red: 50 / 60 Hz

Tensión nominal: 3 x 380 - 440 V

Grado de protección (IEC 34-5): IP66

Tensión nominal salida AC: 380 V

Tensión entrada CC: 800 V

Corriente nominal salida AC: 23 A

Udc: 400 V

Otros:

Peso neto: 32.9 lb

Peso bruto: 35.9 lb

Contar	Descripción
--------	-------------

1

Filtro sinusoidal



Advierta! la foto puede diferir del actual producto

Código: [96754977](#)

Filtros sinusoidales

Los filtros sinusoidales ofrecen un elevado nivel de filtración, lo que reduce notablemente el estrés sobre el sistema de aislamiento del motor. Al mismo tiempo, reducen el ruido generado por el motor.

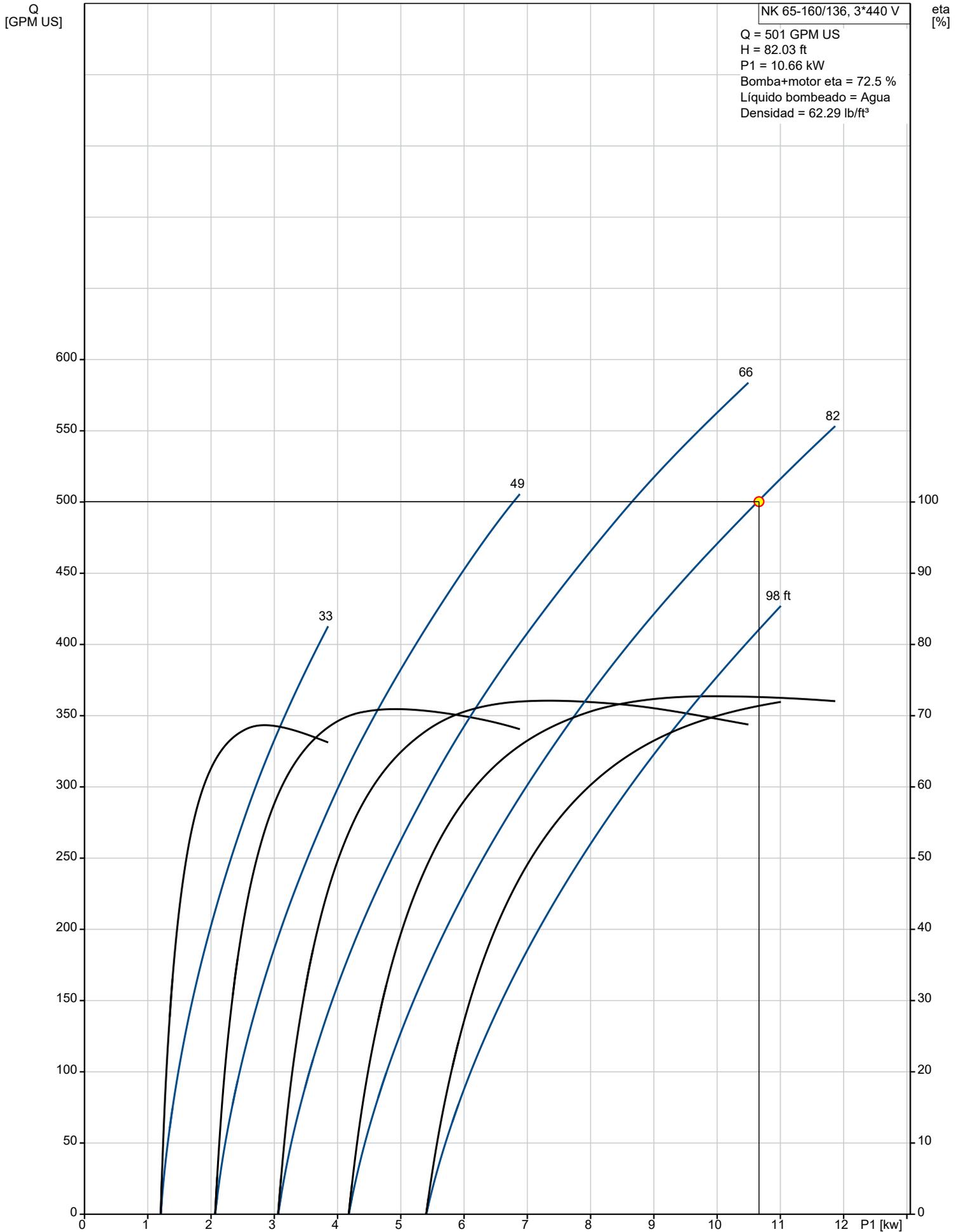
Las pérdidas del motor disminuyen gracias a que los filtros sinusoidales transforman los pulsos de salida del convertidor de frecuencia en una especie de onda sinusoidal. El resultado es que la corriente adquiere una forma sinusoidal y se reduce el ruido generado por el motor.

La longitud máxima del cable si se utilizan filtros sinusoidales es de 300 m.

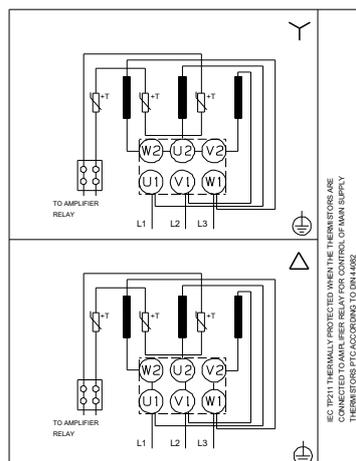
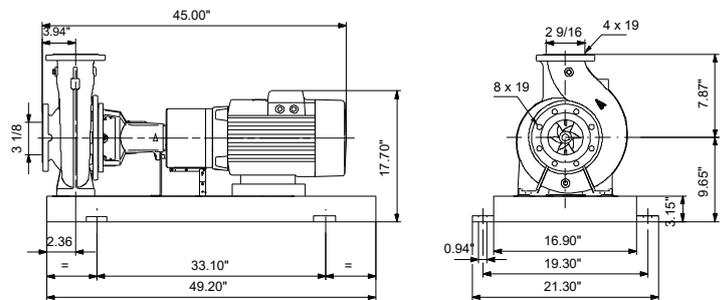
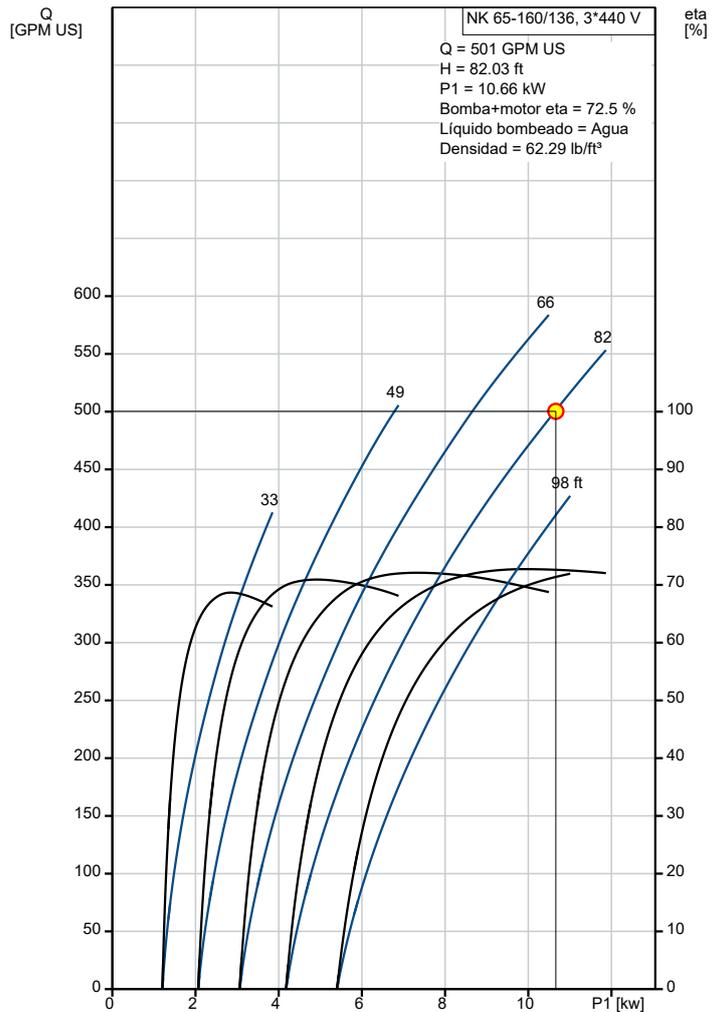
Filtros de salida en gral

Se usan para reducir el estrés producido por tensión sobre los bobinados del motor y estrés sobre el sist. de aislamiento del motor como para reducir el ruido generado por un motor con control de frecuencia.

