



VIGILADA MINEDUCACIÓN

UNIVERSIDAD

**USO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN CENTRO PILOTO PARA
ACOPIO Y ENFRIAMIENTO DE 2000 LITROS DE LECHE DIARIOS**

TRABAJO DIRIGIDO HOMOLOGABLE POR ELECTIVAS TÉCNICAS

DIRECTOR

Ing. ALVARO AGUIRRE ANDRADE

AUTORES

DANIEL MAURICIO BERNAL ARIAS CARNÉ: 2165606

SEBASTIAN BARAHONA MORALES CARNÉ: 2162800

UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

DECANATURA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

CENTRO DE ESTUDIOS DE ENERGÍA

TRABAJO DIRIGIDO

BOGOTÁ D.C.

2022

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	9
2	ANTECEDENTES	10
3	JUSTIFICACIÓN.....	11
4	OBJETIVOS.....	12
4.1	OBJETIVO GENERAL.....	12
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
5	MARCO TEÓRICO	13
5.1	RESUMEN CONCEPTOS LECHE DE VACA.....	13
5.1.1	COMPOSICIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LA LECHE	14
5.1.1.1	COMPOSICIÓN DE LA LECHE.....	14
5.1.1.2	ASPECTOS MÁS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA LECHE	15
5.1.1.3	POR QUÉ SE DEBE ENFRIAR LA LECHE DE VACA	17
5.1.1.4	RECOLECCIÓN Y RECEPCIÓN DE LA LECHE.....	17
5.1.2	ENFRIAMIENTO Y CONSUMO DE ENERGÍA DE LA LECHE	20
5.1.3	ELECCION DE TANQUE.....	20
5.1.3.1	CONSEJOS PRÁCTICOS PARA SU ELECCION.....	21
5.1.4	LABORATORIO (ANÁLISIS DE LA LECHE)	21
5.1.5	TRATAMIENTO DE AGUAS EN INDUSTRIAS LÁCTEAS	23
5.2	RESUMEN TEORIA DE REFRIGERACIÓN.....	24
5.2.1	CONCEPTOS TERMODINÁMICOS:	24
5.2.2	MÉTODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	25
5.2.3	CICLO DE REFRIGERACIÓN	26
5.3	RESUMEN TEÓRICO ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	28
5.3.1	INTRODUCCIÓN	28
5.3.2	IMPORTANCIA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....	29
5.3.3	ANTECEDENTES ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN COLOMBIA	30
5.3.4	PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO	33

5.3.4.1	ENERGÍA SOLAR.....	33
5.3.4.2	RADIACIÓN SOLAR.....	34
5.3.4.3	HORAS PICO DEL BRILLO SOLAR	35
5.3.4.4	MATERIALES SEMICONDUCTORES	36
5.3.4.5	EFECTO FOTOVOLTAICO	37
5.3.5	MÓDULO FOTOVOLTAICO	38
5.3.5.1	COMPONENTES DE UN GENERADOR SOLAR.....	40
5.3.6	SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DE CONEXIÓN A RED	40
5.3.7	INVERSOR DC/AC	41
5.3.7.1	CARACTERÍSTICAS COMERCIALES.....	41
5.3.7.2	TIPOS DE INVERSORES	42
5.3.7.3	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	42
5.3.8	SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AUTÓNOMOS	43
5.3.8.1	SÓLO CARGAS EN DC.....	44
5.3.8.2	CON CARGAS EN DC Y AC	44
5.3.9	REGULADOR.....	45
6	PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	45
7	DESARROLLO DEL PROYECTO	46
7.1	PROCESO CONSTRUCTIVO.....	47
7.1.1	TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.....	49
7.1.2	TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES	49
7.2	PLANOS Y UBICACIÓN EQUIPOS DE ENFRIAMIENTO EN LA CONSTRUCCIÓN.....	49
7.3	CÁLCULO DE CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN	52
7.3.1	REFRIGERANTES	54
7.3.1.1	R134a.....	54
7.3.1.2	R22.....	56
7.3.1.3	R407C.....	58
7.3.1.4	R507.....	60
7.3.1.5	SELECCIÓN DE REFRIGERANTE.....	61

7.4	CÁLCULO DE LA CARGA ELECTRICA DEL CENTRO DE ACOPIO.	62
7.5	ENERGÍA CONSUMIDA	63
7.6	CÁLCULO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	65
7.6.1	MÓDULO FOTOVOLTAICO PARA USAR.....	67
7.6.2	DISTRIBUCIÓN DE PANALES FOTOVOLTAICOS.....	68
7.6.3	CALCULO DE BATERÍAS.....	70
7.6.4	INVERSORES POR USAR	72
7.6.4.1	INVERSORES SOLARES.....	72
7.6.4.2	INVERSORES DE BATERÍAS.....	75
7.7	LISTA DE EQUIPOS Y ESPECIFICACIONES SISTEMA REFRIGERACIÓN SELECCIONADO	76
7.8	LISTA DE EQUIPOS Y ESPECIFICACIONES PARA SISTEMA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICO.....	77
7.9	LISTA DE EQUIPOS Y ESPECIFICACIONES PARA ANÁLISIS EN LABORATORIO	78
8	FUENTES DE FINANCIACIÓN	80
9	RESULTADOS	83
9.1.1	COSTOS ASOCIADOS	86
10	CONCLUSIONES.....	87
11	ANEXOS.....	88
12	BIBLIOGRAFÍA.....	100

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición de la leche (g / 100g) de diferentes especies. [4].....	14
Tabla 2 Propiedades del R134a para los puntos de interés	54
Tabla 3 Propiedades del R22 para los puntos de interés.....	56
Tabla 4 Propiedades del R407C para los puntos de interés	58
Tabla 5 Propiedades del R407C para los puntos de interés	60
Tabla 6 Cargas totales de la instalación	63
Tabla 7 Energía diaria y anual del centro de acopio	65
Tabla 8 Equipos sistema de refrigeración	76
Tabla 9 Equipos para instalación fotovoltaica	77
Tabla 10 Equipos para análisis de laboratorio [1]	80
Tabla 11 Presupuesto total	87

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Composición de la leche de vaca [5]	15
Gráfica 2 La influencia de la temperatura en el desarrollo bacteriano en la leche cruda [5].....	16
Gráfica 3 ¿En cuánto tiempo se enfrían 2000 Lts de leche? [7]	20
Gráfica 4 Número de proyectos vigentes según su tipo [14]	31
Gráfica 5 Potencia acumulada de proyectos vigentes según su tipo[14]	32
Gráfica 6 Capacidad instalada por promotor [14].....	32
Gráfica 7 Perfil de carga del centro de acopio	64
Gráfica 8 Radiación solar promedio anual.....	67
Gráfica 9 Radiación incidente por cada lado del techo.....	84
Gráfica 10 Cobertura de consumo total	84
Gráfica 11 Radiación solar incidente sobre cada techo	85
Gráfica 12 Potencia generada, consumida e inyectada.	86

1.1.1.1 LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Tanque de enfriamiento con agitador y unidad de enfriamiento [6].....	18
Ilustración 2 Camión cisterna recolector de leche.	18
Ilustración 3 Transporte de leche en zonas rurales	19
Ilustración 4 Ciclo básico de refrigeración mecánica.	26
Ilustración 5 Funcionamiento planta fotovoltaica.....	28
Ilustración 6 Explotación y producción nacional de recursos UPME [13].....	30
Ilustración 7 Capacidad instalada Colombia UPME [13].....	31
Ilustración 8 Radiación solar [18].....	35
Ilustración 9 Mapa radiación solar promedio anual IDEAM [20].....	35
Ilustración 10 Átomos de silicio dopados [22]	36
Ilustración 11 Efecto fotoeléctrico [23]	37
Ilustración 12 Celda fotovoltaica [25]	39
Ilustración 13 Tipos de celdas fotovoltaicas.....	39
Ilustración 14 Generador solar [26]	40
Ilustración 15 Sistema conectado a la red [28]	41
Ilustración 16 Sistema fotovoltaico aislado [30]	44
Ilustración 17 Diagrama unifilar sistema aislado con cargas en DC	44
Ilustración 18 Sistema fotovoltaico asilado con cargas DC y AC	45
Ilustración 19 Prospecto de edificación para centro de acopio de leche vista ISO 1.....	50
Ilustración 20 Prospecto de edificación para centro de acopio vista ISO 2.....	50
Ilustración 21 Plano del centro de acopio y ubicación de equipos de enfriamiento	51
Ilustración 22 Vista frontal prospecto centro de acopio	52
Ilustración 23 Vista lateral derecha prospecto centro de acopio.....	52
Ilustración 24 Propiedades refrigerante R134a.....	54
Ilustración 26 Propiedades refrigerante R22.....	56
Ilustración 27 Propiedades refrigerante R407C	58
Ilustración 28 Propiedades refrigerante R407C	60
Ilustración 29 Esquema general a usar en el centro de acopio.	66
Ilustración 29 Ubicación Ubaté	66
Ilustración 30 Dimensiones panel solar.	68
Ilustración 31 Distribución de paneles del techo oeste	69
Ilustración 32 Distribución de módulos en techo este	69
Ilustración 33 Distribución de módulos vista 3D	70
Ilustración 34 Rangos de operación de tensión de una entrada o MPP del inversor	73
Ilustración 35 Rangos de operación de corriente de una entrada o MPP del inversor.....	73
Ilustración 36 Rangos de operación de potencia de una entrada o MPP del inversor	74
Ilustración 37 Conexión serie de los paneles para cada MPP.....	74

Ilustración 38 Esquema general de instalación fotovoltaica.....	75
Ilustración 39 Fuentes de financiación [32].....	81
Ilustración 40 Ofertas de créditos para el agro [32].....	82
Ilustración 41 Flujo de energía anual.....	83

2 INTRODUCCIÓN

En Colombia son pocas las fincas productoras de leche de vaca que tienen sistemas para un enfriamiento oportuno y eficiente; y al no tener la oportunidad de enfriar la leche puede generar su acidificación. La electricidad en zonas rurales es intermitente y en ciertas ocasiones generada por métodos contaminantes. Mediante el uso de la energía solar fotovoltaica se puede generar energía eléctrica más limpia y no contaminante.

El presente trabajo dirigido se hace con el fin de brindar un posible esquema de centro de acopio que permita almacenar y refrigerar la leche el cual funcione mediante energía solar por paneles fotovoltaicos. Este centro de acopio tendrá como función principal la recolección y enfriamiento de la leche, el cual tenga presente estándares de calidad en los alimentos procesados y sostenibilidad energética en cuanto a la forma en cómo se abastece el centro de acopio. Este plan se enmarca en un ambiente adecuado, en el que cada vez se le da más importancia al cuidado del medio ambiente debido a la utilización de la energía producida por los paneles fotovoltaicos, a la responsabilidad social por parte de las empresas y a la salud de los consumidores finales relacionada con la calidad propicia en los alimentos del esquema de la planta. También se ve beneficiado el productor de leche, pues se disminuirán las pérdidas por la acidificación de esta.

3 ANTECEDENTES

Esta sección presenta una breve descripción y revisión de algunos escritos relacionados con la creación de centros de acopio de leche e implementación de la energía solar fotovoltaica para alimentar la carga especificada.

Para el centro de acopio de leche, se ha identificado que uno de los grandes problemas consiste en la acidificación de la leche. Las principales causas de esto son el incumplimiento de los estándares

de calidad para la comercialización de la leche, la carencia de capacidad logística para la comercialización y alta demanda de leche y productos lácteos no higienizados, sus efectos pueden ser: pérdidas en los diferentes canales de comercialización de productos lácteos, crecimiento de enfermedades por la venta de leche no apta para su consumo y bajo nivel de ingresos para familias productoras de leche debido a baja productividad. [1]

El proceso comercial de acopio de leche que se lleva a cabo en el municipio de Duitama del departamento de Boyacá se ha visto afectado económicamente por los elevados costos del servicio de energía eléctrica prestado por el operador de red, por otro lado, las interrupciones del servicio de energía eléctrica durante el proceso acopio generan pérdidas económicas y disminución en la calidad del producto. [2]

4 JUSTIFICACIÓN

El Centro de Acopio contribuirá al correcto cumplimiento de los estándares de calidad para la comercialización de la leche principalmente por tres razones: proporcionará la infraestructura y equipamiento necesarios para una adecuada conservación de la leche; tomará en cuenta, dentro de los costos de operación y mantenimiento, todas aquellas actividades necesarias para garantizar el aprovechamiento total de la vida útil de la infraestructura y los equipos, aparte de la utilización de la energía solar fotovoltaica para el continuo funcionamiento del centro de acopio fomentando el

uso de energías limpias para la disminución del cambio climático y la contaminación ambiental.
[1]

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la capacidad y especificaciones de equipos y componentes tanto para acopio como de enfriamiento de leche y del sistema de energía solar fotovoltaico para aproximadamente 2000 litros de leche diario. Además de las especificaciones para la edificación, planos de las instalaciones, servicios comunes y tratamiento de agua, etc.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Elaborar un presupuesto aproximado para inversión económica en equipos, accesorios, instrumentación, etc.

Calcular capacidades y especificaciones de equipos de enfriamiento de la leche y del sistema de energía solar fotovoltaico.

Elaborar dibujos para la distribución de equipos, laboratorio de control de calidad y oficinas de administración

Presupuesto de inversión aproximado para la edificación y servicios en general.

6 MARCO TEÓRICO

6.1 RESUMEN CONCEPTOS LECHE DE VACA

La leche es uno de los productos más importantes para consumo humano. Su calidad alta es vital, y el enfriamiento es una de las maneras más eficientes y eficaces para mantener la frescura de la leche. Los productores de leche deben cumplir con los estándares de calidad que estén conformes a las exigencias de los consumidores. [3]

6.1.1 COMPOSICIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LA LECHE

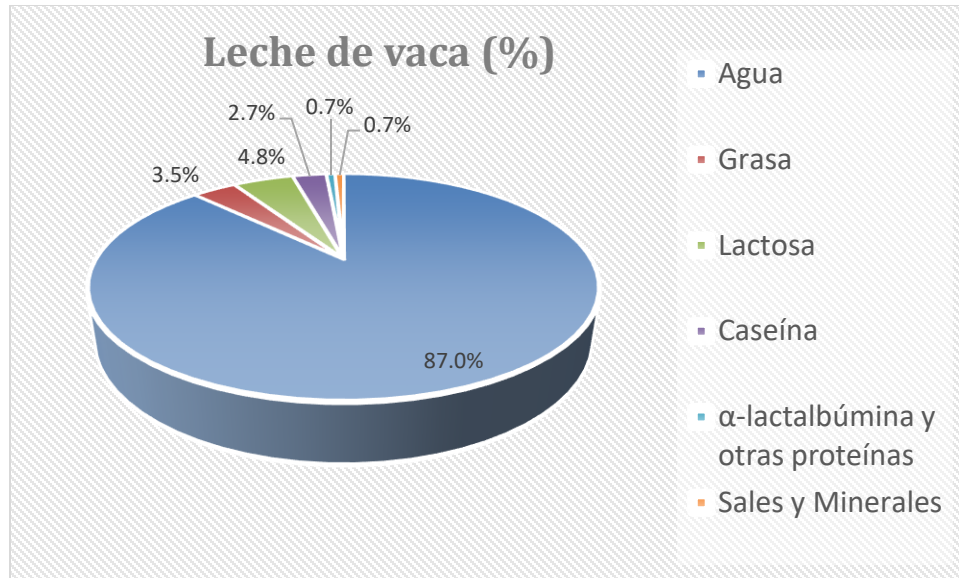
6.1.1.1 COMPOSICIÓN DE LA LECHE

La leche es un fluido biológico complejo, cuya composición y características físicas varían de especie en especie, reflejando las necesidades de los mamíferos jóvenes. El componente principal de la leche es el agua, pero dependiendo de la especie, es un producto alimenticio muy completo, pues contiene una diversidad de nutrientes (carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas y minerales) y en cantidades suficientes para satisfacer buena parte de las cantidades diarias recomendadas. La leche destaca su riqueza en calcio, proteínas y vitamina B2 y B12". [4]

Especie	Agua	Grasa	Caseína	Proteína	Lactosa	Ceniza
Vaca	87.3	4.4	2.8	0.6	4.6	0.7
Búfala	82.2	7.8	3.2	0.6	4.9	0.8
Cabra	86.7	4.5	2.6	0.6	4.4	0.8
Oveja	82.0	7.6	3.9	0.7	4.8	0.9

Tabla 1. Composición de la leche (g / 100g) de diferentes especies. [4]

La grasa pesa menos que el agua y existe como pequeños glóbulos dispersos o gotas en el suero de la leche. Las proteínas se construyen de manera completamente diferente y, por lo tanto, también tienen características totalmente diferentes. En general, las proteínas de suero (lactoalbúmina) tienen valores nutricionales muy altos y se usan ampliamente para la industria alimentaria.



Gráfica 1 Composición de la leche de vaca [5]

Desde un principio, las personas criaban animales y cultivaban vegetales para satisfacer sus propias necesidades. Los animales se utilizaron no solo para trabajos pesados, sino también como fuente de alimento; las vacas fueron utilizadas para la producción de leche y carne.

6.1.1.2 ASPECTOS MÁS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA LECHE

La tendencia ahora es que se tienen menos fincas con mayor cantidad de animales.

La distancia entre la finca, la lechería y el consumidor se ha hecho cada vez más grande, al igual que el lapso entre el ordeño y el consumo de leche. El almacenamiento de leche en la finca y el tiempo necesario para cerrar la brecha entre el productor y el consumidor dieron las condiciones propicias a las bacterias para aclimatarse y crecer en este líquido nutritivo.

Si baja la temperatura de la leche almacenada, los procesos químicos y el crecimiento microbiológico se ralentizarán, manteniendo la calidad de la leche en un nivel alto. La calidad es extremadamente importante, y es de esperar que cada vez más los productores de leche demuestren que se ha hecho todo lo posible para cumplir con los estándares de calidad.

- Propiedades físicas de la leche

La densidad física (1.028 y 1.038 g / cm³), el punto de congelación, la presión osmótica y la acidez son ejemplos de higiene. El punto de congelación de la leche es el único parámetro confiable para verificar la dilución de la leche con agua.

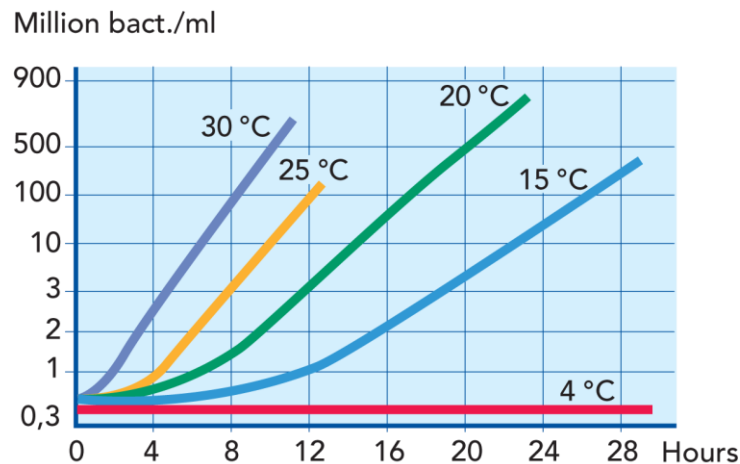
- Componentes químicos de la leche

Los diferentes componentes de la leche, especialmente las grasas y las proteínas, pueden sufrir cambios químicos durante el almacenamiento. La oxidación de la grasa le da a la leche un sabor metálico, mientras que a la mantequilla un sabor aceitoso y seboso.

Para evitar su oxidación tanto de grasas como de las proteínas en la leche, el problema más importante es controlar el contacto con el oxígeno y la luz solar directa.

- Microbiología de la leche

Cuando la leche es secretada de la ubre es prácticamente estéril. Pero antes de que la leche salga de la ubre, las bacterias logran ingresar a través del canal del pezón e infectarlo. Estas bacterias son normalmente inofensivas y pocas en número, solo unas pocas decenas o cientos por mililitro. Sin embargo, en el transcurso de la manipulación en la finca, la leche puede ser infectada por varios microorganismos, principalmente bacterias.



Gráfica 2 La influencia de la temperatura en el desarrollo bacteriano en la leche cruda [5]

A partir de 300.000 UFC/ml (Unidades formadoras de colonia por mililitro), la velocidad de propagación de las bacterias a temperaturas más altas y el efecto del enfriamiento a 4 °C es más notorio. El enfriamiento a 4 °C, o incluso inferior a 2 °C, junto con el ordeño hace posible la

entrega de leche en intervalos de dos días siempre y cuando el contenedor de leche o el camión cisterna se encuentre aislado. [5]

Las pruebas comunes que se llevan a cabo en los centros de acopio de leche son: Gusto y olfato, limpieza, higiene, recuento de células somáticas, recuento de bacterias, contenido de proteínas, contenido de grasa y punto de congelación.

6.1.1.3 POR QUÉ SE DEBE ENFRIAR LA LECHE DE VACA

La leche debe enfriarse aproximadamente a 4 °C inmediatamente después de ordeñarse y mantenerse a dicha temperatura hasta la lechería. Si la cadena de frío se rompe en algún punto, durante el transporte, por ejemplo, los microorganismos en la leche comenzarán a multiplicarse. El enfriar es una forma muy buena para conservar la calidad de la leche a un alto nivel. El enfriamiento de la leche en la granja tiene dos objetivos principales [5]:

- Inhibir el crecimiento bacteriológico
- Ampliar el almacenado en la granja para disminuir los costes de transporte de la leche.