97831891 NK 65-160/136 A2F2AE-SBAQE



Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	NK 65-160/136 A2F2AE-SBAQE
Código::	97831891
Número EAN::	5710625422136
Técnico:	
Velocidad de bomba en la que se basan los datos de bomba:	3520 rpm
Caudal nominal:	505 GPM US
Altura nominal:	86.95 ft
Diámetro real del impulsor:	5.35 en
Impulsor nom.:	6.3 en
Cierre primario:	BAQE
Diámetro del eje:	0.94 en
Cierre secundario:	NONE
Tolerancia de curva:	ISO9906:2012 3B
Versión de la bomba:	A2
Materiales:	
Carcasa de la bomba:	Hierro fundido
Carcasa de la bomba:	EN-GJL-250
Carcasa de la bomba:	ASTM A48-40 B
Impulsor:	Fundición
Impulsor:	EN-GJL-200
Impulsor:	ASTM A48-30 B
Código de material:	A
Caucho:	EPDM
Código para caucho:	E
Mat. anillo desgaste:	Latón de alta aleación (CuZn34Mn3Al2)
Instalación:	
Maximum ambient temperature:	140 °F
Presión de trabajo máxima:	232.06 psi
Normativa de brida:	EN 1092-2
Entrada de bomba:	DN 80
Salida de bomba:	DN 65
Presión nominal:	PN 16
Tipo de acoplamiento:	Separador
Anillo(s) de desgaste:	anillo de estanqueidad
Armazón base:	EN / ISO
Código de conexión:	F
Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	32 .. 248 °F
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	160MB
Clase eficiencia IE:	IE2 - IE3
Potencia nominal - P2:	15 HP
Frecuencia de red:	60 Hz
Tensión nominal:	3 x 380-480D/660-690Y V
Intensidad nominal:	20,8-17,2/12,0-11,6 A
Intensidad de arranque:	580-890 %
Cos phi - factor de potencia:	0.89-0.83
Velocidad nominal:	3520-3550 rpm
Eficiencia:	IE2 90,2% - IE3 91,0%
Eficiencia del motor a carga total:	90.2-91.0 %
Eficiencia del motor a una carga de 3/4:	91.8 %
Eficiencia del motor a una carga de 1/2:	91.3 %
Número de polos:	2
Grado de protección (IEC 34-5):	55 Dust/Jetting
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Protec de motor:	PTC
Motor N.º:	87420024
Tipo de lubricante:	Grease
Otros:	
Índice de eficiencia mínima, MEI ≥:	0.70



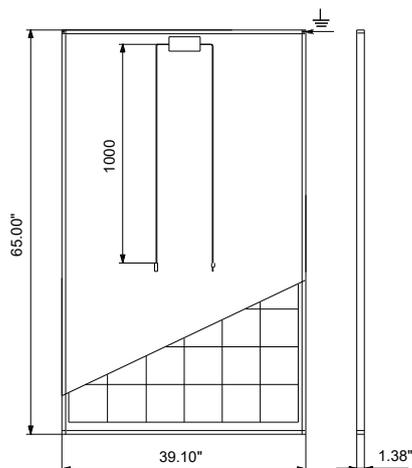


Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 17/05/2021

Descripción	Valor
Estado ErP:	Prod. independiente (directiva EuP)
Peso neto:	474 lb
Peso bruto:	507 lb
Volumen de transporte:	16.5 ft ³

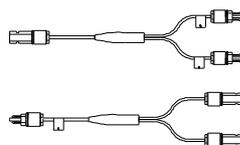
Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	GF 270
Código::	99299012
Número EAN::	5713826826093
Instalación:	
Rango de temperaturas ambientes:	-40 .. 185 °F
Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Datos eléctricos:	
Tensión del punto de máxima potencia:	31.6 V
Tensión de circuito abierto:	38.4 V
Potencia máx. en el momento:	8.76 A
Corriente de corte del módulo:	9.11 A
Potencia de salida máx.:	270 W
Tipo de modulo solar:	POLICRISTALINO
Otros:	
Marca:	GRUNDFOS
Peso neto:	40.4 lb
Volumen de transporte:	70.6 ft³



Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	Wire kit array to control box (MC4)
Código::	98257868
Número EAN::	5711492200964

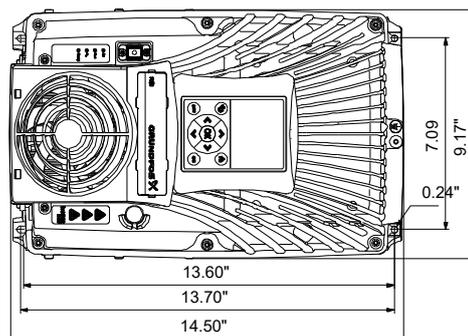
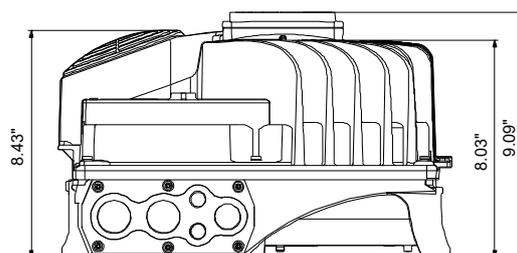


Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	Wire kit array to array (MC4)
Código::	98257892
Número EAN::	5711492201152



Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	Level Switch (Normally Close)
Código::	97911220
Número EAN::	5710626261987

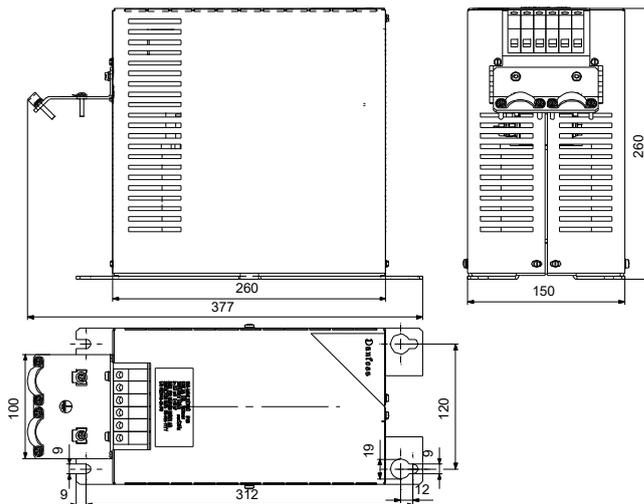
Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	RSI 3x380-440V IP66 11kW 23A
Código::	99044363
Número EAN::	5712605678687
Técnico:	
Homologaciones y marcado:	CE
Instalación:	
Rango de temperaturas ambientes:	14 .. 140 °F
Humedad relativa:	100 %
Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Datos eléctricos:	
Potencia nominal - P2:	15 HP
Frecuencia de red:	50 / 60 Hz
Tensión nominal:	3 x 380 - 440 V
Grado de protección (IEC 34-5):	IP66
Tensión nominal salida AC:	380 V
Tensión entrada CC:	800 V
Corriente nominal salida AC:	23 A
Udc:	400 V
Otros:	
Peso neto:	32.9 lb
Peso bruto:	35.9 lb



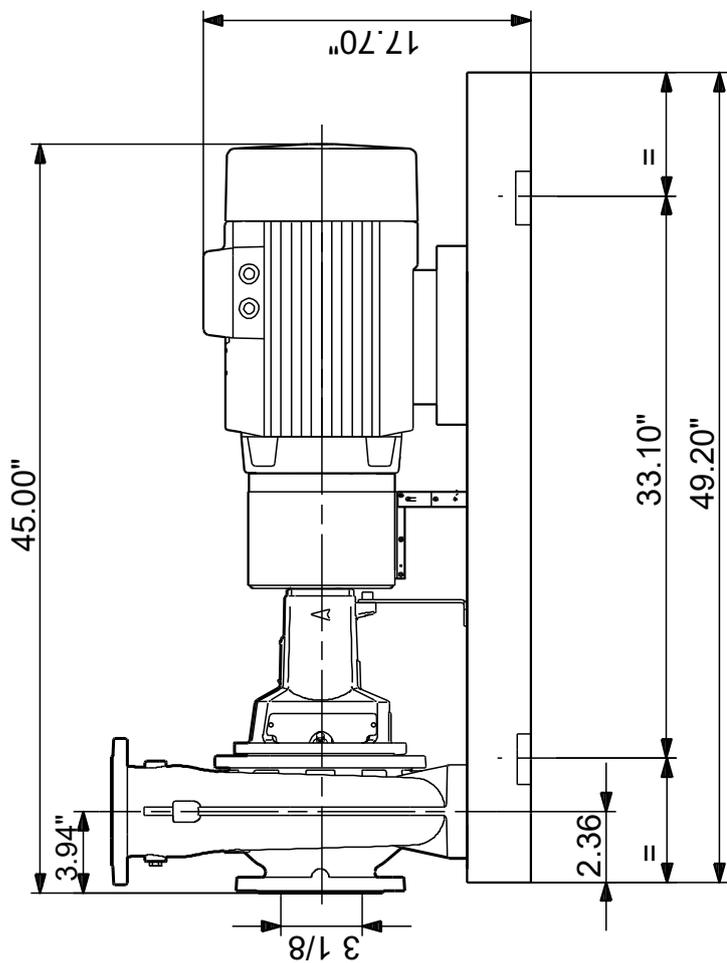
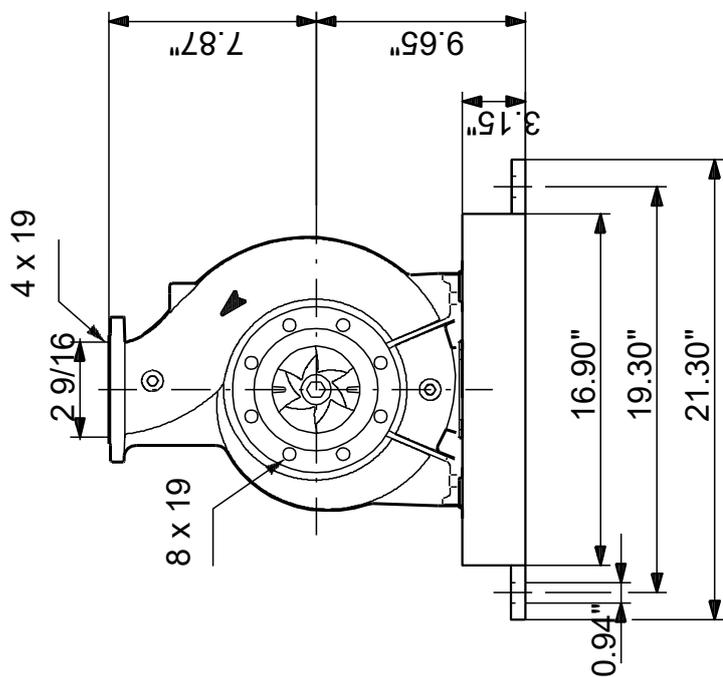
Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	OTDCP16, Circuit Breaker, 16Amp
Código::	98341686
Número EAN::	5711493289296

Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	OVR PV 40-1000 P, Surge Protection
Código::	98341687
Número EAN::	5711493289302

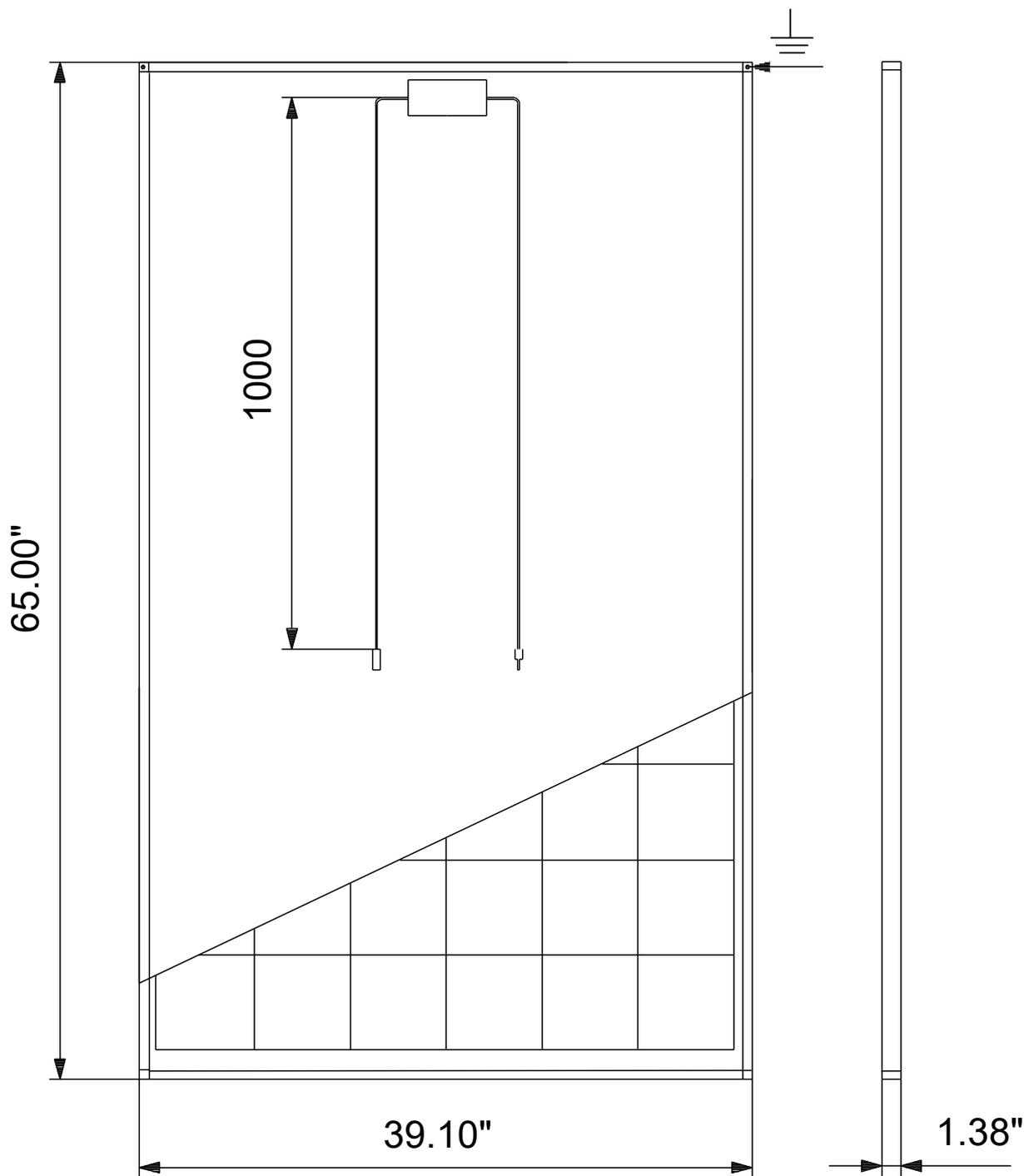
Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	Filtro sinusoidal
Código::	96754977
Número EAN::	5700838641097
Instalación:	
Montado en:	Pared
Datos eléctricos:	
Frecuencia de red:	50 Hz
Tensión nominal:	x 200-500 V
Tensión nominal:	24 A
Corriente nominal a 100 Hz:	18 A
Grado de protección (IEC 34-5):	IP20
Tamaño del cable:	16 mm ²
Pérdida en el inductor:	0.2012 HP
Otros:	
Peso neto:	37.3 lb
Finés:	9414027



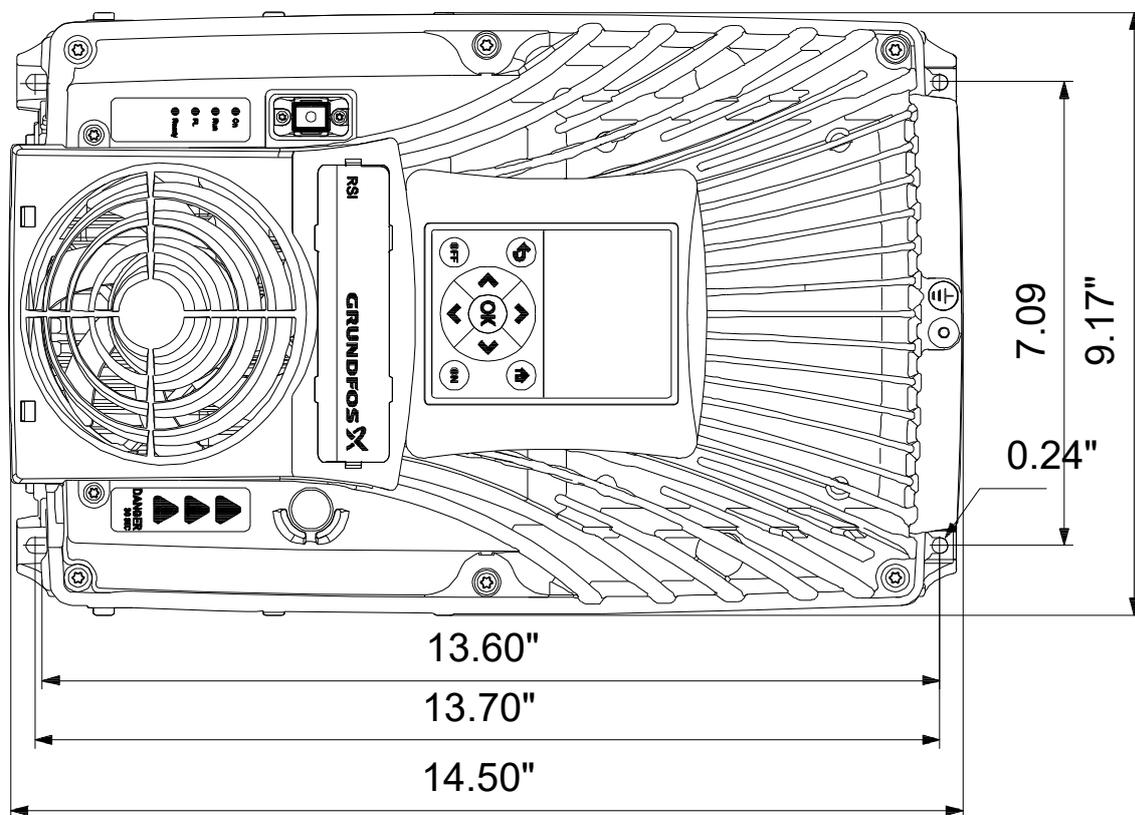
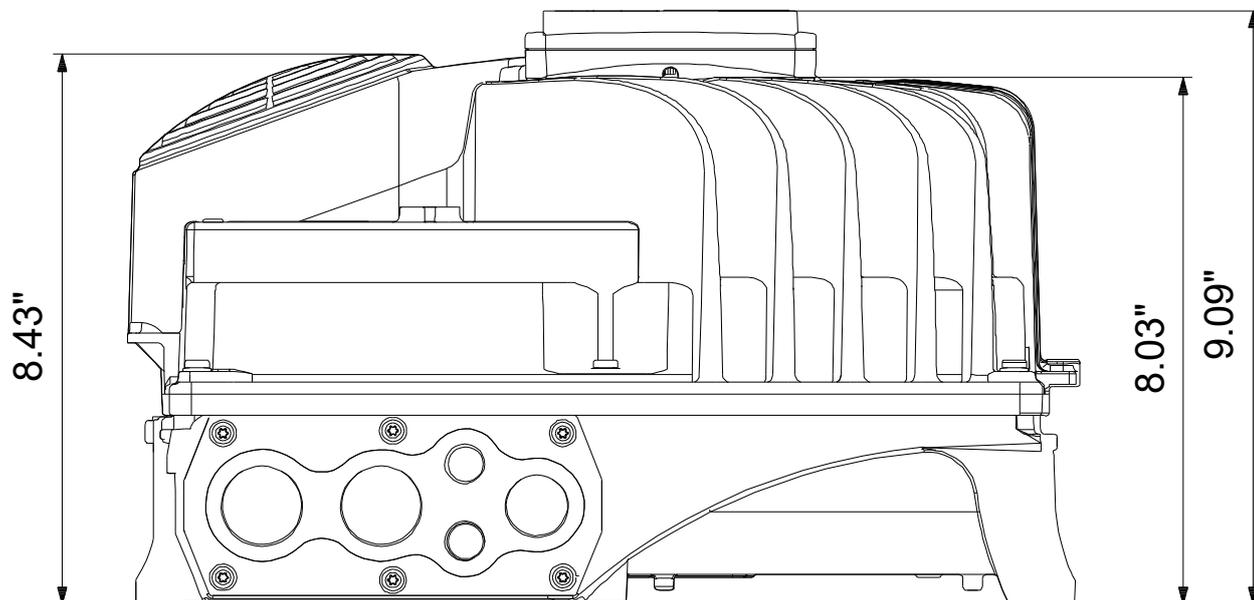
97831891 NK 65-160/136 A2F2AE-SBAQE