6.1.1.4 RECOLECCIÓN Y RECEPCIÓN DE LA LECHE

Para cumplir con los requisitos de higiene, algunas granjas lecheras tienen espacios especiales para el almacenamiento refrigerado. En los centros de acopio, siempre hay equipos de enfriamiento y, en la mayoría de los casos, instalaciones de prueba de calidad. Los tanques de enfriamiento de gran capacidad también se están volviendo más comunes. Estos tanques con una capacidad de 300 a 30 000 litros están equipados con un agitador y un equipo de enfriamiento para cumplir con ciertas estipulaciones, por ejemplo, que toda la leche del tanque debe enfriarse a 4 °C dentro de las dos horas posteriores al ordeño. La sala de leche también debe contar con equipos para la limpieza y desinfección de los utensilios, el sistema de tuberías y el tanque de enfriamiento. [6]

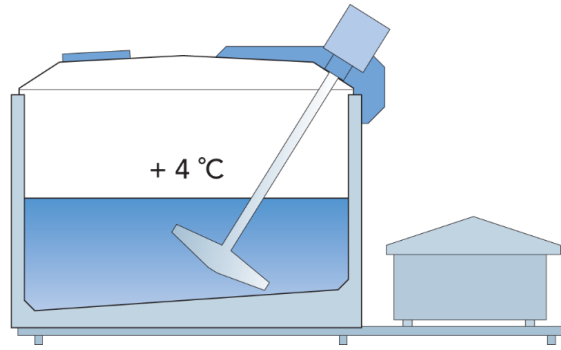


Ilustración 1 Tanque de enfriamiento con agitador y unidad de enfriamiento [6]

Cuando el camión cisterna recoge la leche, debe ser posible conducir hasta la sala de leche de la granja. La manguera de carga del camión cisterna se conecta a la válvula de salida del tanque de enfriamiento de la granja. El camión cisterna suele estar equipado con un medidor de flujo y una bomba para que el volumen se registre automáticamente.

También puede existir la posibilidad que no se cuente con camiones cisterna con estas facilidades, y se deba optar por una recepción de la leche de una forma más amigable con los finqueros dadas las posibles condiciones rurales, de tal forma que se podría necesitar una bomba para el llenado y vaciado de los tanques de enfriamiento. [6]



Ilustración 2 Camión cisterna recolector de leche.

El transporte de la leche en zonas rurales también se puede hacer en cantinas, cargadas a lomo de mulas, en camionetas de estacas e incluso en bicicleta.



Ilustración 3 Transporte de leche en zonas rurales

Los centros de acopio y las lecherías tienen un lugar de recepción determinado para manejar la leche traída de las granjas. Lo primero que se hace en la recepción es determinar la cantidad de leche. Esta cantidad se registra y se ingresa en el sistema de pesaje que utiliza la lechería para pesar la entrada y compararla con la salida. La cantidad que llega se puede medir en volumen o en peso por medio de basculas industriales.

El enfriamiento de la leche requiere un suministro adecuado de electricidad y agua. Estos no siempre están disponibles en la finca y, a veces, solo se pueden organizar a costos relativamente altos. En caso de ser una recolección masiva estos requerimientos pueden ser mucho mayores.

Hay varios sistemas disponibles para enfriar la leche. Los sistemas más simples usan agua de una tubería o pozo. Si hay cantidades abundantes de agua de pozo disponibles, las cantinas de leche pueden sumergirse en el pozo. De ese principio se usan algunos métodos de refrigeración tales como anillos de enfriamiento, refrigeradores de superficie, conos de hielo o por tanques de agua. Sin embargo, se trabajarán con sistemas de enfriamiento modernos, los cuales transfieren el calor de la leche a través de un agente de enfriamiento al aire o al agua, o al directamente al refrigerante.

Normalmente, un aumento de temperatura ligeramente superior a 4 °C es inevitable durante el transporte [6]. Por lo tanto, la leche generalmente se enfría por debajo de 4 °C en un intercambiador de calor de placas, antes de almacenarse en un tanque para esperar el procesamiento. Sin embargo,

como se discutirá más adelante, se tiene proyectado tener 2 tanques de enfriamiento de 1000 litros cada una, la cual sería más suficiente para la refrigeración efectiva y rápida de la leche.

6.1.2 ENFRIAMIENTO Y CONSUMO DE ENERGÍA DE LA LECHE

El tiempo que le toma al tanque enfriar la leche tanto a su capacidad media (1er ordeño) como a su capacidad total nominal (2do ordeño) es crucial para la conservación del producto, pues si este proceso toma demasiado tiempo las bacterias tendrán cabida en este líquido. Los tanques de manufactura europea garantizan una rápida refrigeración sin llegar a su congelación (la leche se congela a -0.55°C siendo su variación de -0.50 a 0.62°C .), donde a su vez no se ve alterada la calidad de la leche y se garantiza su conservación, pues cumplen con la normativa ISO 5708. [7]



Gráfica 3 ¿En cuánto tiempo se enfrían 2000 Lts de leche? [7]

6.1.3 ELECCION DE TANQUE

Para la elección del tanque se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Calidad: El modelo debe de estar homologado por el organismo para este propósito de cada país (en este caso Colombia).

- Capacidad: Conviene que esta sea la correspondiente a una recogida de dos o cuatro ordeños diarios, pensando en un llenado útil máximo de 80% en la época del año que mayor cantidad de leche se produzca.
- Volumen: Es recomendable a partir de los 2000 litros, contar con una limpieza apropiada, y esterilización de los tanques. Como se habló previamente el futuro está en su calidad, por lo que teniendo en cuenta que el ganado esté sano, los equipos de ordeño limpios, y un tanque que cumpla con las normas establecida la leche se mantendrá fría bajo unas condiciones bacteriológicas óptimas. [7]

6.1.3.1 CONSEJOS PRÁCTICOS PARA SU ELECCION

Actualmente, en las empresas lecheras alrededor del mundo se enfría mediante un sistema de evaporadores por expansión directa, por las siguientes razones:

- Mayor rapidez - Según Norma ISO 5708 de 35 a 4°C en un tiempo máximo de 3 horas de operación. (Solo una parte de la leche, ~1000 L)
 - Mayor economía eléctrica, consumo en Watts/hora por litro de la leche enfriada.
 - Mínimo mantenimiento periódico.
 - Equipo más económico en su adquisición y más simple en su construcción.
 - Más simples en su instalación.
 - Garantía del Evaporador, el componente más importante de un tanque de enfriamiento de leche.
- [7]

6.1.4 LABORATORIO (ANÁLISIS DE LA LECHE)

Desde el punto de vista zootécnico, se hace necesario llevar a la práctica los análisis y las pruebas específicas para garantizar la integridad de la leche. A continuación, se explican las diferentes pruebas con su respectiva justificación y frecuencia.

- **Prueba de termo estabilidad o prueba de alcohol.** Esta prueba determina si la leche esta ácida o no. Consiste en mezclar volúmenes iguales de leche y alcohol al 68 % en un tubo de ensayo o en un *dosificador tipo Neurex* y agitar por inversión dos o tres veces

• **Determinación de densidad con picnómetro.** Esta prueba es la determinación más exacta para confirmar el contenido de sólidos totales. Pesar el *picnómetro* y denominar el peso P1. Llenar totalmente el picnómetro con agua destilada a 15 °C. colocar la tapa y secar la botella retirando el agua que queda en el tapón, pesar y denominar este peso P2. Peso del agua a 15 °C = P1 – P2. Llenar otro con leche a 15 °C proceder a pesar y llamar P3.

• **Determinación de acidez titulable.** Esta prueba va a indicar el grado de acidez en que se encuentra la leche. Para la toma de la muestra se debe mezclar muy bien y si tiene grumos de grasa se debe calentar a 38°C. Posteriormente enfriar a 20 °C; pipetear 9ml de leche en el *erlenmeyer* agregar 5 gotas de *Fenofaleína*. Titular con solución de *NaOH* hasta la aparición de un color rosa pálido.

• **Determinación de materia grasa por el método de Gerber.** Esta prueba se realiza con el fin de identificar la cantidad de materia grasa que tiene el bache de producción. Consiste en ajustar la temperatura de la muestra de leche a 20 – 30°C usando *baño maría*. Se mezcla la leche agitando la muestra varias veces, para asegurar una distribución homogénea de la grasa, sin provocar la formación de espuma.

• **Determinación de índice lactométrico.** Se determina en el *refractómetro de Bertuzzi*. Se limpia con agua destilada el prisma, se deja caer una gota de agua sobre el prisma para calibrarlo. Luego hay que esperar un minuto y realizar la lectura a la luz. Se seca el prisma y se efectúa el mismo procedimiento con la leche a temperatura ambiente. Se lava y se seca con papel de arroz.

• **Prueba para la detección de mastitis.** La mastitis es una de las enfermedades más comunes en el ganado lechero, afecta la cantidad de leche producida, la composición y las características fisicoquímicas. Esta prueba está relacionada con la cantidad de microorganismos presentes en la leche. Esta prueba se lleva a cabo a partir de una *placa de vidrio* pintada de negro, por un lado, a esta se le colocan 5 gotas leche y se le agrega una gota de *hidróxido de sodio*.

• **Prueba de reductasa (T.R.A.M.).** A partir de esta prueba se determinan los microorganismos presentes en la leche cruda la cual se ha relacionado con el tiempo de decoloración con la carga

microbiana lo que va a determinar la calidad higiénica de la leche. Se vierten 9ml de leche en un *tubo de ensayo*, se adiciona 1ml de azul de *metileno* al 0.05%, se tapa y se mezcla. Se debe mantener a 38°C. Durante la incubación hay que observar los cambios de decoloración. Hay que anotar la lectura como tiempo de reducción en horas. [8]

6.1.5 TRATAMIENTO DE AGUAS EN INDUSTRIAS LÁCTEAS

El aspecto ambiental más significativo es la generación de aguas residuales por la actividad de este sector, tanto por los grandes volúmenes generados, como por la carga contaminante asociada.

La mayor parte del agua que se utiliza acaba finalmente como efluente, pues no existe aporte de agua al producto final. Por tanto, el agua residual generada será la resultante de descontar al consumo total la que se ha perdido por evaporación. [9]

En general, entre el 80-95% del agua total consumida forma parte del efluente final, salvo excepciones de fabricación de leche en polvo, etc. Las principales corrientes que más contribuyen en volumen y/o carga contaminante las aguas residuales finales proceden de:

- Limpieza de equipos, instalaciones, CIP (Cleaning in Place), etc.
- Rechazos de los sistemas de ultrafiltración o sistemas de osmosis en el procesado de algún derivado.
- Limpieza de las cantinas y tanques de enfriamiento.

Las causas de la variabilidad en la concentración de los parámetros de los residuos de los procesos que toma lugar en el centro de acopio son múltiples pues pueden variar de una instalación a otra. Se destacan parámetros como:

- El grado de optimización del consumo de agua,
- Los procedimientos de limpieza y productos químicos utilizados, CIP de limpieza.
- La tecnología utilizada en las operaciones consumidoras de agua.
- Cambio de producciones como consecuencia de la variación en los productos a fabricar.

Puede realizarse un pretratamiento debido a la gran cantidad de sólidos que presentan las aguas residuales de la industria láctea [9]:

- Sistema de regulación – homogeneización aireada.
- Separador de grasas y aceites.
- Ajuste de pH.
- Homogenización del efluente.

El tratamiento completo:

- Flotación: ayuda en la separación de aceites y grasas que tenga el efluente.
- Ultrafiltración: paso final de la separación de aceites y grasas en el efluente.
- Decantación: elimina los sólidos que contenga el efluente.
- Flotación: termina de eliminar los sólidos que contenga el efluente.
- Tratamiento biológico con eliminación de nutrientes.
- Tratamiento de lodos: se trata por medio de estabilización y deshidratación de lodos.

Ventajas:

- El agua tratada que se puede reutilizar.
- Se puede reutilizar en el lavado de equipo.
- Se puede reutilizar en el lavado de superficies.
- El agua tratada puede ser descargada en el medio ambiente.
- Al disponer de agua que se puede reutilizar, se disminuyen los costos de operación.
- Si está correctamente tratada, el agua puede ser para consumo de la población.

6.2 RESUMEN TEORIA DE REFRIGERACIÓN

6.2.1 CONCEPTOS TERMODINÁMICOS:

- Calor Latente

El calor latente está definido como la cantidad necesaria de energía liberada o absorbida para realizar un cambio de fase. siendo así que la cantidad de energía absorbida durante el proceso de

fusión se le llama calor latente de fusión (L_f), por ende, la cantidad de calor necesaria está definida como:

$$Q = L_f * m$$

- Entalpia

La entalpia es una propiedad que se encuentra presenta en la mayoría de los procesos termodinámicos, principalmente en aquellos procesos o ciclos de refrigeración, o en los análisis mediante volúmenes de control. La entalpia relaciona la cantidad de calor que circula en un sistema o volumen de control, durante procesos termodinámicos a presión constante, la cantidad de entalpia en dichos procesos se define como:

$$H = U + PV$$

6.2.2 MÉTODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

- Conducción:

La conducción es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes menos energéticas, como resultado de sus interacciones. La conducción puede ocurrir en sólidos, líquidos o gases; en estos últimos dos la conducción se debe a las colisiones de las moléculas durante su movimiento aleatorio, mientras que en los sólidos se debe a la combinación de la vibración de las moléculas en una red y el transporte de energía mediante electrones libres.

$$Q_{cond} = k * A * \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

- Convección:

Es el modo de transferencia de energía entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacente que está en movimiento, y tiene que ver con los efectos combinados de conducción y movimiento del fluido: mientras más rápido sea este mayor es la transferencia de calor por convección. En ausencia de cualquier movimiento en masa del fluido, la transferencia de calor entre una superficie sólida y el fluido adyacente es por conducción pura. Donde T_f es la temperatura de los fluidos lejos de la superficie y T_s la temperatura de la superficie.

$$Q_{conv} = h * A * (T_s - T_f)$$

- Radiación:

Es la energía que emite la materia en la forma de ondas electromagnéticas (o fotones) como resultado de cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas [10].

6.2.3 CICLO DE REFRIGERACIÓN

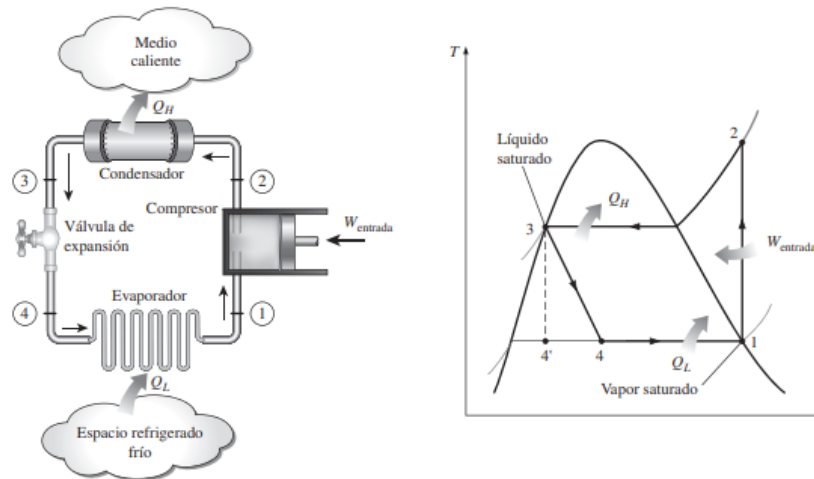


Ilustración 4 Ciclo básico de refrigeración mecánica.

El ciclo de refrigeración que se utiliza con mayor frecuencia es el ciclo de refrigeración por compresión por vapor, en el que intervienen cuatro componentes principales: un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador.

De manera general, el proceso es el siguiente: El refrigerante entra al compresor como vapor y se comprime hasta la presión del condensador, posteriormente, sale del compresor a una temperatura relativamente alta, se enfría y condensa a medida que fluye por los serpentines del condensador rechazando calor al medio circundante. Después entra al tubo capilar donde su presión y temperatura caen de forma drástica debido al efecto de estrangulamiento. Luego, el refrigerante entra al evaporador a una temperatura menor, donde se evapora nuevamente producto de la transferencia de calor que tiene con el espacio refrigerado. El ciclo se completa cuando el

refrigerante sale del evaporador e ingresa nuevamente al compresor. Cada elemento está relacionado con las siguientes fórmulas [10]:

- Evaporador

En el evaporador el líquido se evapora a una temperatura y presión constante gracias al calor latente propio del refrigerante. La presión se mantiene constante a pesar de que la temperatura del vapor aumenta debido al sobrecalentamiento. El refrigerante se evapora completamente en el evaporador. Dicho calor en el evaporador está definido como:

$$Q_e = \dot{m} * (h_1 - h_4)$$

- Compresor

La temperatura y la presión del vapor en el compresor aumenta debido a la propia compresión. El vapor de alta temperatura y presión se descarga del compresor en la línea de descarga.

$$W = \dot{m} * (h_2 - h_1)$$

- Condensador

El vapor fluye por la línea de descarga hacia el condensador donde libera el calor hacia el exterior. Cuando el vapor libera su calor hacia el aire más frío, su temperatura se reduce a la nueva temperatura de saturación correspondiente a la nueva presión y el vapor se condensa, volviendo al estado líquido. Antes de que el refrigerante alcance el fondo del condensador se condensa todo el vapor y se enfría.

$$Q_c = \dot{m} * (h_2 - h_3)$$

- Válvula de expansión

La presión del líquido se reduce a la presión del evaporador cuando el líquido pasa por la válvula de expansión, de tal forma que la temperatura de saturación del refrigerante entra en el evaporador y será en este lugar donde disminuirá su temperatura para enfriarse.

$$h_3 = h_4$$

- Coeficiente de desempeño

También es importante cuantificar el desempeño del ciclo de refrigeración, para ello se utiliza el coeficiente de operación COP_r . Este coeficiente relaciona la cantidad de trabajo que emplea el ciclo de refrigeración para remover calor (Q_L) del volumen de control.

$$COP_r = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{Q_L}{W_{neto,entrada}}$$

En el desarrollo y la propuesta de investigación de este proyecto se harán los cálculos para saber que refrigerante es usado, así como el cálculo de la potencia del compresor.

6.3 RESUMEN TEÓRICO ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

6.3.1 INTRODUCCIÓN

Un sistema fotovoltaico es el conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de radiación solar. El principal componente de este sistema es el módulo fotovoltaico, a su vez compuesto por células capaces de transformar la energía luminosa incidente en energía eléctrica de corriente continua. El resto de los equipos de incluidos en el sistema fotovoltaicos depende de la aplicación que se le vaya a dar.[15]



Ilustración 5 Funcionamiento planta fotovoltaica

6.3.2 IMPORTANCIA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.

El vínculo entre la energía y el cambio climático es muy fuerte. De hecho, ha sido el altísimo consumo de energías fósiles lo que ha provocado el calentamiento del clima que ya sufrimos y que seguiremos experimentando en las próximas décadas.

Desde el inicio de la era industrial, el consumo de energía proveniente de los combustibles fósiles -carbón, petróleo y gas natural- ha ido en aumento. La sociedad, tal y como la conocemos hasta ahora, está basada en estas fuentes de energía y en ellas hemos basado nuestra economía. Pero la quema de los combustibles fósiles es la responsable de la producción de los gases de efecto invernadero, causantes del calentamiento global.

Aumento del nivel del mar, sequías cada vez más severas, fenómenos meteorológicos extremos, son algunas de las consecuencias del cambio climático y que ya se han empezado a manifestar.

La única forma de detener el cambio climático pasa por cambiar nuestros patrones de consumo. Es imprescindible producir más con menos, aumentar la eficiencia energética de todos los procesos y sustituir el consumo de energías fósiles por renovables. Hacen falta políticas que incentiven el ahorro y la eficiencia energética.[11]

El cambio climático y la energía solar no son tan buenos socios como podría parecer ya que estudios recientes de muestran que el calentamiento global genera una disminución en la radiación solar. Por esto, el cambio climático afecta negativamente, y seguirá haciéndolo en un futuro inmediato la producción de energía solar y eólica.