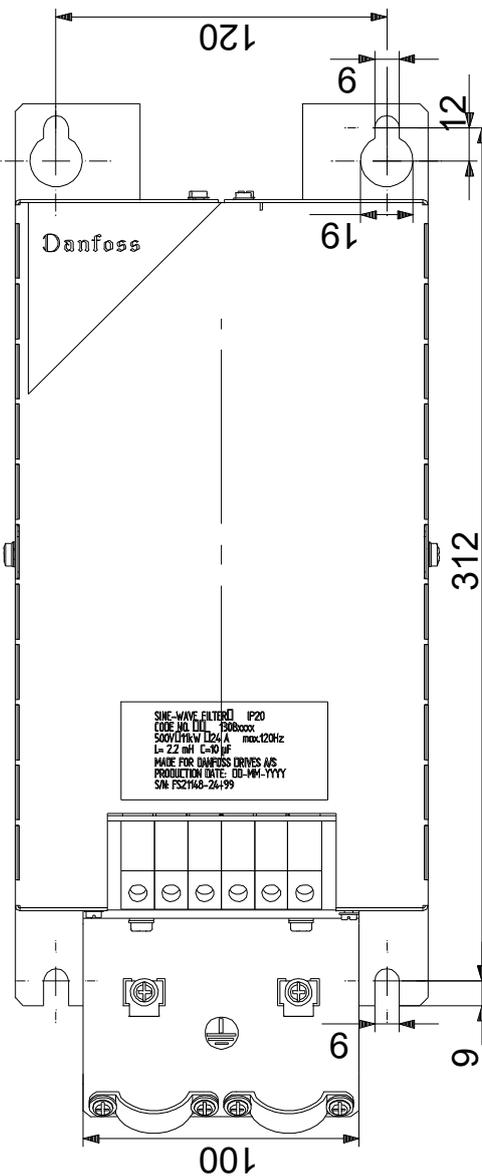
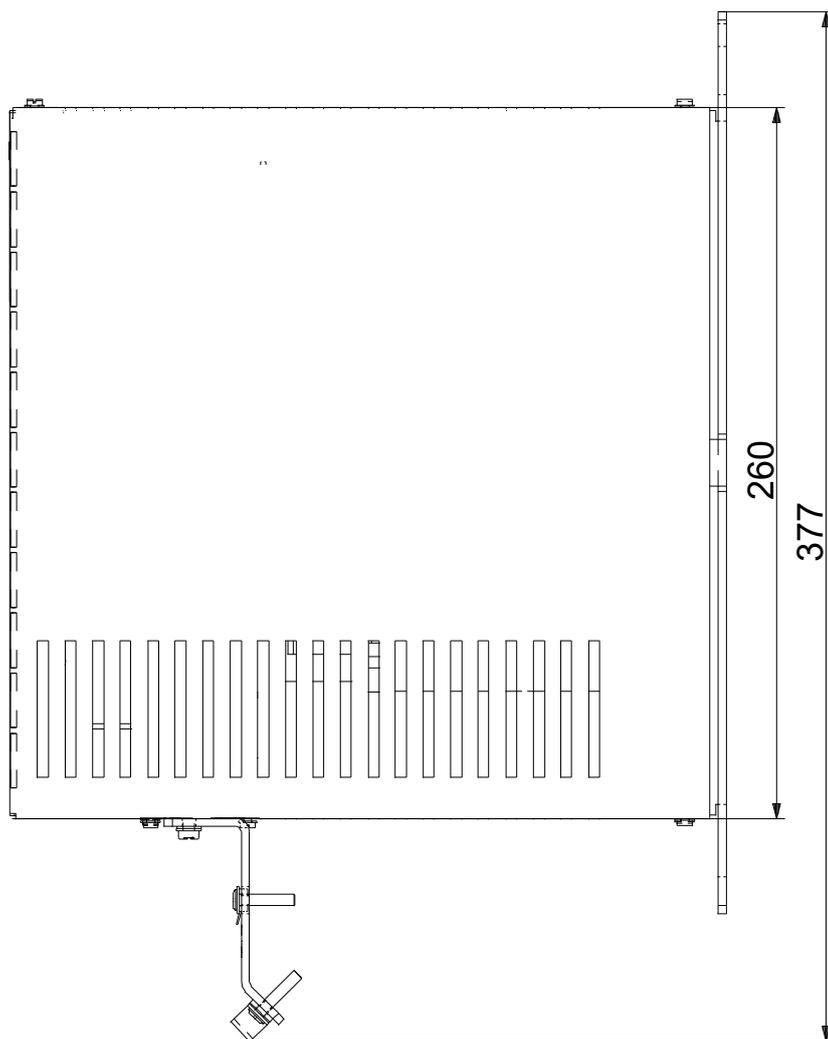
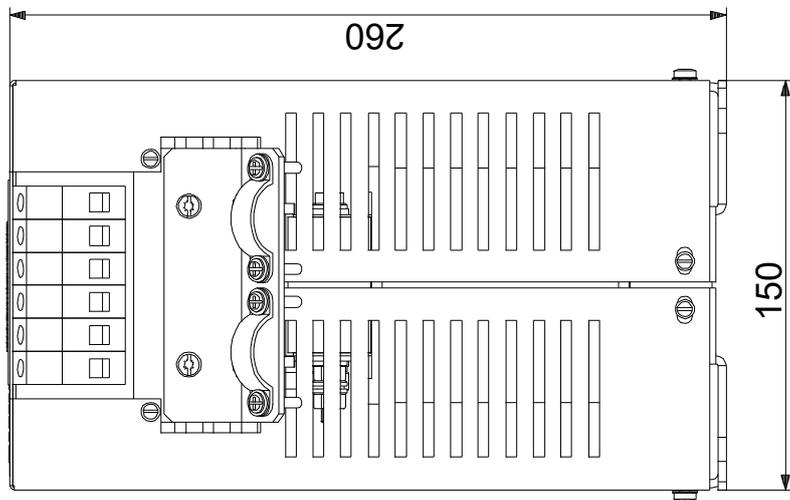
99299012 GF 270



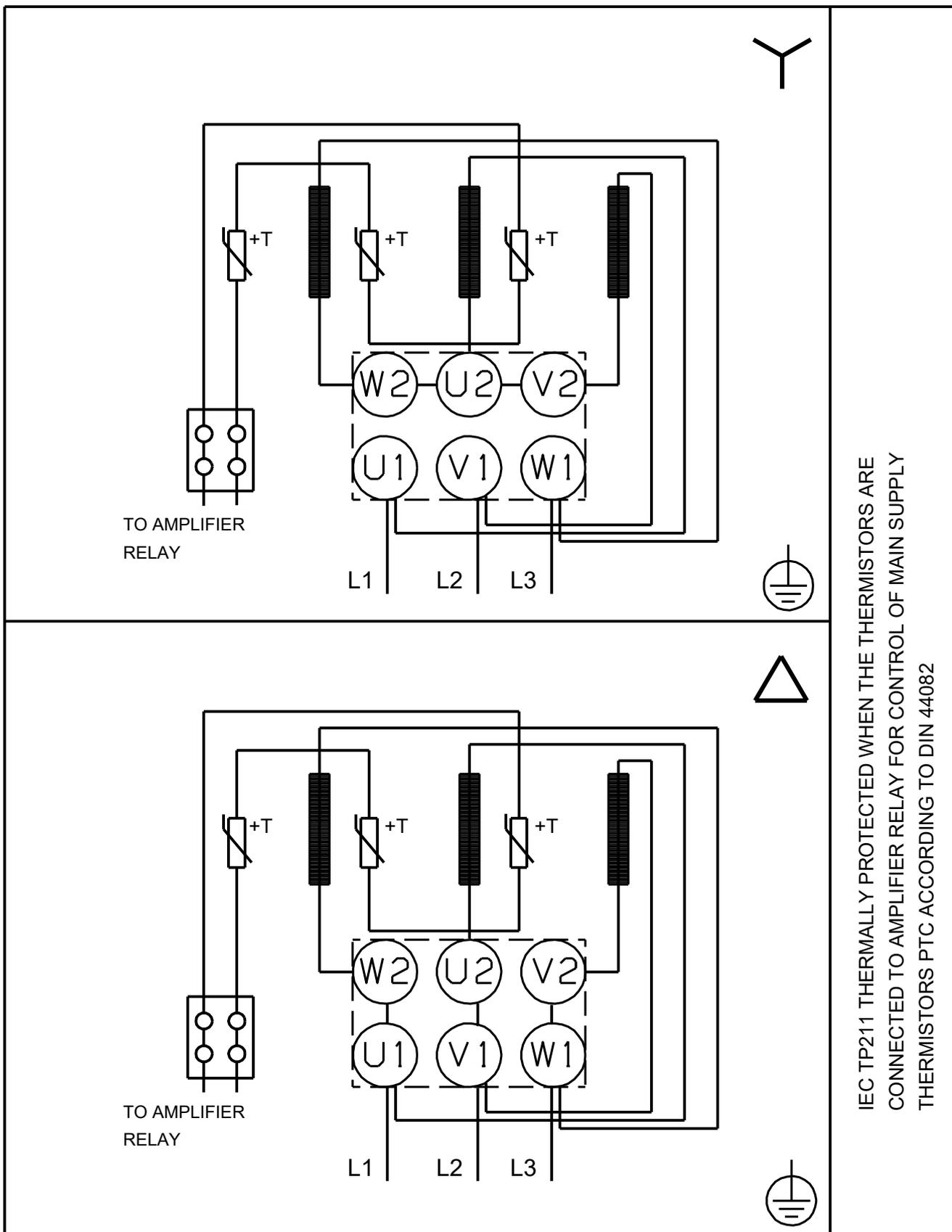
99044363 RSI 3x380-440V IP66 11kW 23A



96754977 Filtro sinusoidal

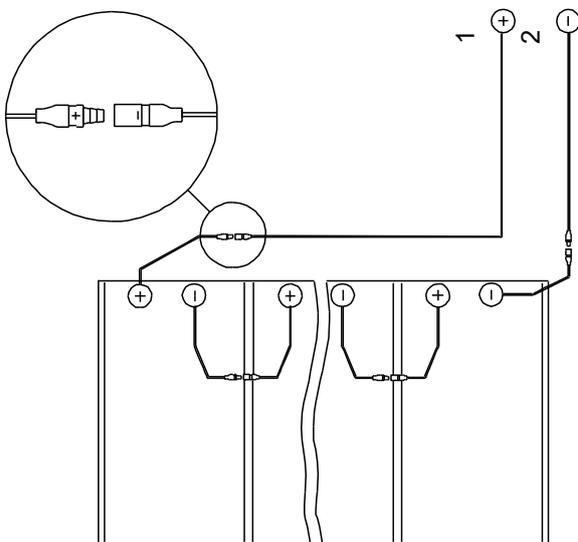
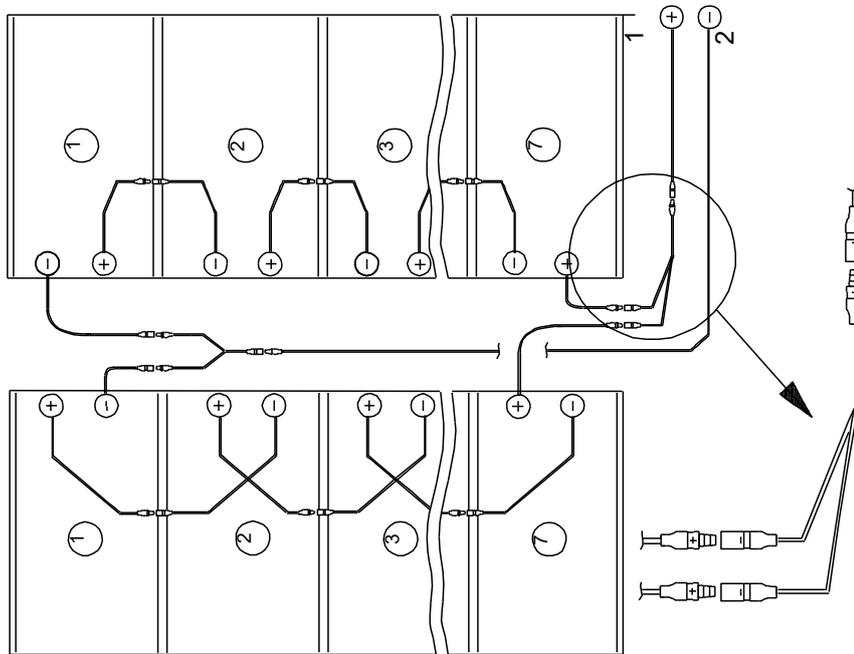


97831891 NK 65-160/136 A2F2AE-SBAQE



IEC TP211 THERMALLY PROTECTED WHEN THE THERMISTORS ARE
CONNECTED TO AMPLIFIER RELAY FOR CONTROL OF MAIN SUPPLY
THERMISTORS PTC ACCORDING TO DIN 44082

99299012 GF 270



97831891 NK 65-160/136 A2F2AE-SBAQE

Entrada - resumen

Volumen de agua (máx.): 192000 GPD US
 Mes del dimensionamiento: Agosto
 Seguimiento del sol: No (fijo)
 Ubicac.: San Juan de la Maguana, San Juan, Dominican Republic
 Latitud: 18.81 DD, Longitud: -71.23 DD

Productos

Bomba: NK 65-160/136, 1 x 97831891
 Módulo solar: GF 270, 72 x 99299012
 Kit cable (matriz a controlador): 1 x 98257868
 Kit cabl. (sist.-sist.): 3 x 98257892
 Caja de interruptor / unidad de control: RSI 3x380-440V IP66 11kW 23A, 1 x 99044363
 Caja de interruptor / unidad de control: OTDCP16, Circuit Breaker, 16Amp, 4 x 98341686
 Caja de interruptor / unidad de control: OVR PV 40-1000 P, Surge Protection, 1 x 98341687
 Interruptor de nivel: Level Switch (Normally Close), 1 x 97911220
 Otros: Filtro sinusoidal, 1 x 96754977

Resul de selec - sumario

Producción de agua, caudal máximo y precio

Producción de agua total por año: 75040000 gal
 Producción de agua promedio diaria: 205600 GPD US
 Producción de agua promedio por vatio diaria: 10.57 gal/Wp/día

Rendimiento habitual con irradiación solar de 800 W/m²

Caudal: 501.0 GPM US
 Altura total: 82.0 ft

Configuración de módulo solar:

Número de módulos solares en serie: 18, en paralelo: 4
 Potencia nominal del panel solar: 19.44 kW
 Tensión nominal del panel solar: 569 V
 Seguimiento del sol: No (fijo)
 Ángulo de inclinación: 19 deg.

Cables y tuberías:

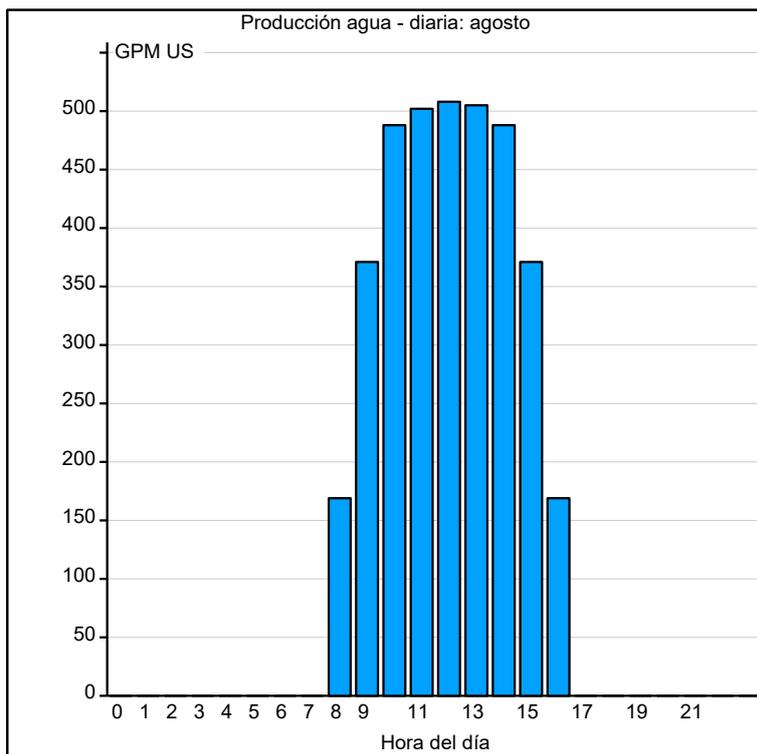
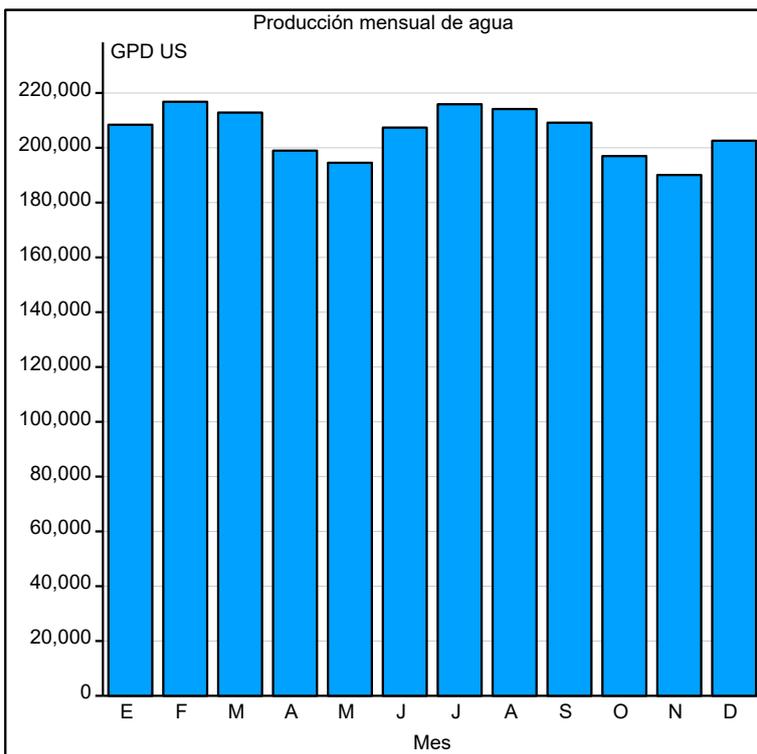
Longitud del cable de bomba: 0 ft
 Tamaño del cable de bomba: 0.75 mm²
 Pérdida por cable total: 0.0 %