El tránsito a las energías renovables es una de las claves para mitigar y minimizar el cambio climático, pero es posible que antes de que se llegue a eso, el propio calentamiento global produzca algunas alteraciones críticas en las dinámicas atmosféricas y oceánicas que pongan en peligro la viabilidad de este tipo de energías limpias.[12]

6.3.3 ANTECEDENTES ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN COLOMBIA

Colombia es un país que goza de una matriz energética relativamente rica tanto en combustibles fósiles como en recursos renovables. Actualmente, la explotación y producción energética del país está constituida a grandes rasgos en un 93% de recursos primarios de origen fósil, aproximadamente un 4% de hidroenergía y un 3% de biomasa y residuos. [13]

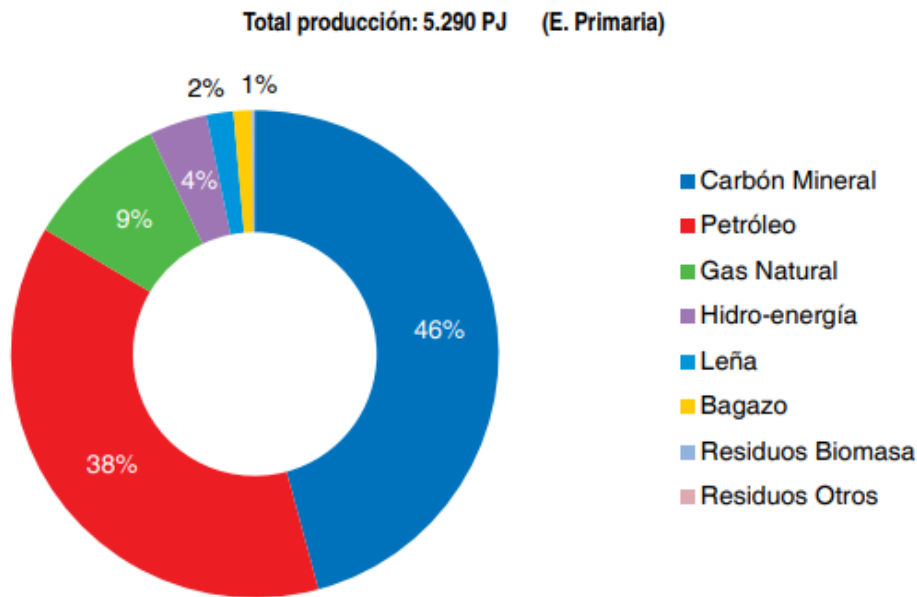


Ilustración 6 Explotación y producción nacional de recursos UPME [13]

Entre tanto, la matriz eléctrica, que produce aproximadamente un 17% de la energía final consumida en el país, cuenta con la amplia participación de la energía hidroeléctrica como recurso renovable, que representa entre el 70% y 80% de la generación, según variaciones en la hidrología anual, y el 70% de la capacidad instalada a diciembre de 2014(UPME). [13]

Sin embargo, a raíz de las ventajas que traería la diversificación de la canasta energética, fundamentada en la disponibilidad de recursos, la progresiva reducción en los costos de inversión asociados a su aprovechamiento, y la evolución en términos de rendimiento y sofisticación de tecnologías como son las relacionadas con la energía eólica y la solar, estas alternativas, junto con la cogeneración moderna de calor y electricidad a partir de biomasa y la generación geotérmica

(que aportan en ambos casos firmeza y mayor diversificación en la canasta no solo eléctrica sino energética) comienzan a cobrar sentido para ser incorporadas en la matriz energética nacional. (UPME). [13]

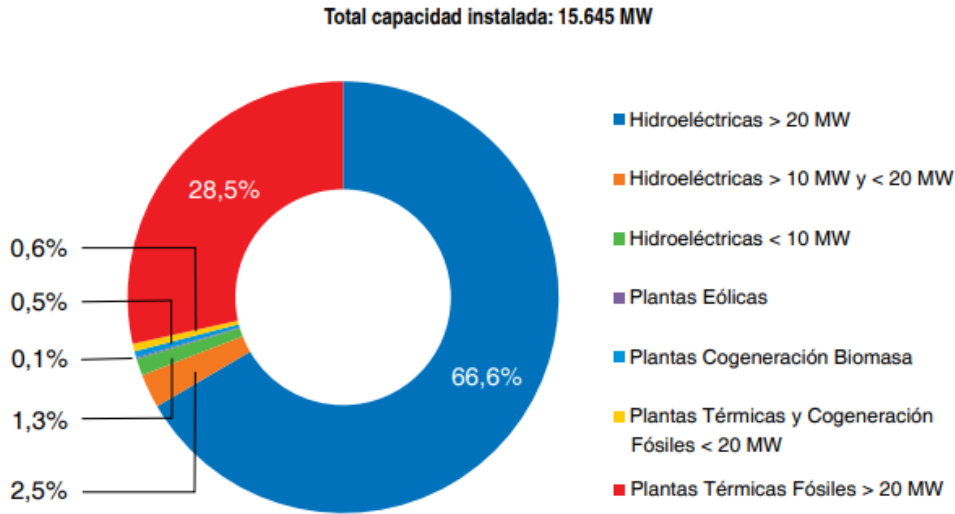
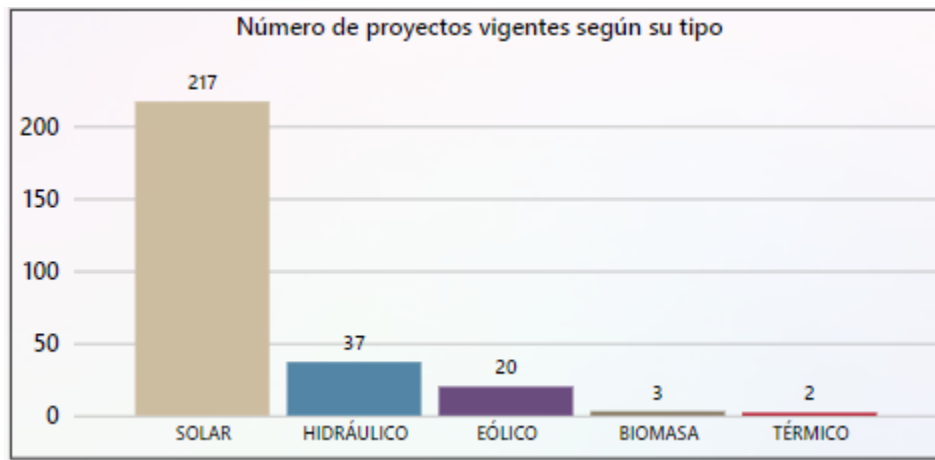


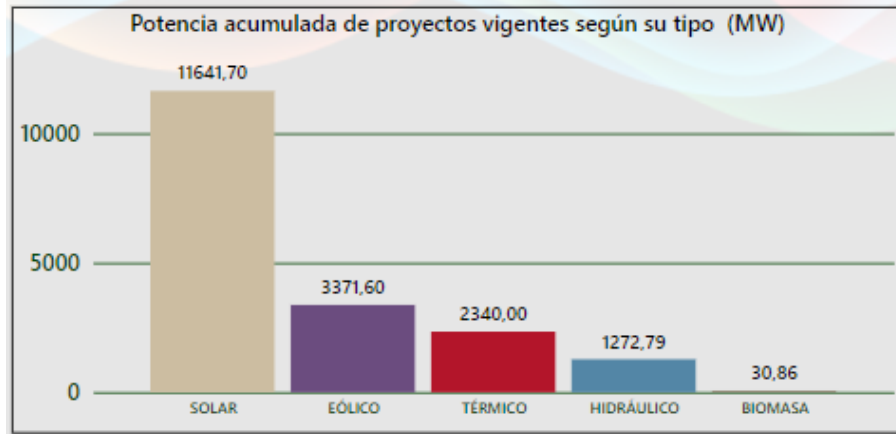
Ilustración 7 Capacidad instalada Colombia UPME [13]

De acuerdo con el SIEL (Sistema de información eléctrico colombiano) actualmente hay aproximadamente 279 proyectos de generación eléctrica vigentes donde se resalta la gran participación de proyectos de energía solar con 217 proyectos, el resto se dividen entre hidráulicos, eólicos biomasa y térmicos.[14]



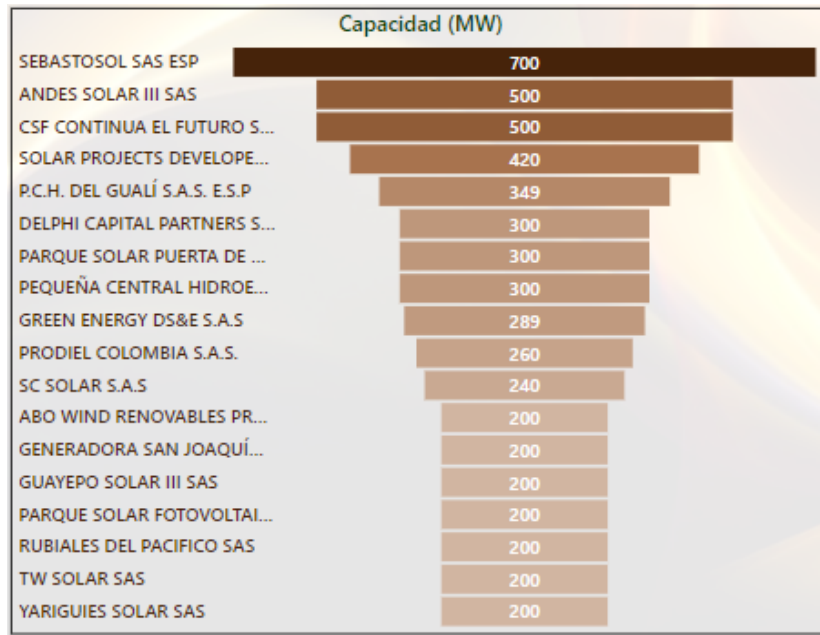
Gráfica 4 Número de proyectos vigentes según su tipo [14]

Donde también se pueden clasificar por su rango de potencia final generada. Donde la generación solar también predomina en potencia generada con la mayor cantidad de proyectos de más de 100 MW. Y en total, total ser el recurso de energía renovable que más generación de potencia tiene en los proyectos actualmente.



Gráfica 5 Potencia acumulada de proyectos vigentes según su tipo[14]

Estos proyectos están repartidos a lo largo del territorio nacional, cada uno con una capacidad diferente, así como la institución o empresa que los promueve como se puede ver a continuación.



Gráfica 6 Capacidad instalada por promotor [14]

En Colombia el uso de la energía solar se ha convertido en una alternativa que cada vez tiene más adeptos, sobre todo para generar electricidad. La ubicación geográfica privilegiada para la irradiación energética, el desarrollo de nuevas tecnologías, el auge de nuevos mercados de energías renovables no convencionales y los beneficios tributarios de la Ley 1715 del 2014, han generado un entorno ideal para el desarrollo de pequeños y grandes proyectos basados en este tipo de energía, que convierten al país en un referente de desarrollo de energías renovables.[15]

De acuerdo con un informe de MIT Technology Review, la energía solar fotovoltaica es la fuente de electricidad de más rápido crecimiento, y proyectos para fomentar su uso son importantes en países como Colombia, que, por su localización geográfica, puede aprovechar al máximo la energía solar. Además, según el más reciente informe de la Agencia Internacional de Energía, dicha fuente de electricidad es la más barata de la historia. [16]

En Colombia existen ventajas adicionales que otorga la ley, como exención del IVA, arancel y reducción del impuesto de renta (Ley 1715). Enel es el mayor actor privado del mundo en energías renovables, con una capacidad instalada de más de 36 GW. En el país, ha desarrollado más de 1,9 MWp en diferentes empresas comerciales e industriales de sectores como alimentos y bebidas, transporte, educación, financiero y manufacturero, lo cual representa la instalación de, aproximadamente, 5.900 paneles solares que reducirán la emisión de 872 toneladas de CO₂ al año, equivalentes a la siembra de unos 62.300 árboles. [16]

6.3.4 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

6.3.4.1 ENERGÍA SOLAR

Es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el sol. Se trata de una fuente natural y teóricamente inagotable.

6.3.4.2 RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar es la energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Esa energía es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima. La energía procedente del Sol es radiación electromagnética proporcionada por las reacciones del hidrogeno en el núcleo del Sol por fusión nuclear y emitida por la superficie solar. [17]

El Sol emite energía en forma de radiación de onda corta. Después de pasar por la atmósfera, donde sufre un proceso de debilitamiento por la difusión, reflexión en las nubes y de absorción por las moléculas de gases (como el ozono y el vapor de agua) y por partículas en suspensión, la radiación solar alcanza la superficie terrestre oceánica y continental que la refleja o la absorbe. La cantidad de radiación absorbida por la superficie es devuelta en dirección al espacio exterior en forma de radiación de onda larga, con lo cual se transmite calor a la atmósfera. [17]

Medir la radiación solar es importante para un amplio rango de aplicaciones, en las áreas de ingeniería, arquitectura, agricultura, ganadería, salud humana y meteorología, dentro de las cuales se destacan: su empleo como fuente alternativa de energía en la generación de electricidad y en el diseño y uso de sistemas de calentamiento de agua, el diseño de edificios e infraestructura, el monitoreo del crecimiento de plantas, la deshidratación de alimentos, implicaciones en la salud (ej. cáncer de piel o tratamientos curativos), el análisis de la evaporación e irrigación, su importante rol en los modelos de calidad del aire y de predicción del tiempo y el clima y muchas otras aplicaciones y usos que emplean la radiación solar como una de sus fuentes de energía. [17]

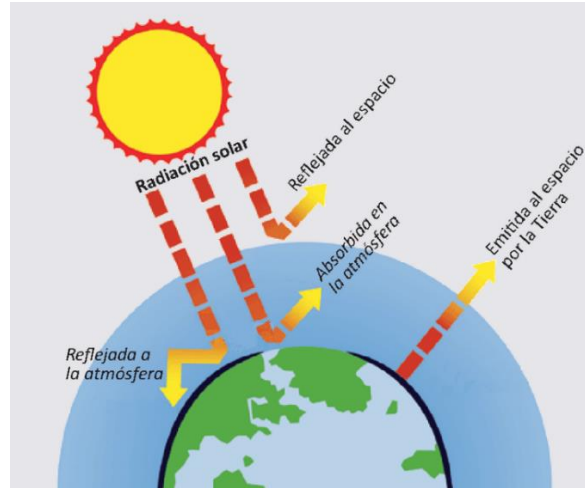


Ilustración 8 Radiación solar [18]

6.3.4.3 HORAS PICO DEL BRILLO SOLAR

Como ya se sabe la principal fuente de energía que posee la tierra es la radiación solar. La medición de la cantidad de horas diarias en que los rayos del sol llegan de manera efectiva sobre la tierra es como brillo y su medición solar se efectúa por medio del heliógrafo.

El heliógrafo es un instrumento registrador que proporciona las horas de sol efectivo en el día. La magnitud física de la duración del brillo solar o también conocida como insolación es el tiempo.[19]

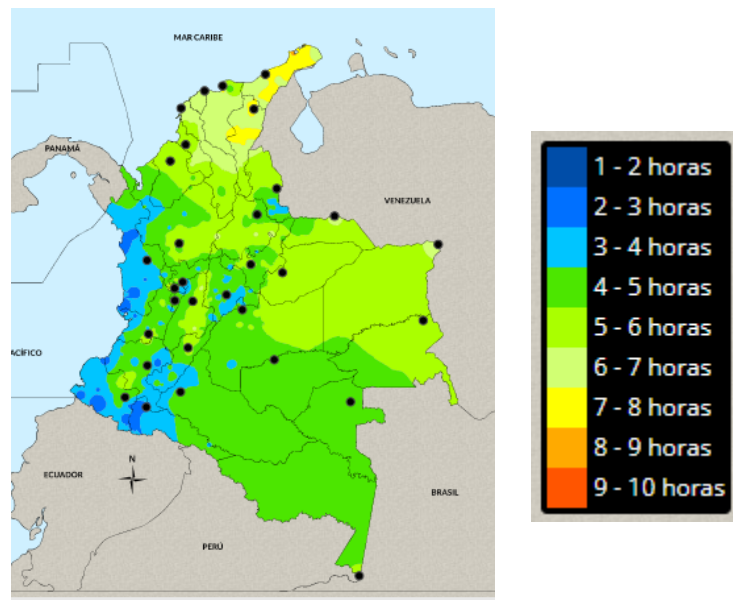


Ilustración 9 Mapa radiación solar promedio anual IDEAM [20]

6.3.4.4 MATERIALES SEMICONDUCTORES

Los materiales semiconductores tienen una función doble, pueden ser conductores o aislantes dependiendo del campo eléctrico que los contenga y otras condiciones.

Para el caso de la generación eléctrica mediante energía solar es común el uso de lo que sería el Silicio, ya que se comporta como aislante a bajas temperaturas, pero a medida que se incrementa la temperatura o por la adición de impurezas es posible que sirva como conductor.

Generalmente este silicio se dopará de fósforo que tiene 5 electrones de valencia, uno menos que el silicio por lo que habrá un excedente de electrones en comparación con los huecos para obtener material de carga negativa (Capa N) y por el otro lado se dopará de Boro que tiene 3 electrones de valencia uno menos que el silicio lo que hace que la cantidad de huecos sea mayor que la cantidad de electrones con lo que se obtiene un material de carga positiva (Capa P). estas dos capas estarán separadas por una fina junta que se mantengan como capas neutras.[21]

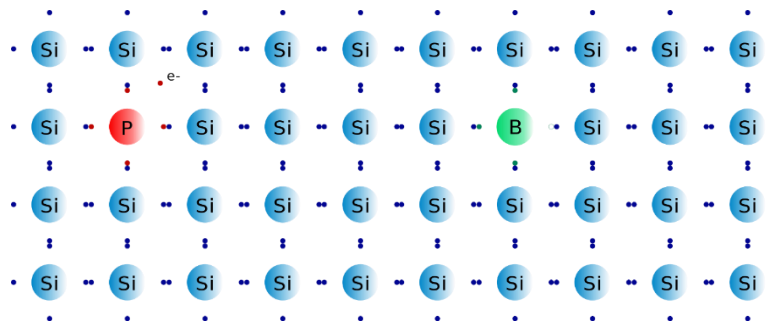
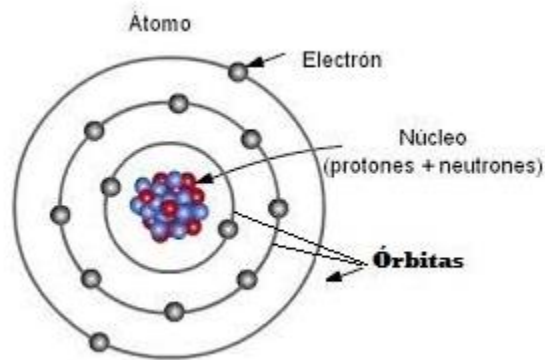


Ilustración 10 Átomos de silicio dopados [22]

6.3.4.5 EFECTO FOTOVOLTAICO

Todo el proceso para convertir la energía solar en energía eléctrica se puede describir mediante el efecto fotovoltaico.

El efecto fotovoltaico se inicia en el momento en que un fotón emitido por el sol impacta con un electrón de la última órbita de un átomo del material semiconductor en la capa N. Éste último electrón se llama electrón de valencia recibe la energía con la que viaja el fotón.

Si la energía que adquiere el electrón supera la fuerza de atracción del núcleo del átomo de silicio que se denomina energía de valencia, el electrón saldrá de su órbita y quedará libre del átomo y, por lo tanto, puede viajar a través del material. En este momento se diría que el silicio o material semiconductor se ha hecho conductor por lo que el electrón estaría en la banda de conducción.

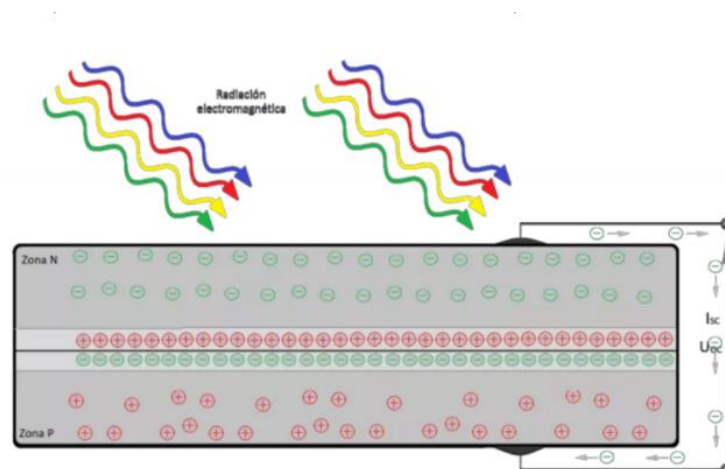


Ilustración 11 Efecto fotoeléctrico [23]

Cada electrón liberado deja atrás un agujero, o espacio libre, hasta que lo ocupa un electrón que ha saltado de otro átomo, Estos movimientos de los electrones liberados o de las que dejan el espacio atrás se llaman cargas eléctricas.

6.3.5 MÓDULO FOTOVOLTAICO

Por lo general las características eléctricas de una célula no son suficientes para alimentar las cargas convencionales. Por lo que es necesario realizar agrupaciones en serie y paralelo para entregar tensión y corriente adecuadas.

Un módulo fotovoltaico es una asociación de células a las que protege físicamente de la intemperie y asila eléctricamente del exterior, dando rigidez mecánica al conjunto.

Existen multitud de módulos diferentes, tanto por su configuración como por sus características estructurales y estéticas. [24]

Por lo general la asociación de células es encapsulada en dos capas que se denominan EVA (etileno-vinilo-acetato), y entre una lámina frontal de vidrio y una capa posterior de polímero termoplástico u otra lámina de cristal si se requiere más transparencia. Con frecuencia este conjunto es enmarcado en una estructura de aluminio con el objetivo de aumentar la resistencia mecánica y facilitar el anclaje del módulo a los soportes.

El vidrio frontal debe tener un mantener una alta transmisividad de la banda espectral en la que trabajan las células solares, además que debe contar con una lata resistencia al impacto y la abrasión. Por lo general se usa vidrio templado.

Por otro lado, en encapsulante a base de EVA, combinado con un tratamiento en vacío y las capas frontal y superior y posterior evita la entrada de humedad en el módulo. Que la señalada de la degradación a largo plazo de los módulos fotovoltaicos.

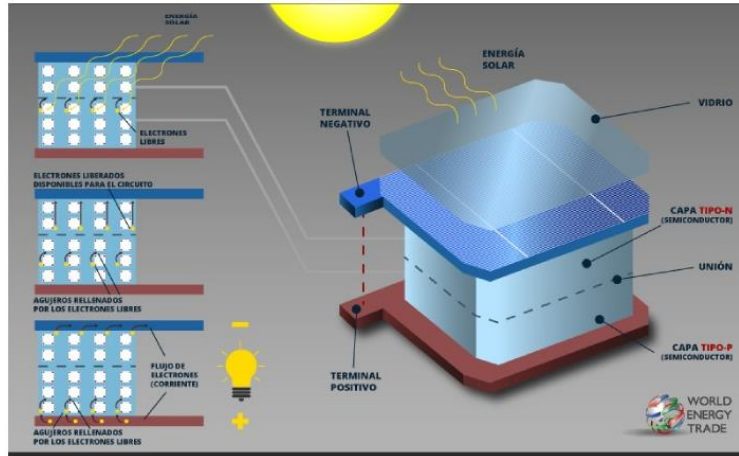


Ilustración 12 Celda fotovoltaica [25]

Por otro lado, se tiene que hay varios tipos de células, que dependen del material que se usa. Generalmente existen 3 tipos que son comercialmente los más usados. El primero corresponde a los monocristalinos de silicio, que como su nombre lo dice están hechos de un solo cristal de silicio lo cual le da un alto grado de pureza lo cual hace que tengan un mayor rendimiento. Le siguiente es el policristalino de silicio, a diferencia del anterior este no es tan puro, por lo cual hace que tenga un poco menos de rendimiento, así como que tenga también un costo más bajo. Y por último se tiene el de película delgada que no está hecho de silicio sino de una mezcla de cobre, indio, galio y selenio, este posee un rendimiento de 15 y 16 %.