Perdidas por rozamiento: 0 ft

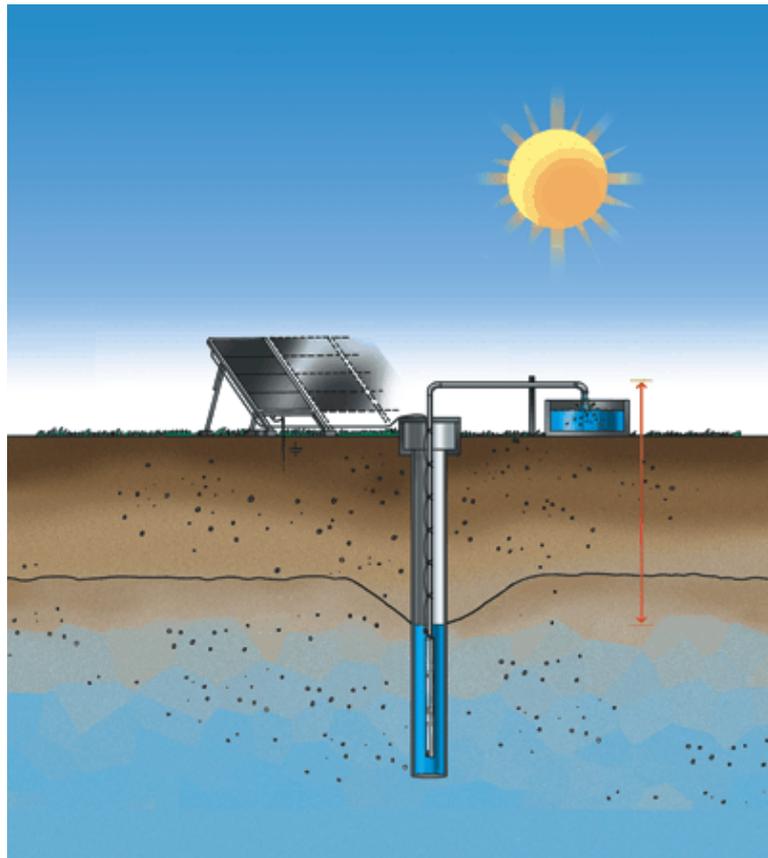
Prestación del sist. - media mensual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Producción agua [GPD US]	208410	216790	212850	198960	194530	207370	215890	214140	209160	196970	190070	202580
Energy production Solar [kWh/day]	90.0	94.7	90.4	83.5	81.4	87.2	91.4	90.7	88.4	83.8	81.8	87.3
Irradiación hzta [kWh/m ² día]	4.2	4.7	4.9	4.9	5.0	5.5	5.8	5.5	5.0	4.4	4.0	4.0
Inclinación de irradiación [kWh/m ² día]	5.1	5.4	5.1	4.7	4.6	5.0	5.2	5.2	5.1	4.8	4.7	4.9
Temp. promedio [°F]	63.9	64.2	65.1	66.2	68.0	70.3	70.9	70.7	69.8	68.7	66.6	64.9

Data location: Latitud: 19 DD, Longitud: -71 DD



Instalación y entrada



Resultados de dimensionamiento

Producción de agua, caudal máximo y precio

Producción de agua total por año: 75040000 gal
Producción de agua promedio diaria: 205600 GPD US
Producción de agua promedio por vatio diaria: 10.57 gal/Wp/día

Configuración de módulo solar:

Número de módulos solares en serie: 18, en paralelo: 4
Potencia nominal del panel solar: 19.44 kW
Tensión nominal del panel solar: 569 V
Seguimiento del sol: No (fijo)
Ángulo de inclinación: 19 deg.

Rendimiento habitual con irradiación solar de 800 W/m²

Caudal: 501.0 GPM US
Altura total: 82.0 ft

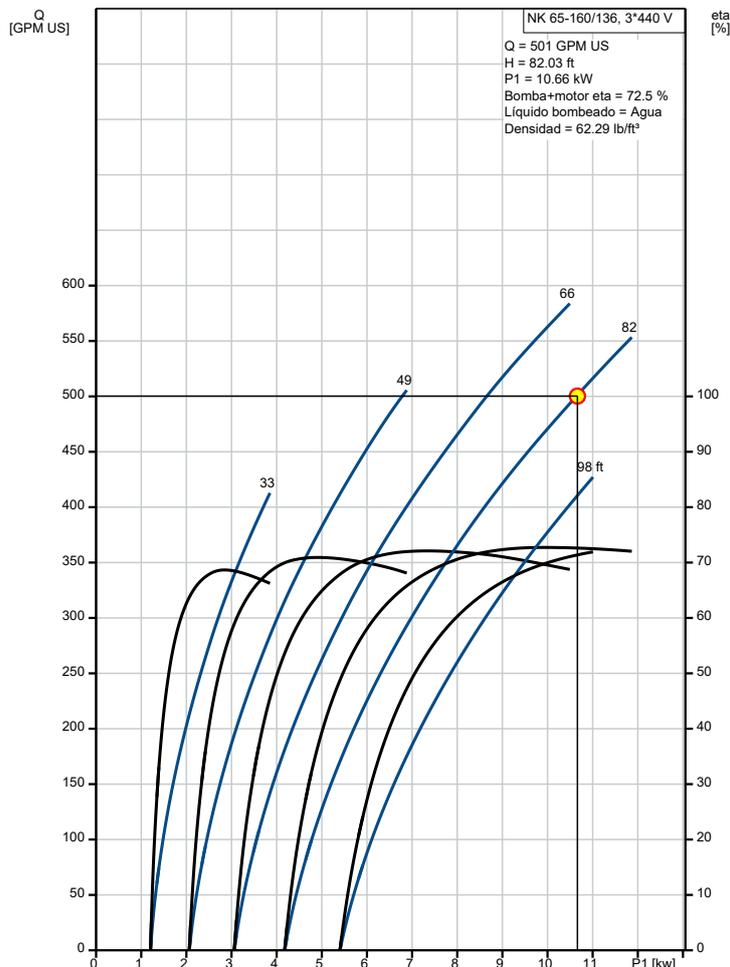
Cables y tuberías:

Longitud del cable de bomba: 0 ft
Tamaño del cable de bomba: 0.75 mm²
Pérdida por cable total: 0.0 %

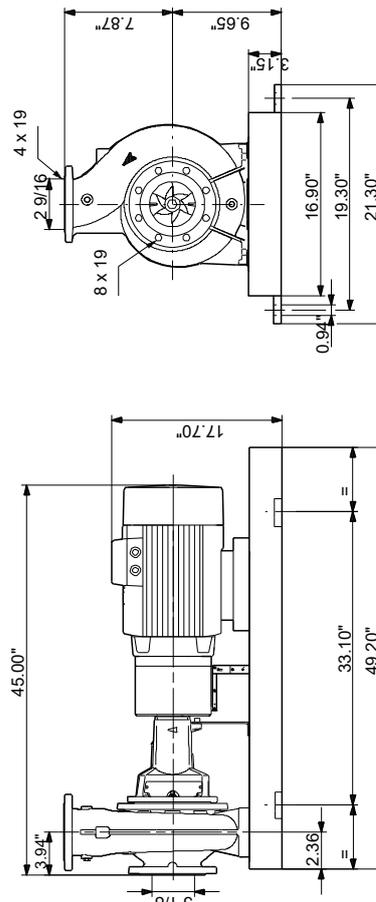
Perdidas por rozamiento: 0 ft

Ubicac.: San Juan de la Maguana, San Juan, Dominican Republic
Latitud: 18.81 DD, Longitud: -71.23 DD

Curva de la bomba



Dibujo de dimensionamiento



Dados da encomenda:

Nombre de producto: NK 65-160/136
Cantidad: 1
Código prod.: 97831891

Nombre de producto: GF 270
Cantidad: 72
Código prod.: 99299012

Nombre de producto: Wire kit array to control box (MC4)
Cantidad: 1
Código prod.: 98257868

Nombre de producto: Wire kit array to array (MC4)
Cantidad: 3
Código prod.: 98257892

Nombre de producto: Level Switch (Normally Close)
Cantidad: 1
Código prod.: 97911220

Nombre de producto: RSI 3x380-440V IP66 11kW 23A
Cantidad: 1
Código prod.: 99044363

Nombre de producto: OTDCP16, Circuit Breaker, 16Amp
Cantidad: 4
Código prod.: 98341686

Nombre de producto: OVR PV 40-1000 P, Surge Protection
Cantidad: 1
Código prod.: 98341687

Nombre de producto: Filtro sinusoidal
Cantidad: 1
Código prod.: 96754977

Total: Precio bajo pedido



SOLARTA

Una empresa de



GRUPO

TRANSFER-AGRO, S.R.L



QUIENES SOMOS



QUIENES SOMOS:

Solarta SRL Es una empresa de servicios tecnológicos para la producción de energía renovable dedicada a la identificación, diseño, levantamiento, financiamiento de fondo e instalación de proyectos y puesta en marcha de plantas fotovoltaicas y eólicas.