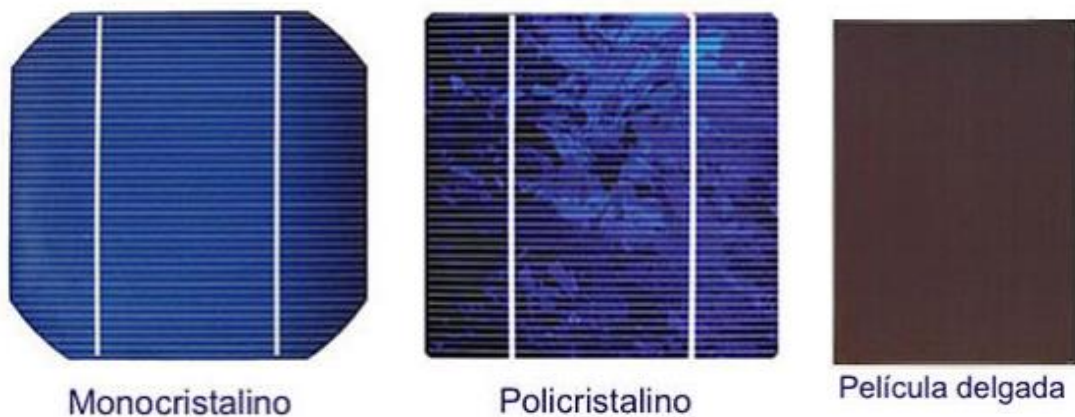


Ilustración 13 Tipos de celdas fotovoltaicas

6.3.5.1 COMPONENTES DE UN GENERADOR SOLAR

- Célula celda solar de silicio.
- Módulos fotovoltaicos (String). Agrupación de celdas conectadas en serie.
- Arreglo solar: Conjunto de módulos fotovoltaicos.
- Sistema solar: Dos o más arreglos ensamblados en una estructura y que son interconectados eléctricamente para ser instalados en cualquier sitio.

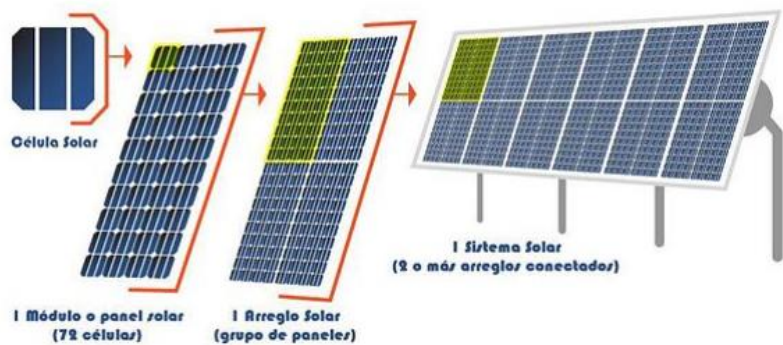


Ilustración 14 Generador solar [26]

6.3.6 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DE CONEXIÓN A RED

Un sistema fotovoltaico conectado a la Red (SFCR) es un sistema cuya función es producir energía eléctrica en condiciones adecuadas para ser inyectada a la red convencional. Está compuesto por un generador fotovoltaico, un inversor DC / AC y un conjunto de protecciones eléctricas. [27]

La energía producida por este sistema será consumida parcial o totalmente en las cercanías y la energía sobrante será inyectada a la red para su distribución a otros puntos de consumo. Es común que existan mecanismos de retribución económica que compensan al propietario del sistema por la energía que su sistema intercambia con la red. [27]

Tradicionalmente se distingue dentro los SFGRs instalados sobre el suelo y en edificaciones. Dentro de los instalados en el suelo existen los sistemas estáticos con orientación y posición fija y los sistemas de seguimiento, que varían la posición del generados a lo largo del día y año para maximizar la radiación efectiva incidente. [27]

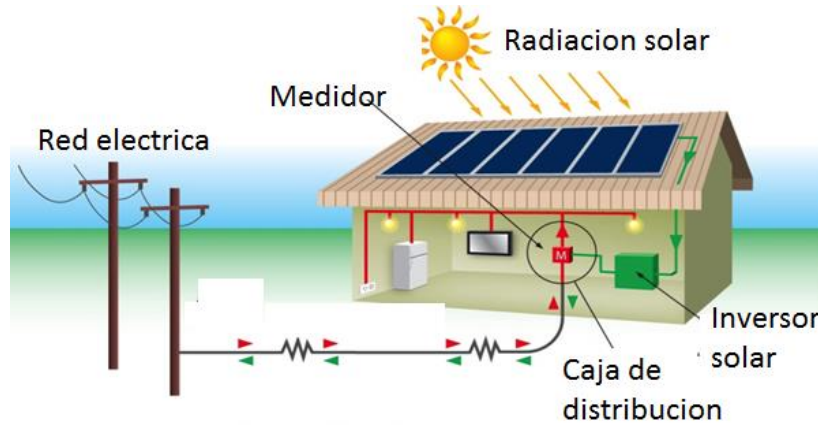


Ilustración 15 Sistema conectado a la red [28]

6.3.7 INVERSOR DC/AC

La señal de potencia suministrada por un generador fotovoltaico es corriente continua, que debe ser acondicionada para permitir el correcto acoplamiento a la red eléctrica, El equipo de acondicionamiento de potencia, denominado inversor, realiza la conversión de continua a alterna cumpliendo con determinados requisitos de tensión eficaz, frecuencia, distorsión armónica de las ondas de tensión y corriente, eficiencia y seguridad eléctrica. El inversor generalmente funciona como fuente de corriente auto conmutada y sincronizada con la red. [29]

6.3.7.1 CARACTERÍSTICAS COMERCIALES.

Potencia nominal y máxima, siendo la última un porcentaje de sobrecarga que puede soportar por un tiempo determinado. [27]

Ventana de búsqueda de Punto de máxima potencia: Es el rango de tensiones en las que el inversor aplica un algoritmo de búsqueda de MPP del generador fotovoltaico. Cuando el valor de voltaje

permanece fuera de esa ventana el inversor fija en el generador fotovoltaico la tensión correspondiente a la tensión límite en la ventana. [27]

Tensión máxima de entrada: Es la máxima tensión que el inversor puede aguantar sin sufrir fallos. [27]

Tensión nominal de salida: Es la tensión de red a la se puede conectar el inversor, habitualmente es 230 V para equipos monofásicos y 480 para equipos trifásicos. [27]

Eficiencia máxima; Máximo valor que toma la relación de potencia de salida y la potencia de entrada. Obviamente se tiene que para inversores de alta calidad la eficiencia es estable en un amplio rango de funcionamiento en la eficiencia máxima [27]

Umbral de arranque: según las unidades en las que se expresa, puede indicar la radiación solar incidente en el generador (W/m^2) o la potencia de entrada (W) necesaria para que el inversor comience el proceso de conversión. [27]

6.3.7.2 TIPOS DE INVERSORES

Inversor central. Único inversor dedicado a todo el generador (O conjunto de ramas).

Son recomendados para instalaciones de medio o gran tamaño para reducir costos de adquisición, instalación y mantenimiento y aumentar la fidelidad y eficiencia.

Inversor orientado a ramas: In inversor dedicado a ramas del generador.

Son particularmente útiles en algunos sistemas de integración arquitectónica al poder adaptarse mejor a las condiciones de funcionamiento con orientaciones e inclinaciones diversas. [27]

Módulo AC: Inversor dedicado a un módulo del generador.

Generalmente se descartan estas instalaciones salvo pequeñas demostraciones o pruebas.

6.3.7.3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Generalmente están compuestos por el siguiente bloque

1. Filtro de entrada: Atenúa el rizado que produce la conmutación de la corriente de entrada.
2. Convertidos DC/DC: Adecúa (eleva o reduce) la tensión de salida del generado a la tensión necesaria para el puente de conmutación. Puede realizar funciones de búsqueda del punto de máxima potencia.
3. Puente inversor, Realiza el troceado de la señal para convertirla a alterna
4. Filtro de salida: Elimina o atenúa los armónicos
5. Transformador: Adecúa el valor de la tensión de salida del puente a la red y proporciona aislamiento galvánico entre la parte DC y AC.
6. Control: Realiza supervisión de la entrada y salida del convertidor DC/DC y del puente inversor y entrega las consignas correspondientes para localiza y seguir el MPP del generado y para obtener una señal sinusoidal con bajo contenido de armónicos en la salida del inversor. [27]

6.3.8 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AUTÓNOMOS

Un SFA produce energía eléctrica para satisfacer el consumo de cargas eléctricas no conectadas a la red, empleando un sistema de acumulación energético para hacer frente a los periodos en los que la generación es inferior al consumo.[13]



Ilustración 16 Sistema fotovoltaico aislado [30]

6.3.8.1 SÓLO CARGAS EN DC

En este caso no se requiere inversor, por lo que sólo está compuesto por el generador, una batería y un regulador de carga y descarga.

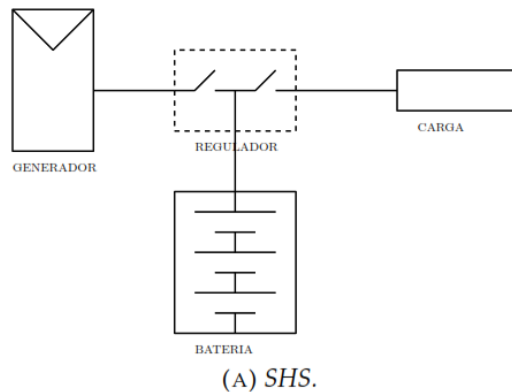
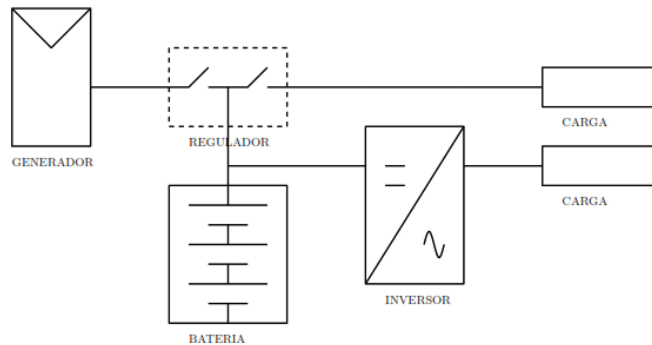


Ilustración 17 Diagrama unifilar sistema aislado con cargas en DC

6.3.8.2 CON CARGAS EN DC Y AC

Para este caso si se necesita inversor, por lo que se tendrá adicionalmente un inversor a diferencia de los componentes del caso anterior. O también se podría usar este para casos de sólo cargas en

corriente alterna. Para este caso es probable que el funcionamiento del inversor puede ocasionar la circulación de transitorios de corriente que el regulador no es capaz de gestionar correctamente, por lo que es recomendable que el inversor esté conectado directamente a la batería y no a la salida del regulador, o también porque el inversor normalmente supera la intensidad de consumo que podrá aguantar el regulador.



(c) AC-DC.

Ilustración 18 Sistema fotovoltaico aislado con cargas DC y AC

6.3.9 REGULADOR

Es un equipo electrónico capaz de evitar la sobrecarga y la descarga excesiva de un acumulador cuando se alcanza determinados umbrales, generalmente determinados por la tensión en bornes de la batería. Por lo que regulará la tensión que llegue a la batería para no sobre cargarla.

Por ejemplo, en protección de sobre carga, el regulador dará la orden de desconexión del generador cuando la tensión de la batería supere el voltaje de carga. A partir de ese momento la tensión de la batería será sometida a un proceso de descarga por el uso de las cargas, cuando esta llegue al voltaje de reposición comunicará de nuevo a la batería con el generador.

7 PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

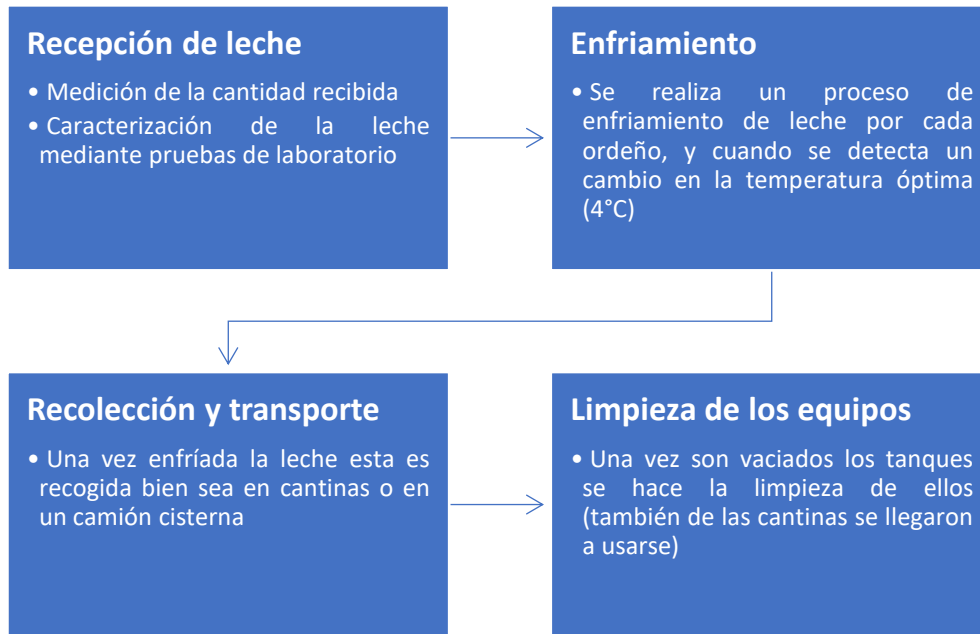
Se ha de considerar que el contexto bajo el cual se tendría pensado la construcción y puesta en marcha del proyecto es en la sabana cundiboyacense, para un municipio de este. Así pues, se ha

de pensar en primer lugar en el cálculo del consumo de este centro de acopio y el cálculo del sistema fotovoltaico que pueda cubrir esta capacidad, por otro lado, se deben buscar proveedores de los equipos de refrigeración de la leche, equipos de medición en laboratorio, paneles fotovoltaicos, y otros equipos adicionales que sirvan para el correcto funcionamiento del centro de acopio.

8 DESARROLLO DEL PROYECTO

La necesidad de contar con infraestructura y equipamiento que permita la conservación de leche cruda es un factor clave para el desarrollo del presente proyecto, pues a través de su implementación se espera que los pequeños y medianos productores puedan incrementar los niveles de comercialización de leche cruda. El centro de acopio es una alternativa que reúne los estándares de sanidad establecidos para el acopio y conservación de leche cruda para el consumo humano, el cual va de la mano con un compromiso social y de desarrollo sostenible con la integración de la utilización de energía solar fotovoltaica.

Para lograr la resolución del proyecto de la planta de centro de acopio de leche se necesita conocer todas las características de ésta, desde saber cuáles son las dimensiones las cargas de la planta e incluso la cadena de trabajo que en el centro de acopio tiene lugar.



Gráfica 3 Ciclo general de procesamiento de leche.

8.1 PROCESO CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo es el conjunto de fases consecutivas en el tiempo, necesarias para materializar un proyecto de infraestructura; en este caso el de un Centro de Acopio. En este sentido, se debe sugerir el paso por paso de los procesos para la creación y puesta en marcha del centro de acopio, empezando por el estudio del terreno, su respectiva excavación, la cimentación del centro de acopio, columnas, edificación (piso y muros), instalación de redes hidráulicas, sanitarias y eléctricas, puesta de ventanas y puertas, acabados, y por último la adecuación y equipamiento necesario para la labor diaria del centro de acopio. Sin embargo, debido a la complejidad del presente proyecto, se hace hincapié sobre la importancia de que éste sea ejecutado por personal especializado y de probada experiencia en proyectos similares. Lo anterior permitirá que los trabajos por realizar cumplan con lo establecido en el proyecto.

Red hidráulica

Esta actividad hace referencia al suministro e instalación de todos los puntos o salidas hidráulicas necesarias para la Centro de Acopio; incluye red de aguas negras y pluviales. Todos los accesorios y tubería serán en CPVC.

Aguas residuales domesticas: Son generadas en los baños y sanitarios ubicados al interior de las instalaciones de la planta de acopio.

Aguas residuales industriales: Se generan en las áreas de recibo de leche, área de lavado de cantinas, laboratorio y área de tanqueo y despacho de leche.

Al finalizar la instalación de la red hidráulica se realizarán pruebas de presión, todo esto para verificar el buen funcionamiento de la red. De conformidad con la planimetría entregada, se suministrará e instalará el lavamanos, piletta de lavado, ducha, grifería y sanitario, acogiendo los lineamientos de la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 - Código de Fontanería. Es importante verificar antes de la instalación que las tuberías no tengan obstrucciones. Todas las áreas, equipos, instalaciones, y superficies deben contar con su respectivo diseño sanitario y estar fabricados en los materiales adecuados previstos por la normativa sanitaria vigente [1].

Red Sanitaria

Esta actividad hace referencia al suministro e instalación de todos los puntos o salidas sanitarios necesarios para Centro de Acopio, para su instalación; todos los accesorios y tubería serán en PVC en 2" y/o 4" [1].

Red eléctrica

El desarrollo de esta actividad se debe ejecutar de acuerdo con los parámetros del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), incluyendo el suministro y la instalación adecuada de cada uno de los elementos desde la tubería, accesorios, tomas e interruptores [1].

Toda la edificación y construcción del centro de acopio de leche, entre obras preliminares, cimentación, estructura, redes de servicios, puertas, ventanas, acabados, desarrollo de interventoría tendría un valor teórico de \$240'000.000. Tomando como guía el PROYECTO TIPO:

CONSTRUCCIÓN Y DOTACIÓN DE UN CENTRO DE ACOPIO Y CONSERVACIÓN DE LECHE [1], cuyo presupuesto total de construcción para un área de 320m² tenía un coste de \$590'000.000.

8.1.1 TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Se implementa una planta de tratamiento de agua potable de $8 \frac{m^3}{día}$ (~0.09 lps) de la empresa SYNERTECH por una planta potabilizadora portátil que sirva para la utilización de los servicios dentro del centro de acopio por valor de alrededor \$ 27'000.000 contemplados dentro del proceso constructivo. Para información detallada de la PTAP (Ver anexo 1)

8.1.2 TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES

Se debe pensar en una PTAR (planta de tratamiento de aguas residuales) $8 \frac{m^3}{día}$ (~0.09 lps) para reducir el problema de contaminación ambiental hacia los ríos y o quebradas, también contemplada por la empresa SYNERTECH por valor de \$ 35'000.000 presupuesto dentro del proceso constructivo. Para información detallada de la PTAR. (Ver anexo 2)

8.2 PLANOS Y UBICACIÓN EQUIPOS DE ENFRIAMIENTO EN LA CONSTRUCCIÓN

Se tienen principalmente cinco zonas en esta planta de acopio pensadas para un funcionamiento eficaz y ágil, primero la recepción de la leche por el camión cisterna, con un tipo de recolecta bien sea por bomba o por cantinas, para luego pasar a su pesaje, luego en una segunda zona se cuenta con un laboratorio, donde se hace el análisis de las muestras, pasada la leche a una tercera zona, esta será enviada a los tanques de enfriamiento y se enfriará, existe la posibilidad de aumentar la capacidad de la planta con la adquisición de otro tanque, bajo un escenario optimista. Aparte hay una cuarta zona que incluye la oficina del encargado, un baño y el pasillo. También hay un sitio para la ubicación de los inversores que se usan de los paneles fotovoltaicos. Se cuenta también con un tanque de agua y un hidro bomba para las instalaciones de la red hidráulicas y sanitarias, y el uso de una PTAR para el tratamiento de los residuos generados por las diferentes actividades del centro de acopio.

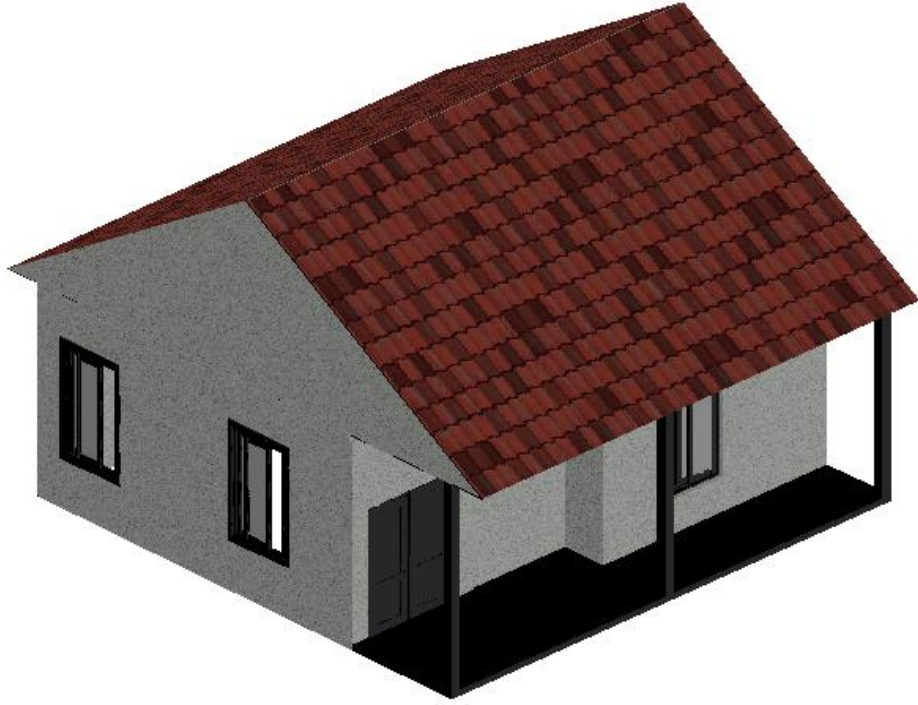


Ilustración 19 Prospecto de edificación para centro de acopio de leche vista ISO 1

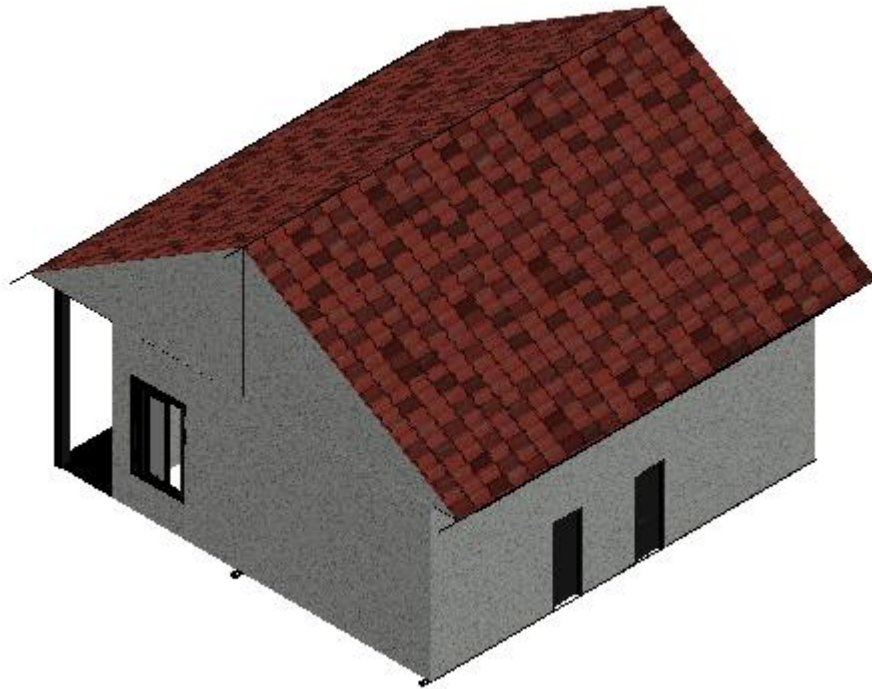


Ilustración 20 Prospecto de edificación para centro de acopio vista ISO 2

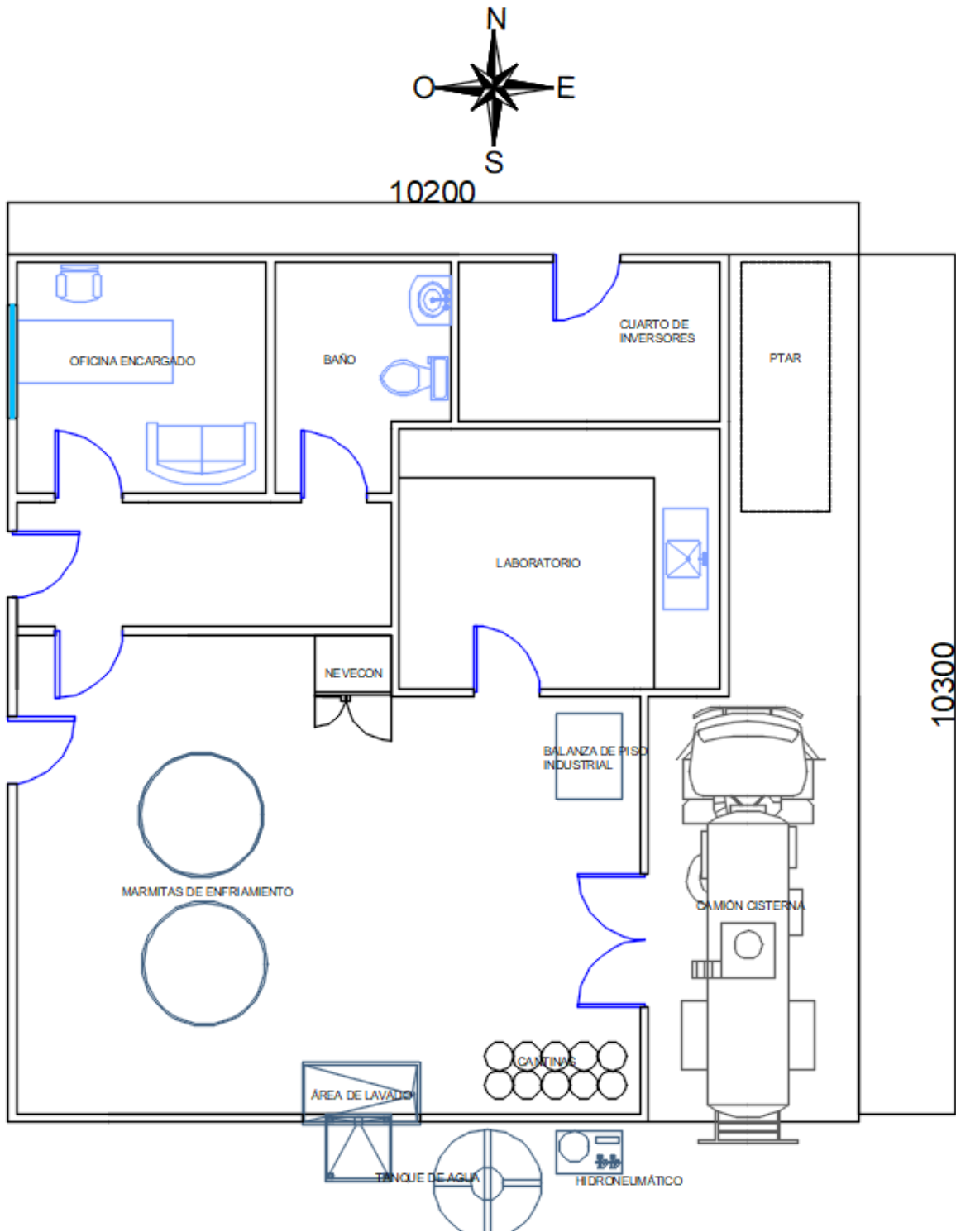


Ilustración 2121 Plano del centro de acopio y ubicación de equipos de enfriamiento

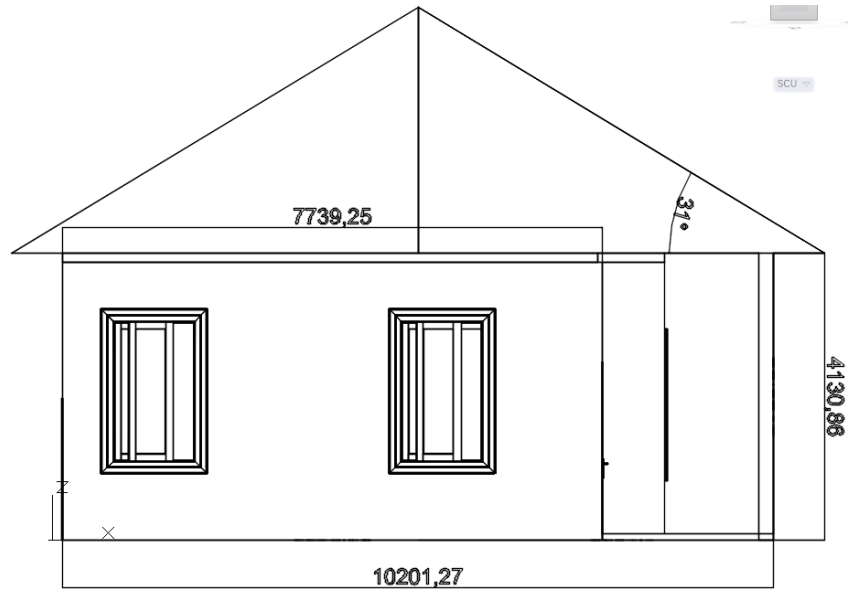


Ilustración 2222 Vista frontal prospecto centro de acopio

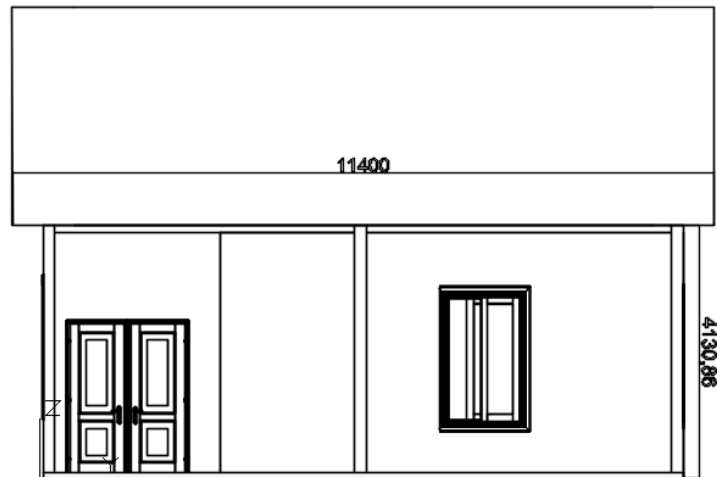


Ilustración 2323 Vista lateral derecha prospecto centro de acopio

8.3 CÁLCULO DE CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN

Cálculo de masa de producto:

- $\rho = \frac{m}{v} \rightarrow 1.032 \frac{kg}{L} = \frac{m}{1000L} \rightarrow m = 1032 kg$

La temperatura inicial de la leche será de alrededor de 37°C. Se debe enfriar a una temperatura entre los 3°C y 4°C. La cantidad de leche recibida diariamente es de 1000 L por cada máquina. Con la densidad de la leche se calculan alrededor de 1032 kg de leche diarios por cada máquina.

Calor sensible para enfriamiento.

- $Q_1 = mC_{p1}\Delta T$
- $Q_1 = 1032 \text{ kg} \left(3.77 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right) (37^\circ\text{C} - 4^\circ\text{C})$
- $\dot{Q}_1 = 128391,12 \text{ kJ} \rightarrow 128391,12 \text{ kJ} \left(\frac{1 \text{ dia}}{2 \text{ h}}\right) \left(\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}\right) = 17,83 \text{ kW}$
- $\dot{Q}_1 = \frac{17,83 \text{ kW}}{3.5 \text{ TR}} = 5,094 \text{ TR}$

Potencia consumida en el compresor

- Capacidad de enfriamiento

Conversión de kW a $\frac{\text{Btu}}{\text{h}}$

$$1 \text{ kW} = 3412,14 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

- $\dot{Q}_1 = 17,83 \text{ kW} * \left(\frac{(3412,14 \frac{\text{Btu}}{\text{h}})}{1 \text{ kW}}\right)$
- $\dot{Q}_1 = 60838,485 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$

8.3.1 REFRIGERANTES

8.3.1.1 R134a

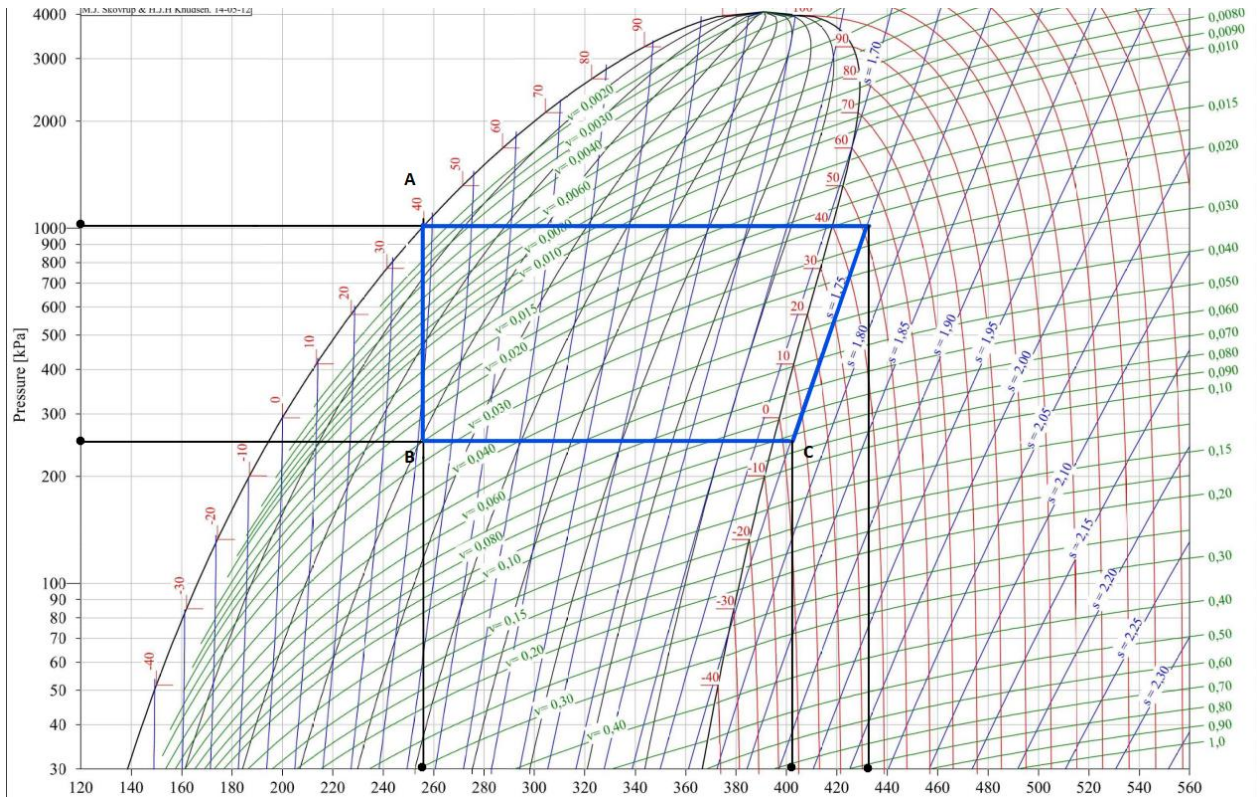


Ilustración 2424 Propiedades refrigerante R134a

Punto de interés	Entalpía $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)$	Presión (kPa)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
A	255	1010,8	39,79°
B	255	252,7	-4°
C	408	252,7	-4°
D	433	1010,8	39,79°

Tabla 25 Propiedades del R134a para los puntos de interés

Cálculo de flujo masico del refrigerante:

- $\dot{m}_R = \frac{Q_1}{(h_C - h_B)}$

- $\dot{m}_R = \frac{Q_1}{\left(408 \frac{kJ}{kg} - 255 \frac{kJ}{kg}\right)}$

- $\dot{m}_R = \frac{17,83 \frac{kJ}{s}}{\left(408 \frac{kJ}{kg} - 255 \frac{kJ}{kg}\right)}$

- $\dot{m}_R = 0.1165 \frac{kg}{s}$

- Efecto refrigerante

- $E_R = (h_C - h_B)$

- $E_R = \left(408 \frac{kJ}{kg} - 255 \frac{kJ}{kg}\right)$

- $E_R = 153 \frac{kJ}{kg}$

- Trabajo específico

- $w = (h_D - h_C)$

- $w = \left(433 \frac{kJ}{kg} - 408 \frac{kJ}{kg}\right)$

- $w = 25 \frac{kJ}{kg}$

- Coeficiente de operación.

- $COP_r = \frac{h_C - h_B}{h_D - h_C} = \frac{E_R}{W_{neto, entrada}}$

- $COP_r = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{153 \frac{kJ}{kg}}{25 \frac{kJ}{kg}} = 6.12$

8.3.1.2 R22

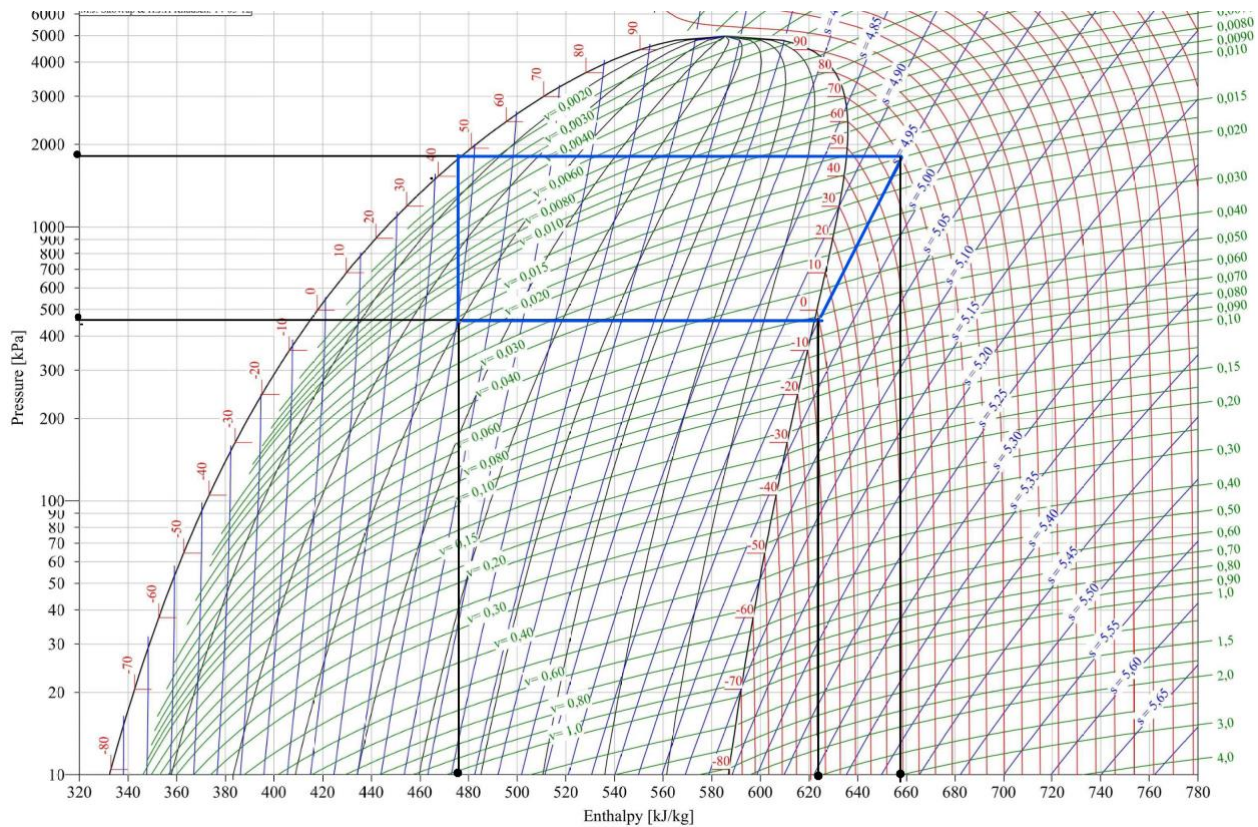


Ilustración 2625 Propiedades refrigerante R22

Punto de interés	Entalpía $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)$	Presión (kPa)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
A	478	1745,2	45,39°
B	478	436,3	-4°
C	622	436,3	-4°
D	660	1745,6	45,39°

Tabla 3 Propiedades del R22 para los puntos de interés

Cálculo de flujo masico del refrigerante:

- $\dot{m}_R = \frac{Q_1}{(h_C - h_B)}$
- $\dot{m}_R = \frac{Q_1}{\left(622 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 478 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)}$

- $\dot{m}_R = \frac{17,83 \frac{kJ}{s}}{\left(622 \frac{kJ}{kg} - 478 \frac{kJ}{kg}\right)}$

- $\dot{m}_R = 0,1238 \frac{kg}{s}$

- Efecto refrigerante

- $E_R = (h_C - h_B)$

- $E_R = \left(622 \frac{kJ}{kg} - 478 \frac{kJ}{kg}\right)$

- $E_R = 144 \frac{kJ}{kg}$

- Trabajo específico

- $w = (h_D - h_C)$

- $w = \left(660 \frac{kJ}{kg} - 622 \frac{kJ}{kg}\right)$

- $w = 38 \frac{kJ}{kg}$

- Coeficiente de operación.