MISIÓN:

Somos una empresa de energía solar dedicada al diseño, suministro e instalación de sistemas fotovoltaicos interconectados a la red, aislado y bombeo solar, dirigidos a comercio, industria y productores agropecuarios, ofreciendo una garantía de servicio energético prolongado a 30 años, impulsados por un equipo técnico altamente calificado como soporte a nuestro trabajo y garantía

VISION:

*Ocupar un lugar como empresa líder y confiable en el diseño y ejecución de proyectos de energía y bombeo solar *Ser el proveedor preferido por los usuarios de energía eléctrica para llevar a cabo un proyecto solar

*Empresa innovadora con mira al futuro.

*Empresa financieramente sólida.

*Un excelente campo laboral.

EXONERACIONES Y EXENCIONES FISCALES

LEY 57-07:

Entre las concesiones que hace la ley 57-07 para el fomento del uso de energías renovables, aplicamos las siguientes:

- Los equipos de generación fotovoltaica: paneles fotovoltaicos, inversores y las baterías de más de 3500AH, están exonerados del pago del ITBIS. Esto se reflejará en su cotización.
- Incentivo fiscal para auto productores de energía. Toda persona, independientemente de su actividad, que sustituya su consumo energético, adoptando fuentes renovables que hayan sido aprobadas por la autoridad competente, podrá descontarse del Impuesto Sobre la Renta el 40% de la inversión en equipos de generación de energía renovable, en un periodo de 3 años. Esto se reflejará en el retorno de la inversión, si aplica en su caso, ya que no sería tomado en cuenta si usted no reporta beneficios o su empresa goza de otros incentivos fiscales.





SOLARTA

Propuesta Economica



SOLAR TA S.R.L.

Una empresa del grupo TRANSFER-AGRO, S.R.L.

Teléfono: (809) 535-0136

C/ Viento Mistral, Esq. Av. Cayetano Germosen No. 15, Primer Piso, Santo Domingo, Rep. Dom.

viernes, 21 de mayo de 2021

Datos Generales

Nombre: **Jose Alejandro Benzan**
Direccion: **San Juan de la Maguana, Rep. Dom.**
Cedula o RNC: **N/A**
Telefono: **809-821-8107**
Correo electronico: [N/A](#)

COTIZACION BOMBEO SOLAR (RD\$)

Cantidad	Código	Descripción
72	PSU330	Paneles Policristalinos 330Wp. *****

Sub-Total Equipos Paneles FV	\$	468.000,00
ITBIS cubierto por ley 57-07	\$	84.240,00
Total General Equipos aplicado a la ley 57-07	\$	468.000,00

Sistema Hidraulico

Cantidad	Código	Descripción
1	Mot-Elec	ElectroBomba 505 GPM VS 87 pies de TDH de 15HP (Actual)
1	V-Frec 75HP	Variador de Frecuencia 20HP (Recomendado)
1	MAT-MO-BOMB	Mano de Obra para la instalacion hidraulica
1	MAT-MO-PAN	Estructura, materiales electricos, mano de obra para paneles FV

transporte y direccion tecnica	\$	17.228,00
Sub Total Materiales Electricos, MO, y otros equipos	\$	365.000,00
ITBIS no cubierto por ley 57-07	\$	65.700,00
Total	\$	447.928,00

Total general Aplicando a la Ley 57-07	\$	915.928,00
--	----	-------------------

Beneficios de Ley

ITBIS a descontar Inmediato	RD\$84.240,00
Credito fiscal 1er año	RD\$62.400,00
Credito fiscal 2do año	RD\$62.400,00
Credito fiscal 3er año	RD\$62.400,00

Garantía:

10 años por defecto de fábrica en los paneles solares
25 años de producción en los paneles solares
10 años en estructura

Forma de Pago:

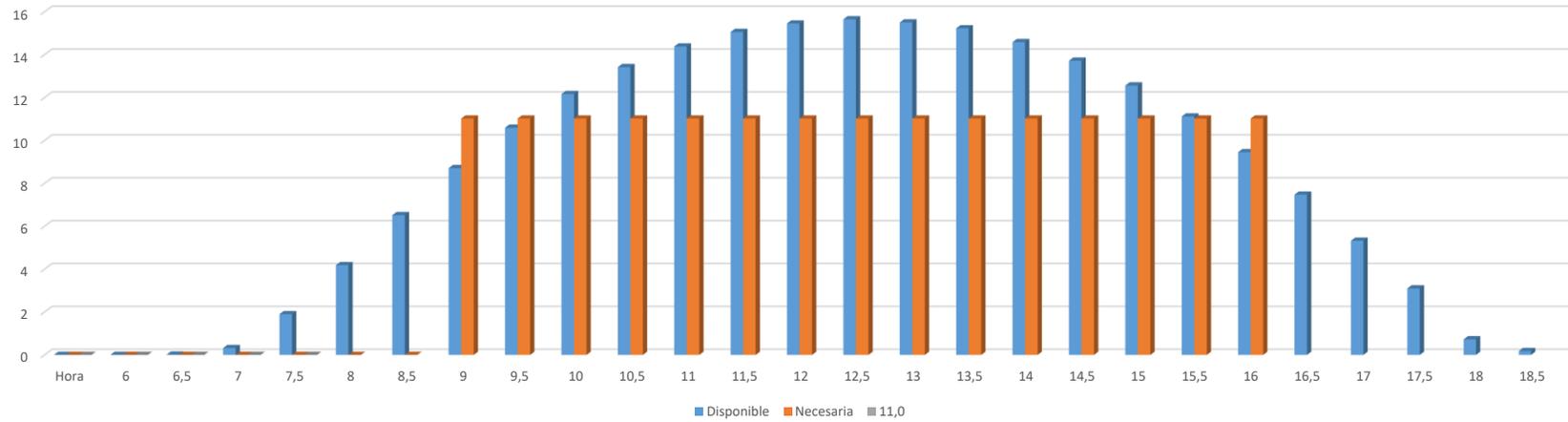
70% con la orden
30% contra entrega

Este proyecto incluye:

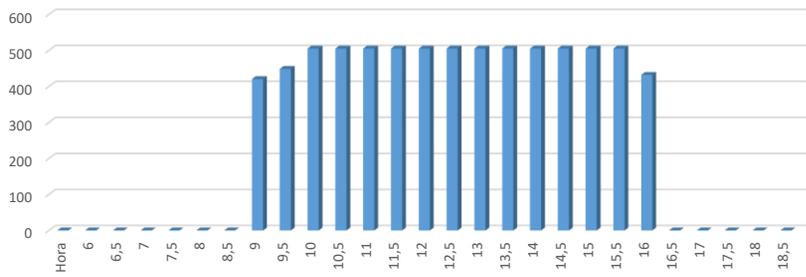
| Gestión de la Ley 57-07 para la exoneración del ITBIS y el Crédito Fiscal
| Puesta en marcha