- $COP_r = \frac{h_C - h_B}{h_D - h_C} = \frac{E_R}{W_{neto, entrada}}$

- $COP_r = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{144 \frac{kJ}{kg}}{38 \frac{kJ}{kg}} = 3.789$

8.3.1.3 R407C

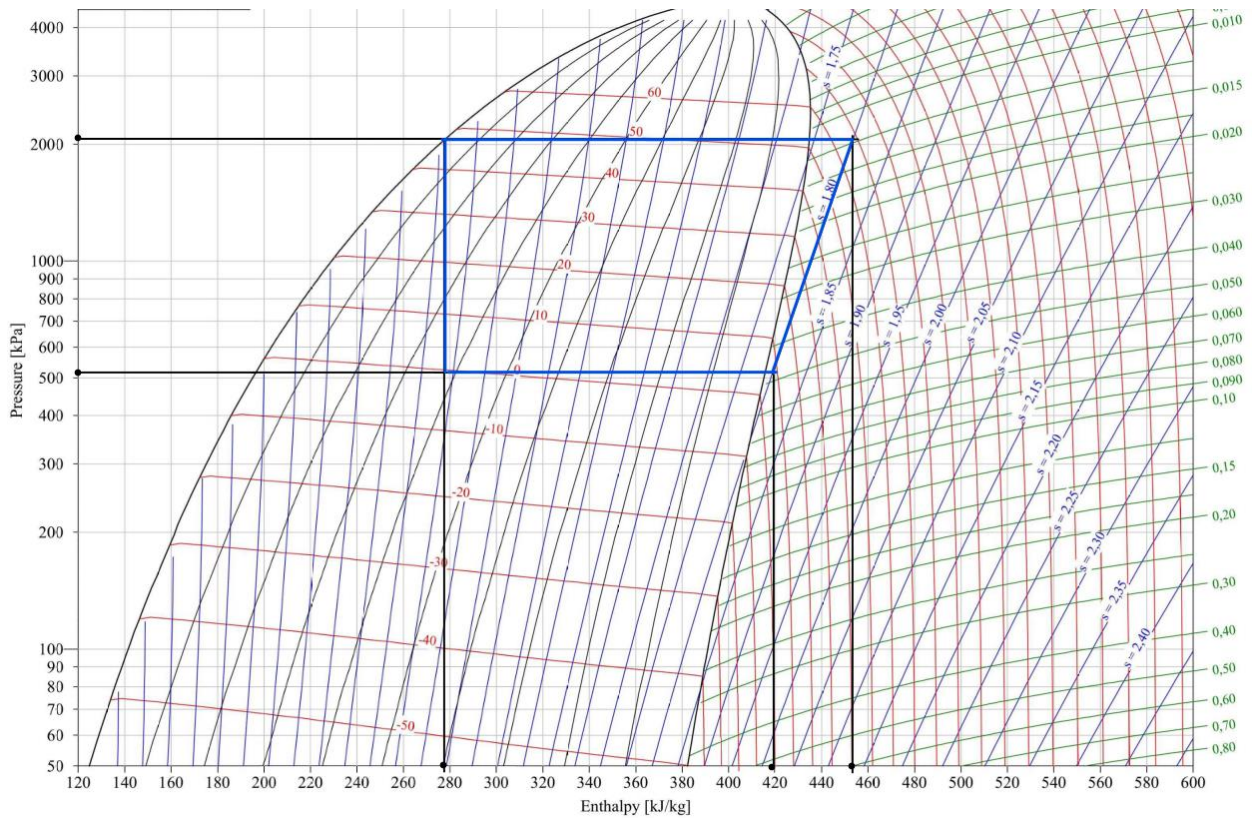


Ilustración 2726 Propiedades refrigerante R407C

Punto de interés	Entalpia $\left(\frac{kJ}{kg}\right)$	Presión (kPa)	Temperatura ($^{\circ}C$)
A	280	2040	46°
B	280	510	-4°
C	420	510	5°
D	455	2040	52°

Tabla 4 Propiedades del R407C para los puntos de interés

Cálculo de flujo masico del refrigerante:

- $\dot{m}_R = \frac{Q_1}{(h_C - h_B)}$
- $\dot{m}_R = \frac{Q_1}{\left(420 \frac{kJ}{kg} - 280 \frac{kJ}{kg}\right)}$

- $\dot{m}_R = \frac{17,83 \frac{kJ}{s}}{\left(420 \frac{kJ}{kg} - 280 \frac{kJ}{kg}\right)}$

- $\dot{m}_R = 0,1273 \frac{kg}{s}$

- Efecto refrigerante

- $E_R = (h_C - h_B)$

- $E_R = \left(420 \frac{kJ}{kg} - 280 \frac{kJ}{kg}\right)$

- $E_R = 140 \frac{kJ}{kg}$

- Trabajo específico

- $w = (h_D - h_C)$

- $w = \left(455 \frac{kJ}{kg} - 420 \frac{kJ}{kg}\right)$

- $w = 35 \frac{kJ}{kg}$

- Coeficiente de operación.

- $COP_r = \frac{h_C - h_B}{h_D - h_C} = \frac{E_R}{W_{neto, entrada}}$

- $COP_r = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{140 \frac{kJ}{kg}}{35 \frac{kJ}{kg}} = 4$

8.3.1.4 R507

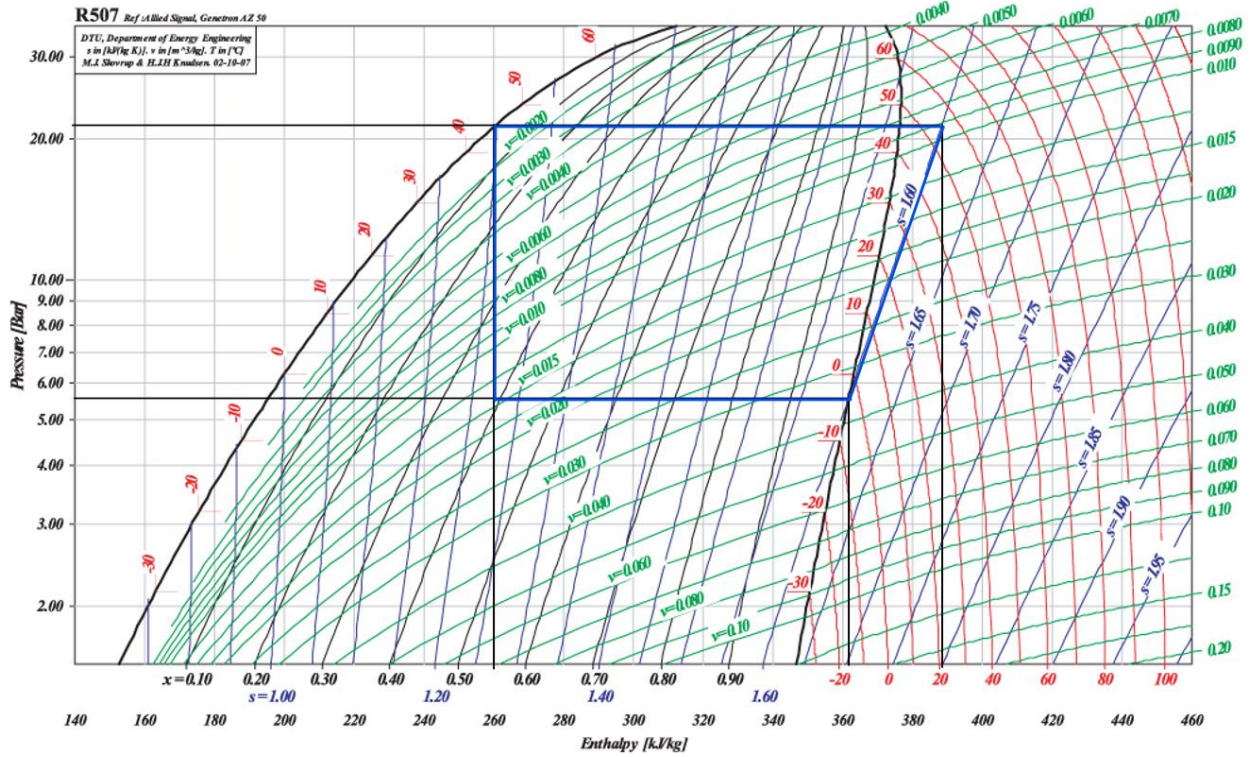


Ilustración 2827 Propiedades refrigerante R407C

Punto de interés	Entalpía $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)$	Presión (Bar)	Temperatura (°C)
A	260	21.9	46.87°
B	260	5.49	-4°
C	360	5.49	-4°
D	385	21.9	46.87°

Tabla 55 Propiedades del R407C para los puntos de interés

Cálculo de flujo masico del refrigerante:

- $\dot{m}_R = \frac{Q_1}{(h_C - h_B)}$
- $\dot{m}_R = \frac{Q_1}{\left(360 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)}$

- $\dot{m}_R = \frac{17,83 \frac{kJ}{s}}{\left(360 \frac{kJ}{kg} - 260 \frac{kJ}{kg}\right)}$

- $\dot{m}_R = 0,1783 \frac{kg}{s}$

- Efecto refrigerante

- $E_R = (h_C - h_B)$

- $E_R = \left(360 \frac{kJ}{kg} - 260 \frac{kJ}{kg}\right)$

- $E_R = 100 \frac{kJ}{kg}$

- Trabajo específico

- $w = (h_D - h_C)$

- $w = \left(385 \frac{kJ}{kg} - 360 \frac{kJ}{kg}\right)$

- $w = 25 \frac{kJ}{kg}$

- Coeficiente de operación.

- $COP_r = \frac{h_C - h_B}{h_D - h_C} = \frac{E_R}{W_{neto, entrada}}$

- $COP_r = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{100 \frac{kJ}{kg}}{25 \frac{kJ}{kg}} = 4$

8.3.1.5 SELECCIÓN DE REFRIGERANTE

De acuerdo con las especificaciones técnicas de la unidad condensadora del tanque de enfriamiento detalladas en el anexo 3, se debe usar el refrigerante R507 con un $COP_r = 4$. Sin embargo, se tiene que el refrigerante R134a tiene un mayor $COP_r = 6.12$.

8.4 CÁLCULO DE LA CARGA ELECTRICA DEL CENTRO DE ACOPIO.

El diseño contempla el proceso de refrigerado que se realizará en dos tanques de enfriamiento con capacidades de 1000 litros cada una, adicionalmente, es necesario contemplar otros equipos como lo son, inicialmente, dos bombas encargadas del suministro de la leche a los tanques (desde el punto de recepción) y la recirculación de esta hacia los camiones transportadores y distribuidores. También se tiene en cuenta el consumo del agitador de cada uno de los tanques y una nevera. Además de las cargas asociadas a la operación del centro de acopio, como la iluminación, computadores y usos comunes.

De acuerdo con el anexo 3 se pueden ver los datos de funcionamiento de los tanques de enfriamiento que corresponde a 2.5 *hp* para cada compresor y de $\frac{1}{4}$ *hp* para cada agitador.

Haciendo las conversiones a Wattios.

- Compresor

$$1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$$

$$2.5 \text{ hp} * \left(\frac{746 \text{ W}}{1 \text{ hp}} \right) = 1865 \text{ W}$$

Para este caso se tomará un valor de 2500 W por efectos de seguridad y confiabilidad en la instalación.

- Agitadores

$$\frac{1}{4} \text{ hp} * \left(\frac{746 \text{ W}}{1 \text{ hp}} \right) = 190 \text{ W}$$

Todos los valores asociados a las cargas anteriores se especifican en la siguiente tabla donde se hace un ajuste de seguridad del 10%.

Cantidad	Cargas	Potencia [W]	Potencia final[W]
1	Tanque de enfriamiento 1	2500	2750
1	Tanque de enfriamiento 2	2500	2750
2	Agitadores	380	418
2	Bomba Llenado/Vaciar	746	1641,2
1	Bomba Pres	746	820,6
14	Iluminación	35	539
1	Computadores	300	330
1	Nevera	375	412,5
1	Usos comunes	150	165

Tabla 66 Cargas totales de la instalación

8.5 ENERGÍA CONSUMIDA

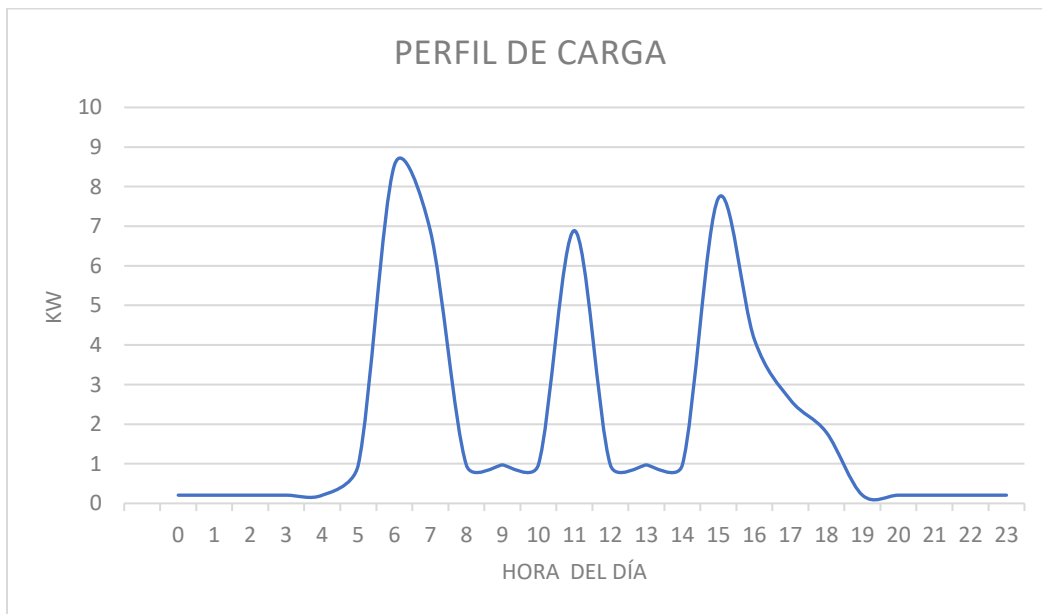
Para la integración del sistema fotovoltaico en el centro de acopio es necesario conocer el perfil de cargas que éste tiene a lo largo del día, cuáles son los picos de carga y durante cuánto tiempo los equipos del centro de acopio permanecen en funcionamiento.

Para esto, se define la cantidad de horas al día que se usarán las cargas.

El centro de acopio adoptará un escenario en el cual lleguen 1200 Lts de un primer ordeño en las horas de la mañana, alrededor de las 6am, que requerirán el uso de los dos tanques, estos se enfriarán durante dos horas y una vez lleguen a la temperatura óptima, se apaguen los tanques, sin que la temperatura varíe, pues volverán a prenderse los tanques, luego de detectar un cambio en la temperatura, más tarde a las 3pm llegan los 800 Lts faltantes del segundo ordeño y una vez este se enfríe se despacharán los 2000 litros de leche, cabe resaltar que los agitadores se activan simultáneamente a cuando los tanques estén operando y que las bombas estén activas cuando se llenen o vacíen los tanques.

Por otro lado, las cargas que hacen parte de la operación del centro de acopio como la iluminación, usos comunes y computadores se estima que estarán activas durante todo el horario laboral, pero se tendrá en cuenta sólo la mitad de la carga, ya que son cargas que se usan intermitentemente durante el día. A diferencia de la bomba de lavado que se estima que usará una hora después de que los tanques estén vacíos. Para ver la distribución detallada de las cargas.

La siguiente gráfica muestra el perfil de carga a lo largo del día, que resume el escenario que se menciona anteriormente.



Gráfica 7 Perfil de carga del centro de acopio

La siguiente tabla muestra el comportamiento de la energía total consumida a lo largo del día y durante todo un año, suponiendo que habrá aproximadamente 15 días al año en los que no habrá funcionamiento del centro de acopio.

Cantidad	Cargas	Potencia final[W]	Horas al día	Energía [Wh]
1	Tanque de enfriamiento 1	2750	4	11000
1	Tanque de enfriamiento 2	2750	5	13750
2	Agitadores	418	5	4180
1	Bomba de llenado	820.6	2	2461.8
1	Bomba de vaciado	820.6	2	1641.2
1	Bomba Pres	820.6	1	820.6
14	Iluminación	38.5	14	3773
1	Computadores	330	14	4620
1	Nevera	412.5	24	4950
1	Usos comunes	165	14	2310
TOTAL DIARIO				49506.6
TOTAL ANUAL				17327310

Tabla 77 Energía diaria y anual del centro de acopio

Por lo que se tiene un total de 17,328 *MWh* de energía consumida a lo largo del año y 49,507 *kWh* consumidos a lo largo del día.

8.6 CÁLCULO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Debido a que se requiere un tipo de sistema fotovoltaico que sea aislado es necesario elegir el inversor respecto a la potencia máxima que alcanza la carga, el total de paneles que abastecen la energía para la carga, y la cantidad de baterías para poder almacenar la energía en el momento donde la energía producida por los paneles no sea usada.

El esquema general de la instalación será el siguiente:

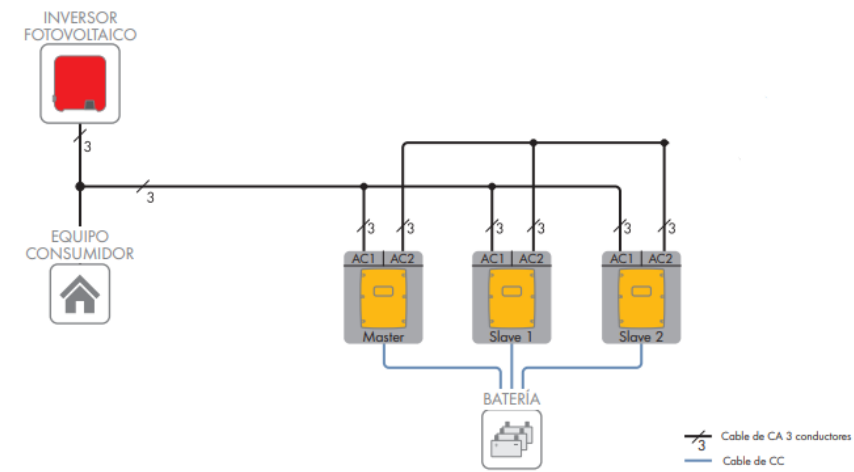


Ilustración 2928 Esquema general a usar en el centro de acopio.

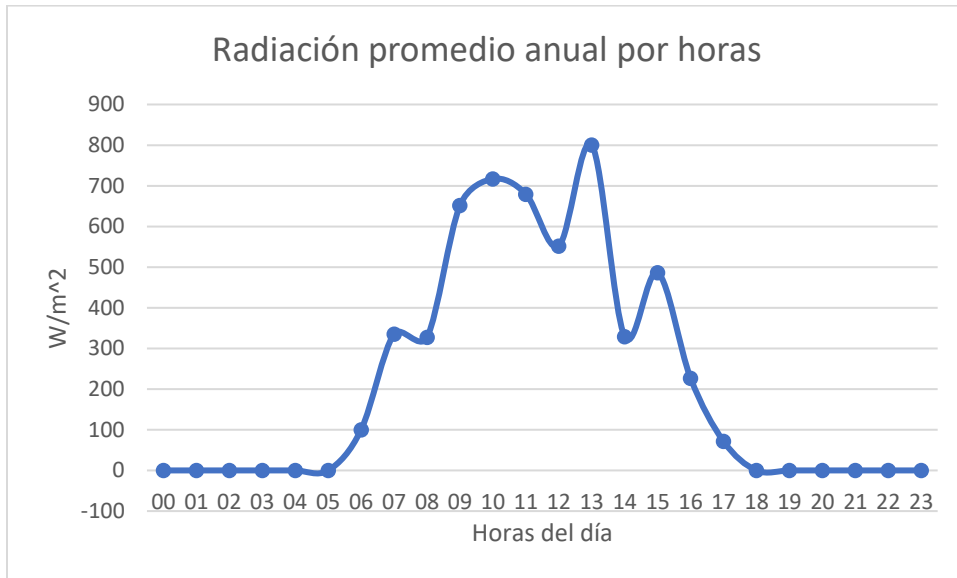
Para el cálculo de la instalación fotovoltaica del centro de acopio, se usará el software PV*SOL Premium 2022. El cual ayudará a definir los parámetros de toda la instalación, tal como, los equipos, las conexiones y el consumo final de la instalación.

Para el uso del software es necesario definir una ubicación específica. Ya se había definido que la instalación está situada en el altiplano cundiboyacense. Debido al comercio y la producción de derivados de la leche se escoge el municipio de Ubaté como ubicación para la instalación fotovoltaica.



Ilustración 2929 Ubicación Ubaté

Teniendo la ubicación definida, se obtiene los datos de radiación solar promedio anual para cada hora del día en el municipio de Ubaté.



Gráfica 8 Radiación solar promedio anual

8.6.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO PARA USAR

El siguiente paso es definir el tipo de módulo fotovoltaico que se va a usar. Ya que el área para instalar los paneles se limita al techo de la estructura, se escoge un panel solar que esté comercialmente disponible en Colombia y que tenga una generación de potencia y voltaje más altos que el promedio, pero con dimensiones similares a los demás.

Por lo que se usará un panel fotovoltaico de la marca ZNSHINE SOLAR con la referencia ZXM6-NHLDD144 de 450 W de la empresa comercializadora Ingesolar con las siguientes dimensiones.

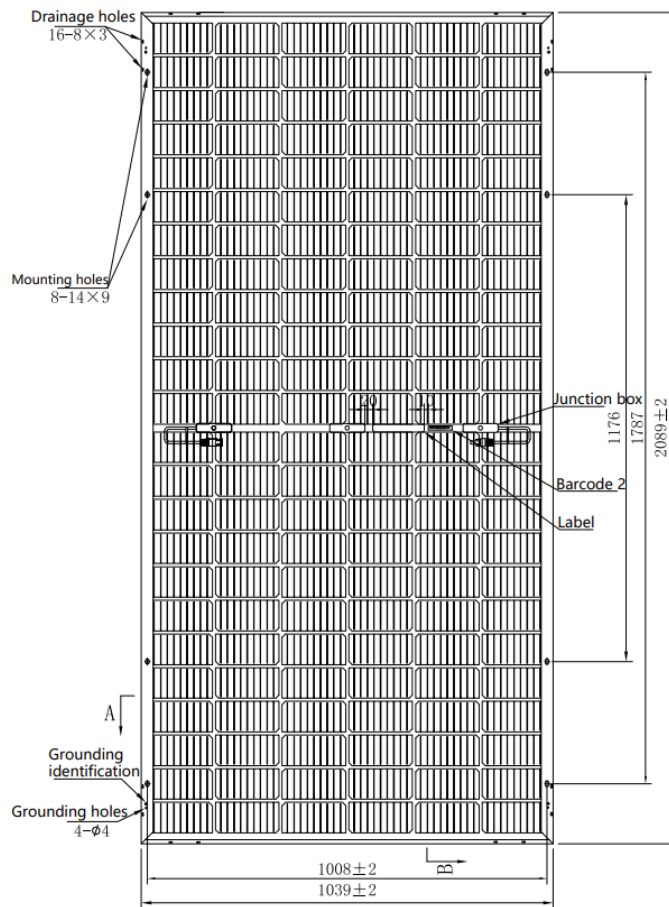


Ilustración 3030 Dimensiones panel solar.

Para información detallada del panel solar. (Ver anexo 4)

8.6.2 DISTRIBUCIÓN DE PANALES FOTOVOLTAICOS

Cómo se dijo anteriormente el área de instalación de los paneles fotovoltaicos se limita al techo de la estructura que por cada lado tiene una distribución de la siguiente manera. Donde caben 30 paneles fotovoltaicos por cada lado del techo, para un total de 60 módulos en la instalación con una inter-distancia de 20 cm entre cada módulo.

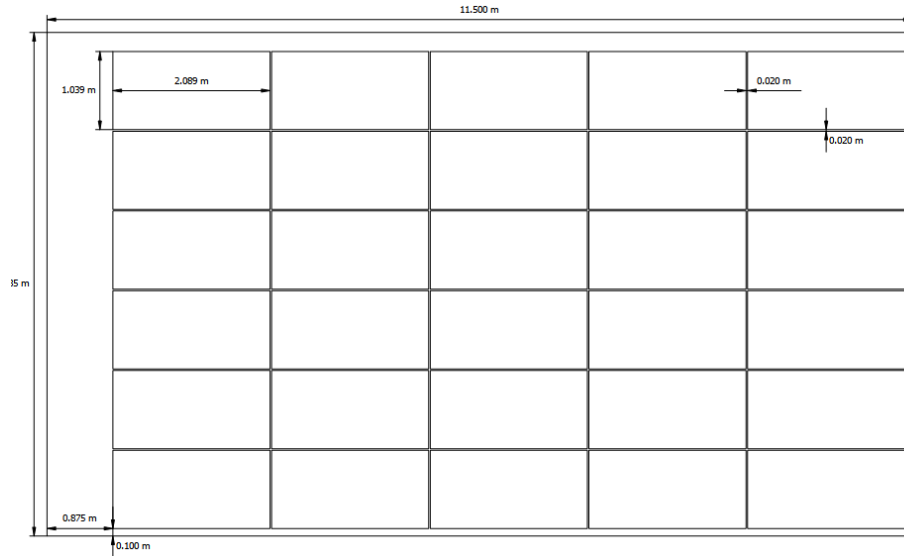


Ilustración 3131 Distribución de paneles del techo oeste

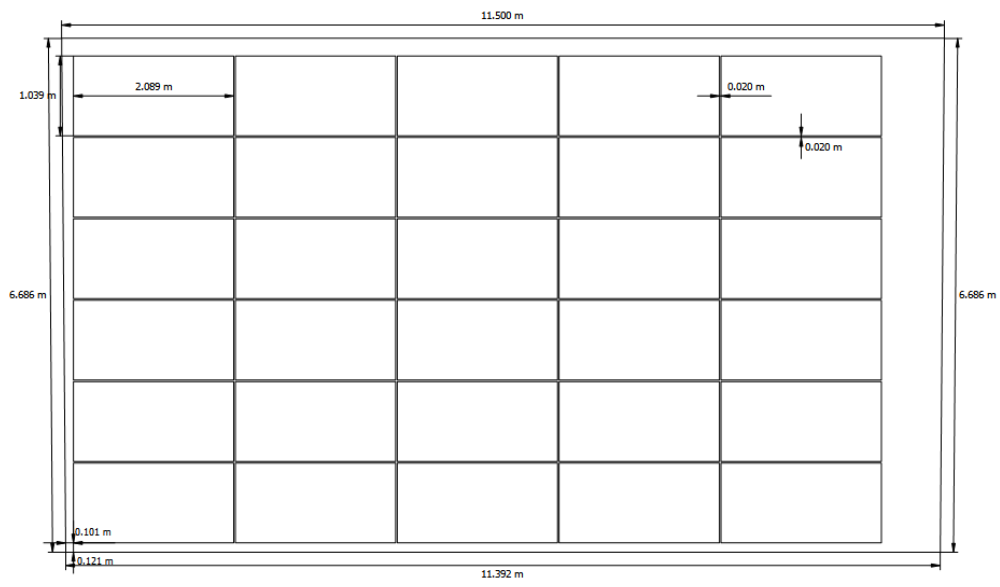


Ilustración 3232 Distribución de módulos en techo este

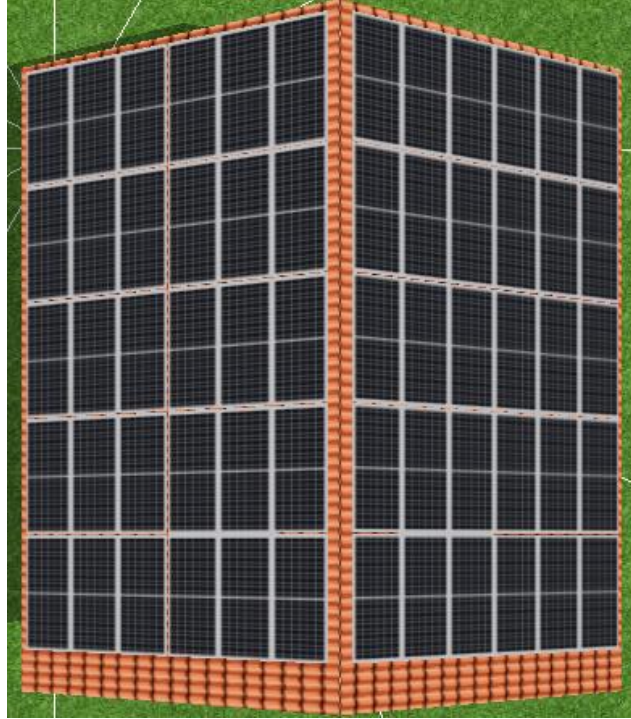


Ilustración 3333 Distribución de módulos vista 3D

8.6.3 CALCULO DE BATERÍAS

Ya que se tiene un sistema fotovoltaico aislado es necesario tener disponibles baterías que se encargarán de acumular energía para usar en horas de la noche o de la madrugada en caso de que sea necesario, o simplemente por falta de radiación solar a lo largo del día.

Para esto, se estimará la capacidad que tendrán las baterías para poder suplir la energía necesaria para cuatro días de autonomía, es decir, que el sistema podrá sustentarse por si mismo por cuatro días sin recibir energía proveniente del sol cuando las baterías estén totalmente cargadas.

Para estos tipos de sistemas se tiene varios tipos de baterías, para este caso se usarán baterías litio, que tiene una profundidad de descarga del 100% sin necesidad de afectar su vida útil, a diferencia de las de plomo u otras de las que sólo se puede usar la mitad de su capacidad para no tener problemas de daños al pasar del tiempo.

Para esto es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros ya evaluados anteriormente.

$$\begin{aligned}E_{diaria} &= 45876,6 \text{ Wh} \\ \text{Días de autonomía} &= 4 \\ \text{Tensión de batería} &= 48 \text{ V} \\ \text{Capacidad de corriente de batería} &= 100 \text{ A} \\ \text{Profundidad de descarga} &= 100\%\end{aligned}$$

Lo primero es calcular la energía que almacenarán las baterías.

$$\begin{aligned}E_{baterías} &= E_{diaria} * \text{Días de autonomía} \\ E_{baterías} &= 45876,6 \text{ Wh} * 4 \\ E_{baterías} &= 183506,4 \text{ Wh}\end{aligned}$$

Esta energía también se puede expresar en capacidad de corriente.

$$\begin{aligned}C_{instalación} &= \frac{E_{baterías}}{V_{baterías}} * \text{Profundidad de descarga} \\ C_{instalación} &= \frac{183506,4 \text{ Wh}}{48 \text{ V}} * 100\% \\ C_{instalación} &= 3823,05 \text{ Ah}\end{aligned}$$

Ya teniendo la capacidad de baterías que requiere el sistema para dos días de autonomía se puede obtener la cantidad baterías a usar.

$$\begin{aligned}N_{baterías} &= \frac{C_{instalación}}{C_{batería}} \\ N_{baterías} &= \frac{3823,05 \text{ Ah}}{100 \text{ Ah}} \\ N_{baterías} &= 30,23 \approx 39\end{aligned}$$

Valor que es aproximado a 39 baterías.

8.6.4 INVERSORES POR USAR

8.6.4.1 INVERSORES SOLARES

Ya teniendo definido la cantidad de módulos fotovoltaicos que se usarán, se debe decidir el tipo y la cantidad de inversores que se usarán en la instalación. Para esto hay que tener en cuenta que, el inversor debe tener la posibilidad de conectarse a la red.

De acuerdo con la cantidad de paneles solares y de la forma que están distribuidos, se decide que serán dos inversores que puedan soportar la carga de los paneles de cada uno de los lados del techo. De la misma forma que con los paneles, se escogerá un inversor de la empresa Ingesolar de marca Deye y referencia SUN-10K-G03-LV (Anexo 6).

Con este inversor, el software recomienda una instalación de 30 módulos por inversor, a su vez, cada inversor tiene dos entradas (MPP) de conjuntos de 15 módulos conectados en serie.

Cada entrada o MPP está limitada por cierta corriente, voltaje y potencia. Cómo se puede ver a continuación, se muestran los rangos de operación para una entrada de un inversor, donde se puede observar que en ningún caso se estaría saliendo del rango de operación normal de cada MPP del inversor.

Con respecto a los valores de tensión máxima y mínima que podrían llegar a general el módulo cuanto esté conectado a una carga y el valor de tensión de circuito abierto es el valor máximo que podría generar sin carga conectada. Esta tensión se obtiene luego de conectar los 15 paneles en serie de manera que la tensión total es la suma de cada una de las tensiones de los paneles conectados, esta tensión varía dependiendo de las condiciones climáticas a las que se encuentre.

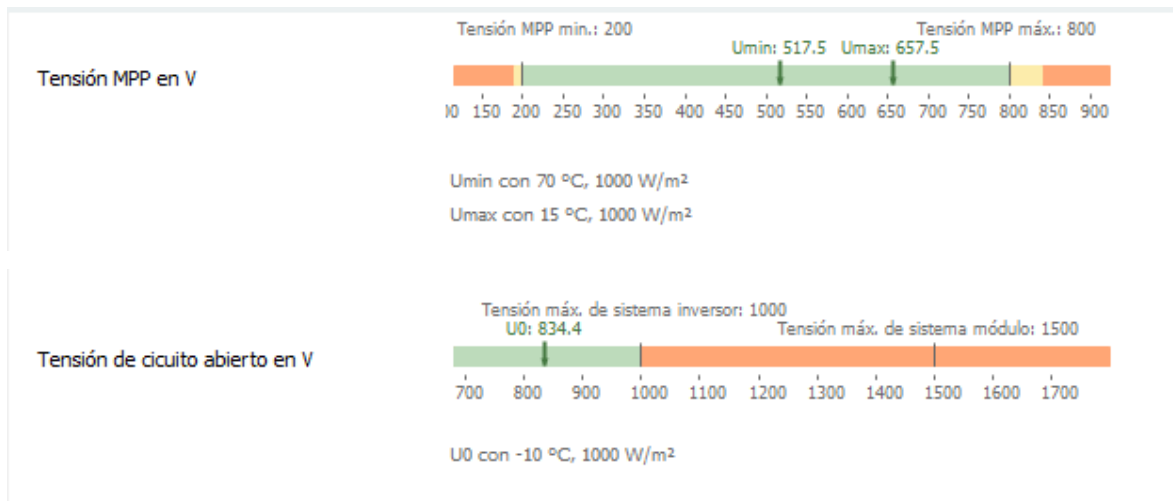


Ilustración 3434 Rangos de operación de tensión de una entrada o MPP del inversor

Cómo ya se dijo, la conexión por cada entrada o MPP del inversor es de paneles en serie, para el caso de la corriente, ésta será la misma de un solo panel independientemente si se conectan 15. Por lo que lo que lo máximo que puede llegar a tener el valor de la corriente es el valor máximo de un solo inversor, que está especificada en la ficha técnica del panel con un valor de 10,69 A.

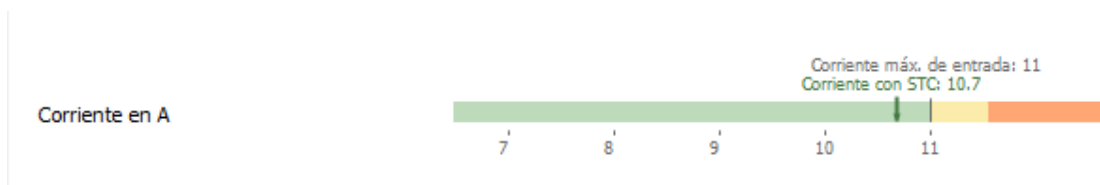


Ilustración 3535 Rangos de operación de corriente de una entrada o MPP del inversor

De una manera similar que con la tensión la potencia total que puede llegar a generar el arreglo o conjunto de paneles conectados a cada entrada o MPP está dada por la suma de las potencias máximas que puede generar cada uno de los módulos, que se encuentran en la ficha técnica del módulo. Para este caso el valor de potencia máxima es de 450 W y la cantidad de módulos son 15 por lo que finalmente la máxima cantidad de potencia generada es de $450\text{ W} * 15 = 6750\text{ W}$. Lo que corresponde a 6,8 kW aproximadamente, que es un valor menor al permitido por el inversor que es de 8,8 kW.

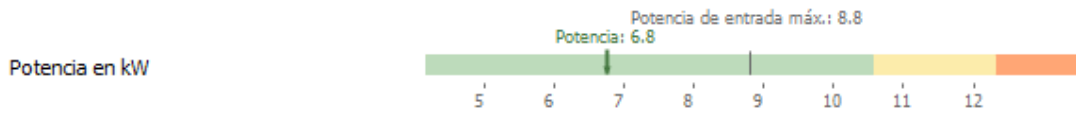


Ilustración 3636 Rangos de operación de potencia de una entrada o MPP del inversor

El tipo de conexión se puede ver a continuación.

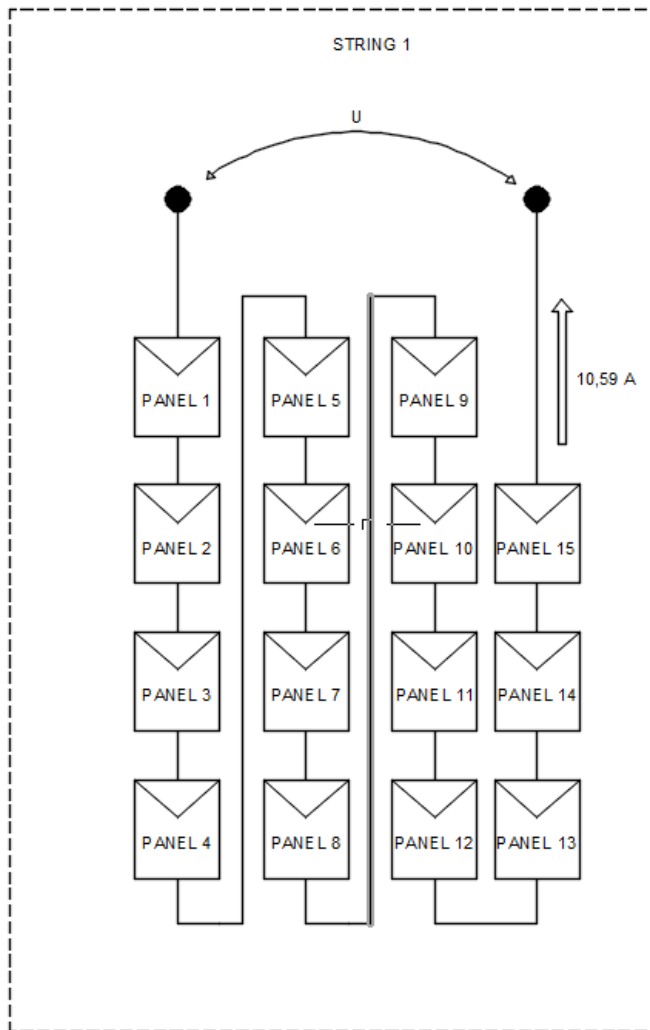


Ilustración 3737 Conexión serie de los paneles para cada MPP

Estos parámetros se cumplen para cada una de las entradas o MPP de cada inversor, ya que tienen la misma cantidad de paneles.

8.6.4.2 INVERSORES DE BATERÍAS

Estos inversores no solamente tienen la capacidad de convertir corriente directa en corriente alterna, sino que también tienen la capacidad de controlar y cargar las baterías inteligentemente. Son inversores monofásicos que tienen la capacidad de poder conectarse de forma trifásica con 3 dispositivos diferentes. Debido a la carga y capacidad necesaria es oportuno tener dos sistemas trifásicos de inversores híbridos, por lo que finalmente se usarán 6 inversores de este tipo. Teniendo en cuenta la cantidad de baterías calculadas anteriormente, es posible dividir la cantidad de baterías para cada sistema trifásico. Por lo que finalmente un sistema trifásico tendrá 20 baterías conectadas en paralelo y el segundo tendrá 19 baterías conectadas en paralelo.

Por lo que el esquema general de la instalación se muestra a continuación.

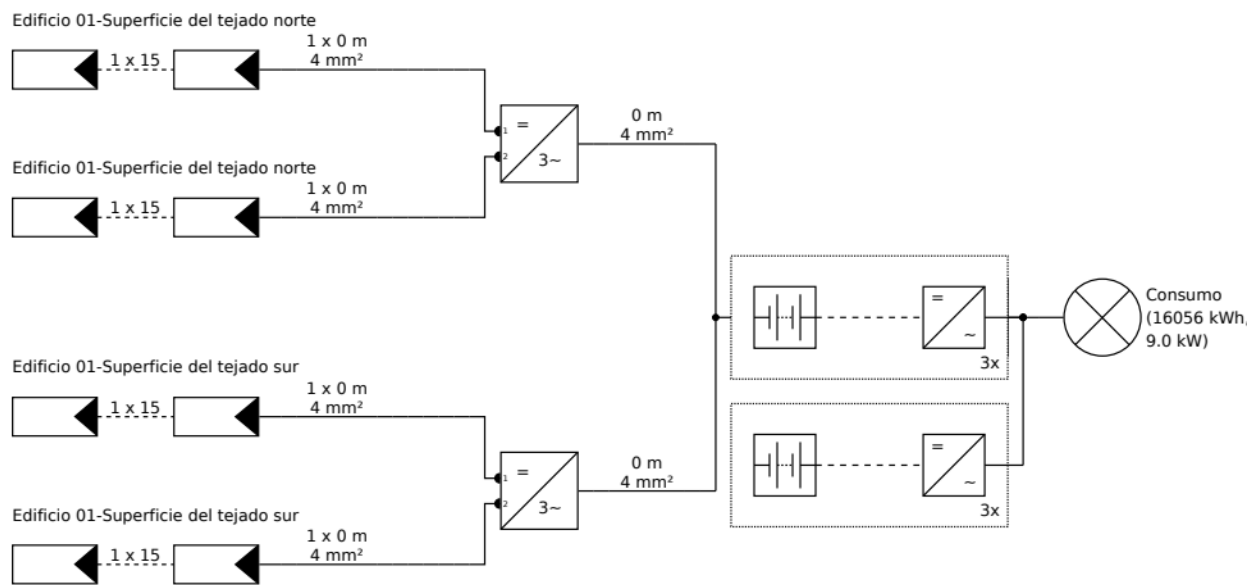






Ilustración 3838 Esquema general de instalación fotovoltaica

Nombre	Símbolo
Banco de baterías	

Nombre	Símbolo
Inversor	
Panel fotovoltaico	
Carga	

8.7 LISTA DE EQUIPOS Y ESPECIFICACIONES SISTEMA REFRIGERACIÓN SELECCIONADO

Cant.	Equipo		Valor unitario	Valor total
2	Tanque de enfriamiento	Tecnilac Willgo 1000LT TIPO O	\$ 23.562.000	\$47.124.000
2	Bombas de leche	Aquapak ALY20/1230	\$ 1.320.000	\$ 2.640.000
1	Bombas de presión	Wolfox WF0847	\$ 359.900	\$ 359.900
1	Otros		\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
TOTAL				\$ 52.623.900

Tabla 88 Equipos sistema de refrigeración

Para información detallada del sistema de refrigeración. (Ver anexo 3 y 5)

8.8 LISTA DE EQUIPOS Y ESPECIFICACIONES PARA SISTEMA ENERGÍA SOLAR FOTVOLTAICO

Cant	Equipo	Referencia	Valor unitario	Valor total
60	Módulos	Zn-shine zxm6-nhldd144	\$805.00	\$48.300.000
2	Inversor solar	Deye SUN-10K-G03-LV	\$ 6.434.000	\$12.868.000
6	Inversor híbrido	Sunny island 8.0	\$ 12.530.000	\$ 75.120.000
39	Baterías	48V/100Ah 48NPFC100 NARADA	\$ 7.900.000	\$ 308,100,000
60	Conectores	- -	\$5.000	\$300.000
4	Conectores paralelos	Unbrand PCA	\$136.000	\$544.000
4	DPS	SUNTREE SUP2H-PV	\$120.000	\$480.000
4	Breaker	SUNTREE SL7N-63	\$77.500	\$310.000
2	Interrup. Dif	SCHNEIDER ACTI9	\$295.000	\$590.000
TOTAL				\$ 446.612.000

Tabla 99 Equipos para instalación fotovoltaica

Para información detallada de los equipos usados para la instalación fotovoltaica. (Ver anexo 7,8 y 9)

8.9 LISTA DE EQUIPOS Y ESPECIFICACIONES PARA ANÁLISIS EN LABORATORIO

Equipo	Cant	Valor unitario	Valor Total
Dosificador tipo Neurex o similar	2	\$ 150.000,00	\$ 300.000,00
Agitador para cantinas de leche	2	\$ 47.000,00	\$ 94.000,00
Refractómetro Bertuzzi con soporte y lámpara	1	\$ 375.000,00	\$ 375.000,00
Centrífuga adecuada para butirómetro Gerber	1	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00
Termolactodensímetro de Quevenne	1	\$ 143.000,00	\$ 143.000,00
Baño María con control termostático a 65 °C	1	\$ 896.000,00	\$ 896.000,00
Lactoescan o un analizador de leche (opcional)	1	\$ 4.850.000,00	\$ 4.850.000,00
Crioscopio	1	\$ 800.000,00	\$ 800.000,00
Analizador, test de antibióticos (opcional)	2	\$ 900.000,00	\$ 1.800.000,00