APLICA PARA GESTION DE FINANCIAMIENTO CON LOS BANCOS A NIVEL NACIONAL

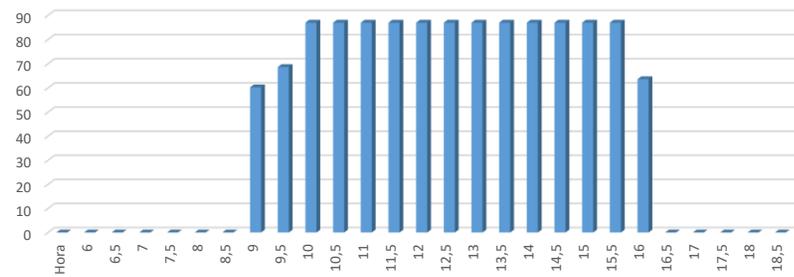
Potencia Disponible Vs Requerida Riego



Caudal



Presion



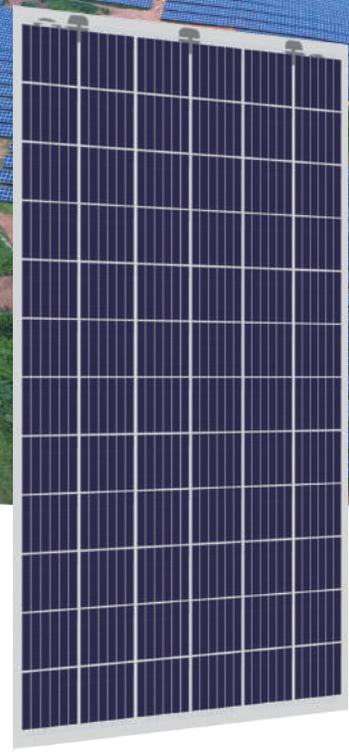
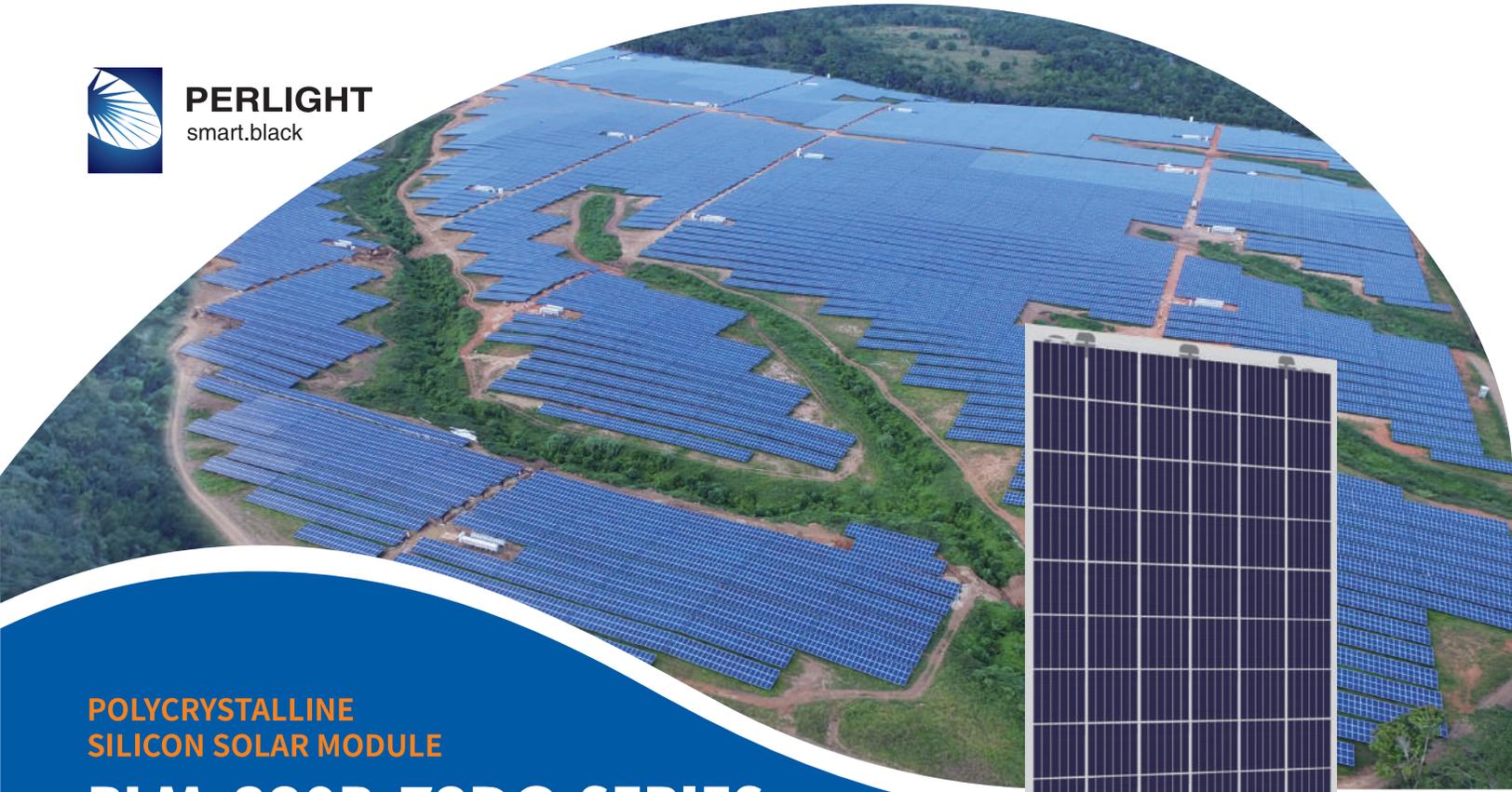


SOLARTA

Fichas técnicas



PERLIGHT
smart.black



**POLYCRYSTALLINE
SILICON SOLAR MODULE**

PLM-320P-72DG SERIES

PERLIGHT SOLAR

Founded in 2006, Perlight Solar is growing to be the world leading residential smart solar PV products manufacturer & service provider.

Based on more than 30 years manufacturing experience of Baolite Group, along with the implementation of MES & ERP system, Perlight Solar have realized lean and flexible manu-

facturing of solar cell & solar module.

With corporate values "Customer First, Talent Excellence, Pragmatic Innovation, Integrity & Win-Win", Perlight Solar will continue to provide excellent smart energy products & service to global families and vision to be the leading brand in global distributed smart energy.



16.90%
Maximum Module Efficiency



12 Years
Limited Product Warranty



30 Years
Performance Warranty



Performance

Good performance even under low light conditions



Reliability

Strict selection of raw materials and strict quality control ensure reliability



Smart

Optional smart-ready design. Easy upgrade into smart solar module solution

DOUBLE GLASS

POLY DOUBLE GLASS 72-CELL SERIES

ELECTRICAL PERFORMANCE

Module type	PLM-320P-72DG SERIES						
Power output	P_{max}	W	310	315	320	325	330
Power output tolerances	ΔP_{max}	%	0 - 3				
Voltage at Pmax	V_{mpp}	V	37.44	37.73	38.01	38.38	38.74
Current at Pmax	I_{mpp}	A	8.28	8.35	8.42	8.47	8.52
Open-circuit voltage	V_{oc}	V	45.45	45.60	45.82	45.93	46.08
Short-circuit current	I_{sc}	A	8.85	8.91	9.03	9.08	9.15
Solar Module Efficiency	Eff.	%	15.88	16.14	16.40	16.65	16.90

STC: 1000W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM 1.5g spectrum according to EN 60904-3.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- P_{MAX} (Wp)	228.10	233.20	239.40	241.30	245.60
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	34.30	34.70	35.10	35.20	35.50
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	6.65	6.71	6.81	6.85	6.92
Open Circuit Voltage- V_{oc} (V)	42.20	42.80	42.70	42.80	43.00
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	7.18	7.22	7.31	7.35	7.41

MECHANICAL DATA

Solar cells	Multicrystalline 156.75×156.75 mm (6 inches)
Cell orientation	72 cells (6×12)
Module dimensions	1968×992×6mm (1968×992×25mm with junction box)
weight	28kg
front Glass	2.5mm, High Transmission, AR Coated and Heat Strengthened Glass
EVA	Clear / White
Back Glass	Heat Strengthened Glass, 2.5mm
Frame	Frameless / Customized frame
J-Box	IP 67
Cables & Plug connectors	600mm/4MM2 & MC4 compatible/IP67
Fire Type	CLASS C

TEMPERATURE RATINGS

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	44°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P_{MAX}	- 0.40%/°C
Temperature Coefficient of V_{oc}	- 0.30%/°C
Temperature Coefficient of I_{sc}	+0.06%/°C

PACKAGING CONFIGURATION

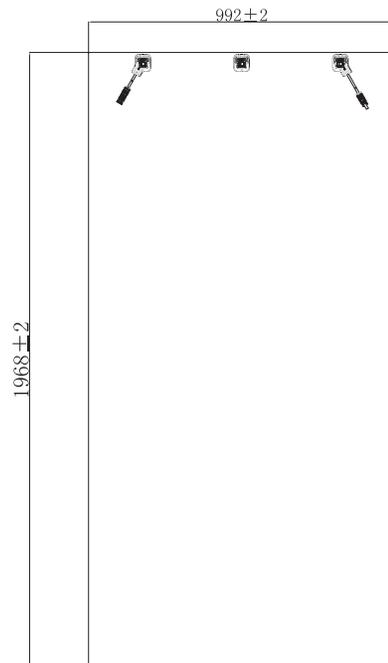
Modules per box: 33 pieces
Modules per 40' container: 726 pieces

Perlight Partners



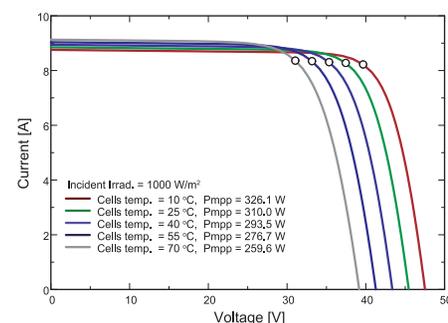
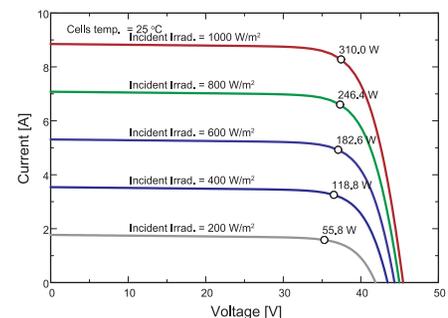
PERLIGHT
smart.black

Module Diagram:



BACK VIEW

Electrical Curves:



Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña
Escuela de Ingeniería Civil

José A. Benzan Guerrero

Sustentante

Karen A. Sánchez Ramírez

Sustentante

Ing. Carlos A. Muñoz Cordero

Asesor

Ing. César Mercedes

Presidente del jurado

Ing. Amelia Pérez

Miembro del jurado

Ing. César Torres

Miembro del jurado

Ing. José A. Herrera

**Director Escuela de
Ingeniería Civil**

Calificación _____