Equipo	Cant	Valor unitario	Valor Total
Probeta de vidrio	3	\$ 33.500,00	\$ 100.500,00
Bureta de 10ml	1	\$ 33.500,00	\$ 33.500,00
Pipeta volumétrica de 9 ml de leche	1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
Recipiente para realizar titulación	1	\$ 27.000,00	\$ 27.000,00
Butirómetros Gerber	10	\$ 15.000,00	\$ 150.000,00
Soporte para butirómetros	2	\$ 7.000,00	\$ 14.000,00
Pipetas aforadas de 11 ml de capacidad	5	\$ 22.000,00	\$ 110.000,00
Dosificador para ácido sulfúrico, entrega 10 ml	1	\$ 114.000,00	\$ 114.000,00
Dosificador para alcohol isoamílico entrega 1 ml	1	\$ 114.000,00	\$ 114.000,00
Tapones adecuados para butirómetros	5	\$ 3.000,00	\$ 15.000,00
Llave para butirómetro	10	\$ 3.500,00	\$ 35.000,00
Tubos de ensayo de vidrio refract., 16 x 150 mm	60	\$ 2.400,00	\$ 144.000,00
Mechero	2	\$ 65.000,00	\$ 130.000,00
Probeta graduada de 10 ml	1	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00

Equipo	Cant	Valor unitario	Valor Total
Pipeta volumétrica de 5 ml	2	\$ 30.000,00	\$ 60.000,00
Pipeta volumétrica de 1 ml	2	\$ 25.000,00	\$ 50.000,00
Frascos gotero	10	\$ 2.500,00	\$ 25.000,00
Total			\$ 4.790.000,00
Total (opcional)			\$ 11.440.000,00

Tabla 1010 Equipos para análisis de laboratorio [1]

9 FUENTES DE FINANCIACIÓN

De acuerdo con el ministerio de agricultura existen varios instrumentos de financiamiento para proyectos rurales y agropecuarios donde cada uno tiene diferentes campos de inversión dependiendo de las necesidades. [31]

Uno de estos puede ser el incentivo a la capitalización rural (ICR), que es un beneficio económico que se otorga a una persona natural o jurídica que en forma individual o colectiva ejecute un proyecto de inversión nuevo, con la finalidad de mejorar la competitividad y sostenibilidad de la producción agropecuaria y de reducir sus riesgos de manera duradera, previo el cumplimiento de los requisitos establecidos por FINAGRO y sujeto a la disponibilidad de recursos presupuestales y de tesorería del programa. [31]

Este incentivo consiste en un abono que realiza FINAGRO al saldo del crédito contraído por el beneficiario para financiar las actividades de inversión objeto del incentivo. [31]

En ese sentido, las inversiones realizadas por pequeños productores acceden a una condonación del capital de hasta el 40% del valor del proyecto, mientras que los medianos y grandes productores se benefician con una condonación de hasta el 20% del valor del capital.[31]

Otra de las alternativas es el fondo agropecuario de garantías (FAG) donde el objetivo del Fondo Agropecuario de Garantías, es respaldar los créditos redescontados ante FINAGRO o concedidos en condiciones FINAGRO, a través de programas especiales de fomento y desarrollo agropecuario, dirigidos a financiar proyectos del sector agropecuario y rural que sean técnica, financiera y ambientalmente viables, y que se otorguen a productores que no puedan ofrecer las garantías ordinariamente exigidas por las entidades otorgantes del crédito.[31]

Por otro lado, algunas de las entidades bancarias ofrecen créditos especialmente dirigidos para proyectos agro y rurales. Algunas de las cifras que se pueden tener en cuanto a tasas de interés y proyectos a los que van dirigidos se pueden ver a continuación.

CRÉDITOS CON RECURSOS DE REDESCUENTO DE LAS LÍNEAS DE FINAGRO
 Cifras con corte a 10/11/2020

Líneas	Subsidio a la tasa (millones)	Número de Operaciones	Desembolsos		Monto (millones)
			Número de Empresas		
Pequeño productor	\$22.605	28.291	27.879		\$224.240
Mediano productor	\$20.038	1.850	1.748		\$221.970
Gran productor	\$7.356	64	61		\$126.126
Total Colombia Agro Produce	\$50.000	30.205	29.688		\$572.336

Fuente: Sondeo LR

Ilustración 3939 Fuentes de financiación [32]

LA OFERTA DE CRÉDITOS PARA EL AGRO

DTF del 17 de noviembre al 22 de noviembre = 1,98%






















Banco	Crédito	Tasa
 Banco Agrario de Colombia	Complementarias cafeteros 2020	Entre DTF + 0% E.A. y DTF + 2% E.A. 
 Banco Agrario de Colombia	Crédito mujer rural / joven rural	Entre DTF + 0% E.A. y DTF + 2,5% E.A. 
 Bancolombia	Crédito Agrofácil	Entre DTF + 3% E.A. y DTF + 10% E.A. 
 Bancolombia	Crédito Finagro	Entre DTF + 4% E.A. y DTF + 10% E.A. 
 Banco Agrario de Colombia	Crédito en condiciones ordinarias	Entre DTF + 5% E.A. y DTF + 8% E.A. 
 Banco Agrario de Colombia	Agrolisto - pequeño productor	DTF + 6% E.A. 
 cfa Cooperativa Financiera	Crédito de fomento Finagro	Entre DTF + 6,5% E.A. y DTF + 8,5% E.A. 
 Banco Agrario de Colombia	Microcrédito agropecuario y rural	22,21% E.A. 
 Banco Cooperativo CoopCentral	Crediagro	Entre 24% E.A. y 28% E.A. 
 crezcamos Compañía de Financiamiento	Crediagro Mype	26,76% E.A. 
 Bancaía	Agromía Capital de Trabajo	Entre 28% E.A. y 49% E.A. 
 Bancaía	Agromía Inversión	Entre 28% E.A. y 49% E.A. 
 Mundo Mujer El Banco de la Comunidad	Crédito Agropecuario	Entre 35,15% E.A. y 49,90% E.A. 
 mibanco	Activo fijo agropecuario	56,28% E.A. 
 mibanco	Capital de trabajo agropecuario	56,28% E.A. 
 crezcamos Compañía de Financiamiento	Crediagro	56,58% E.A. 

Gráfico: LR-GR

Ilustración 4040 Ofertas de créditos para el agro [32]

10 RESULTADOS

Con ayuda del software PV*SOL, se pueden ver resultados de la instalación fotovoltaica a lo largo del año. La siguiente ilustración muestra la cantidad de energía generada por la instalación fotovoltaica, así como la cantidad de energía que se inyecta a la red y la cantidad de energía que proviene de la red para alimentar las cargas. También se puede observar la cantidad de energía que se consume anualmente proveniente de la instalación fotovoltaica.

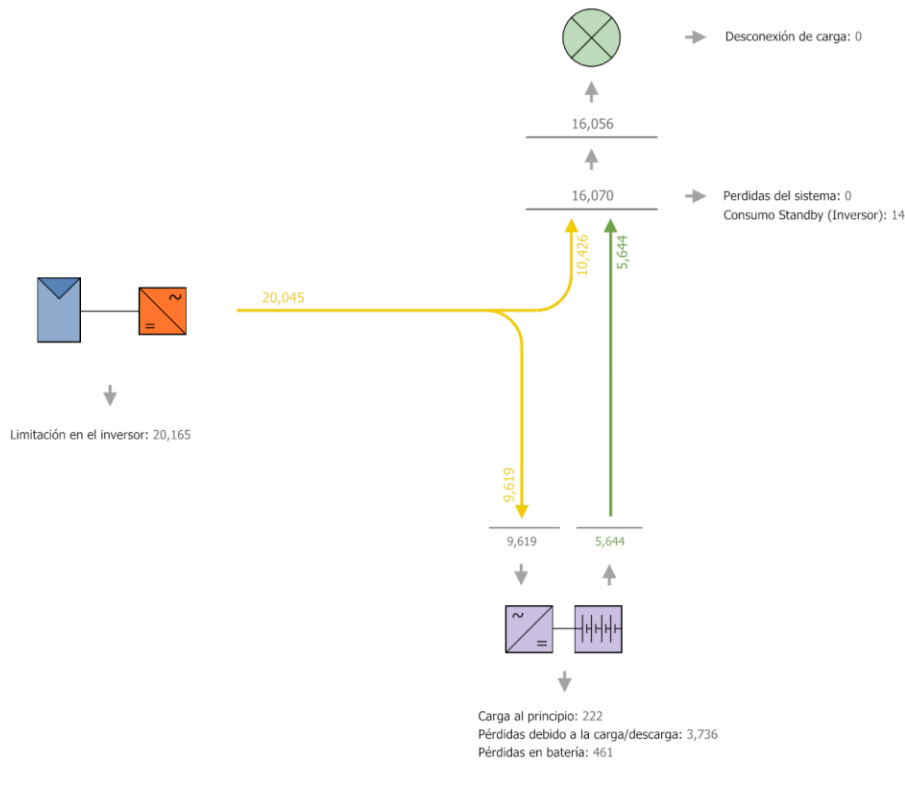
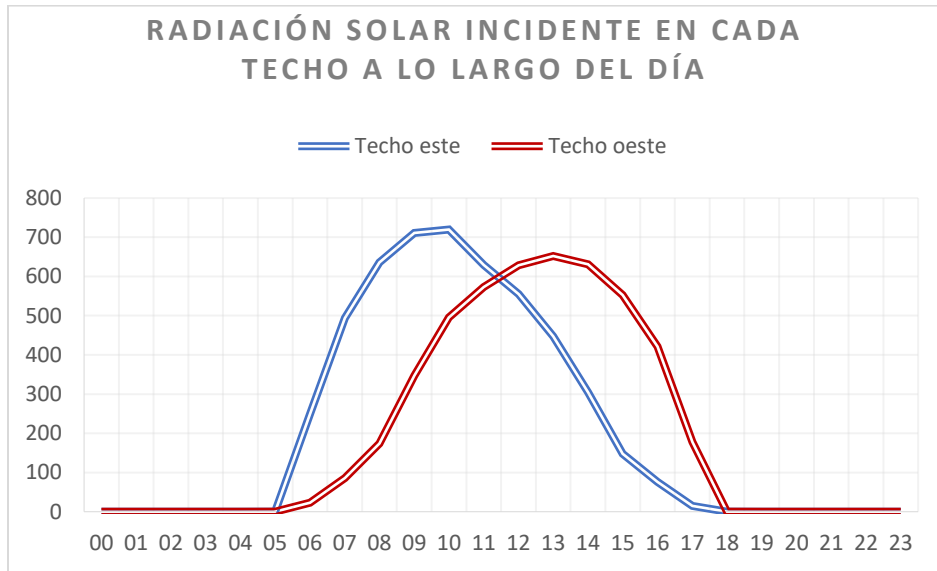


Ilustración 4141 Flujo de energía anual.

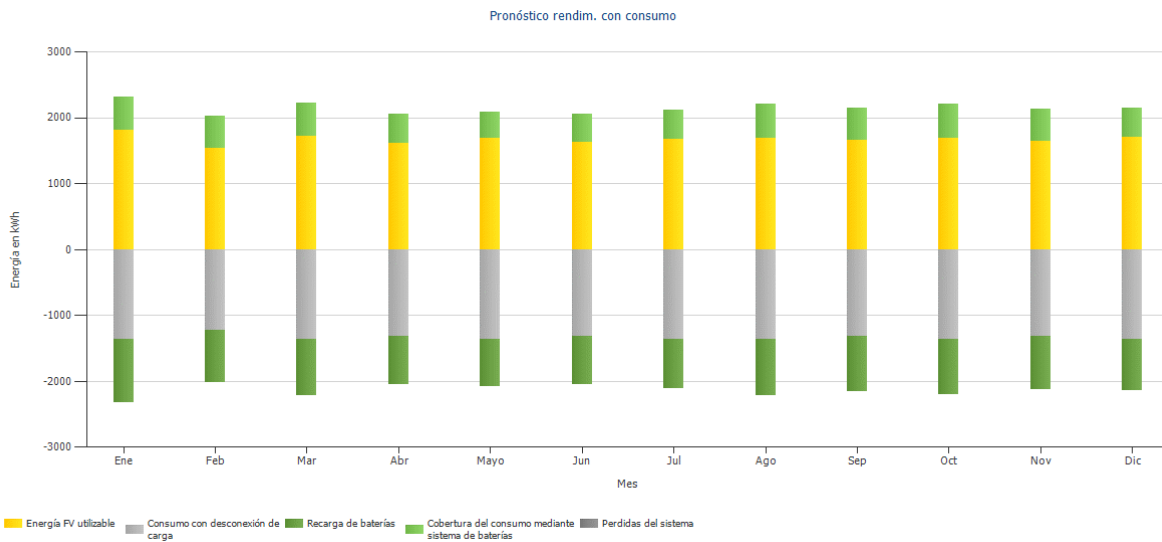
Esta herramienta también nos permite sacar otros tipos de datos que pueden ser graficados, como se puede ver en la siguiente ilustración, que muestra la incidencia de radiación solar para cada uno de los techos a lo largo del día. Ya que están dispuestos de este a oeste, se ve una variación en la

cantidad de radiación solar incidente de acuerdo con la posición de la tierra con respecto al sol a lo largo del día.



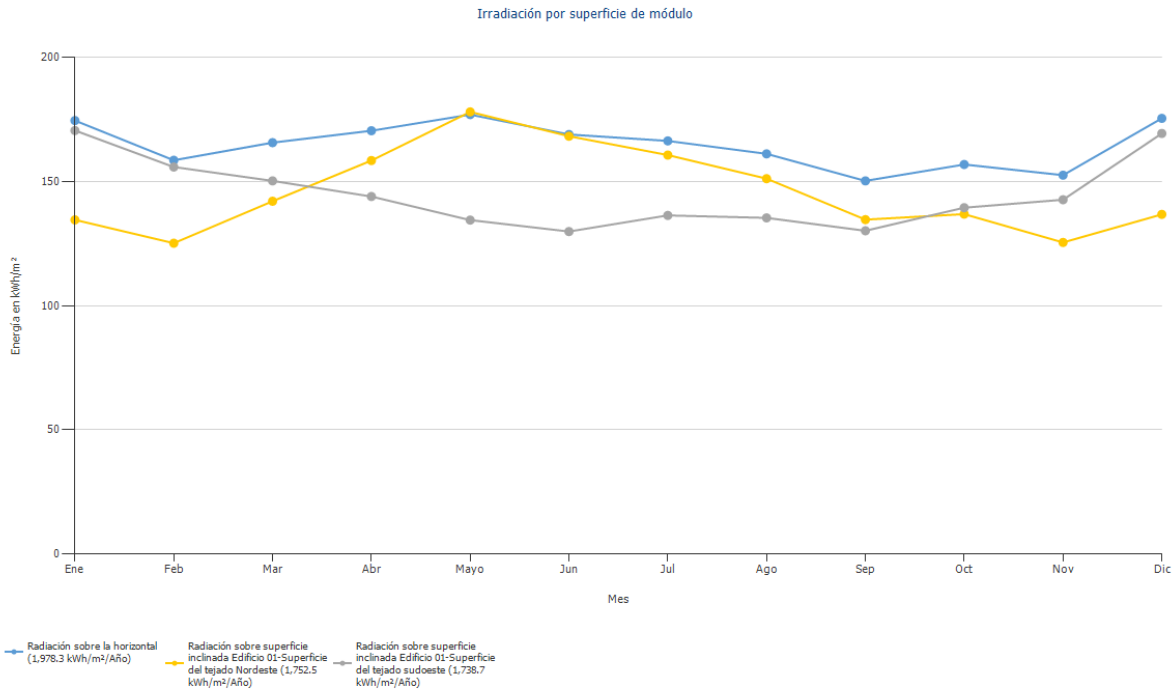
Gráfica 9 Radiación incidente por cada lado del techo

De la misma forma se pueden obtener gráficas similares para el consumo total anual que se muestra a continuación, donde se puede observar la cantidad que de energía proveniente de la instalación fotovoltaica para poder satisfacer las necesidades de la carga.



Gráfica 10 Cobertura de consumo total

La siguiente gráfica muestra la cantidad de irradiación general sobre el territorio a lo largo del año, así como la irradiación que llega a cada parte del techo. Se puede observar que por la posición geográfica del terreno y de la tierra con respecto al sol a lo largo del año hace que cada techo tenga una variación diferente en la radiación solar sobre la superficie de los paneles para cada mes en un año.

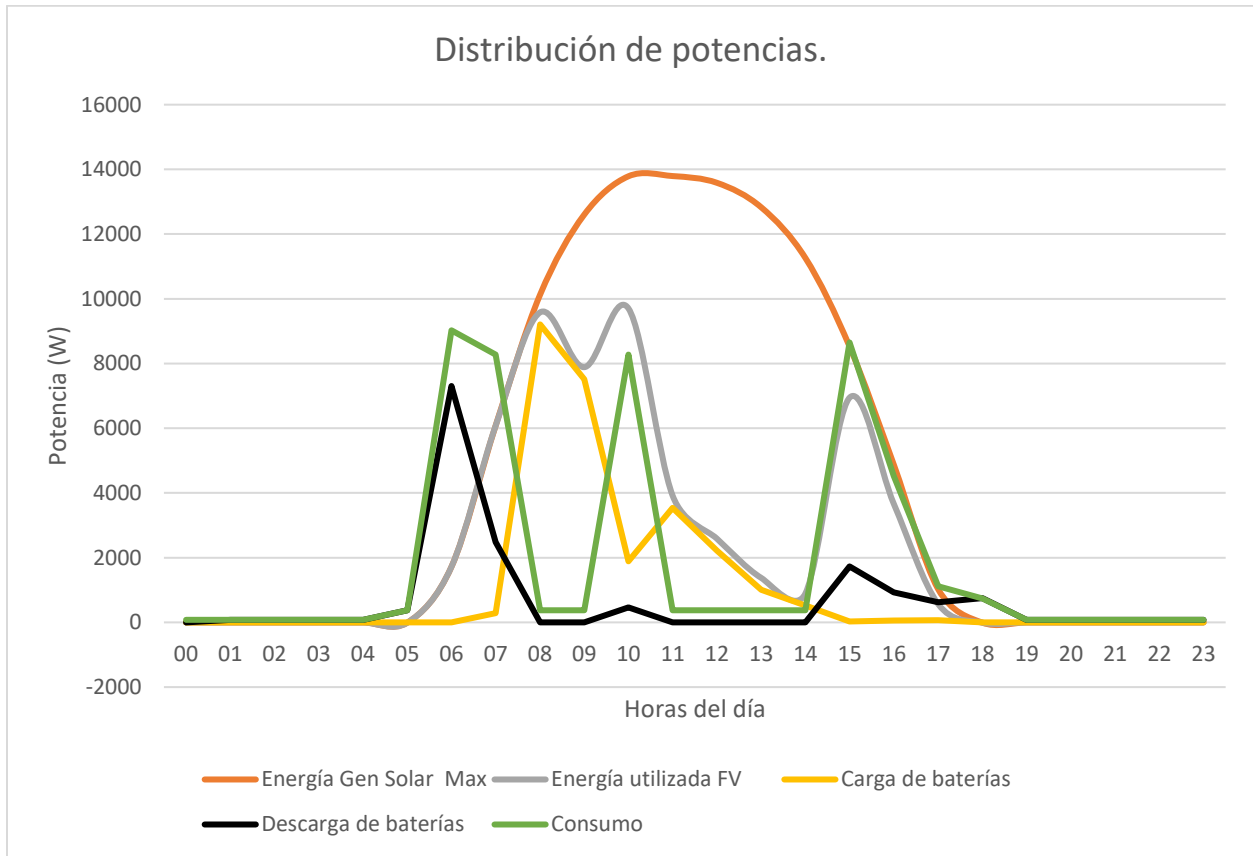


Gráfica 11 Radiación solar incidente sobre cada techo

Por otro lado, otra información importante es tener una referencia de cómo se comporta el sistema a lo largo del día. La siguiente gráfica muestra, en valores promedio anuales el comportamiento del consumo total tal como se había visto anteriormente cuando se definió la carga total, la energía solar generada, el consumo proveniente de la energía solar generada para cada hora del día.

En la siguiente gráfica podemos observar varias cosas, una de ellas es que al ser un sistema totalmente aislado, llegará un momento en el día en el que no se aproveche toda la energía eléctrica que puede generar la instalación fotovoltaica, ya que en algún momento del día el consumo puede llegar a ser muy bajo y las baterías están totalmente cargadas y el inversor servirá como regulador de

tensión en la batería para no sobrecargar la misma. Por otro lado, se pueden observar los periodos de carga y descarga y cómo el sistema de baterías ayuda a compensar el consumo en la mañana cuando no hay suficiente energía solar disponible.



Gráfica 12 Potencia generada, consumida e inyectada.

10.1.1 COSTOS ASOCIADOS

De acuerdo con los equipos que se habían enlistado, se hace una selección de los que finalmente se van a usar, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Donde el ítem “Otros” Corresponde a elemento menores necesarios para el montaje de los equipos.

A continuación, se muestra el costo total de construcción del centro de acopio.

Descripción	Descripción
Construcción	\$ 270.000.000.00
Sistema fotovoltaico	\$ 446.612.000
Laboratorio	\$ 4.790.000
Sistema de Refrigeración	\$ 52.623.900
TOTAL	\$ 774.025.900

Tabla 11 Presupuesto total

11 CONCLUSIONES



El presupuesto de inversión aproximado del proyecto es de \$ 774.025.900 de pesos colombianos, del cual un 58,6% es usado solamente para el sistema fotovoltaico, y más específicamente por el gran número de baterías que tienen que suplir la carga.

De acuerdo con la teoría propuesta a cerca de los sistemas fotovoltaicos, este sistema es uno de los más costosos por la cantidad de equipos que hay que tener para un correcto funcionamiento del sistema y es de uso necesario especialmente solo para casos en los que no haya cobertura del sistema eléctrico y sólo se disponga de energías alternativas para el consumo.

Otros tipos de instalaciones pueden aprovechar por completo la energía que proviene del sol, ya que como vimos, este tipo de instalación se limita solo a proveer el consumo propio y a la carga de las baterías y el resto de energía generada se desperdicia.

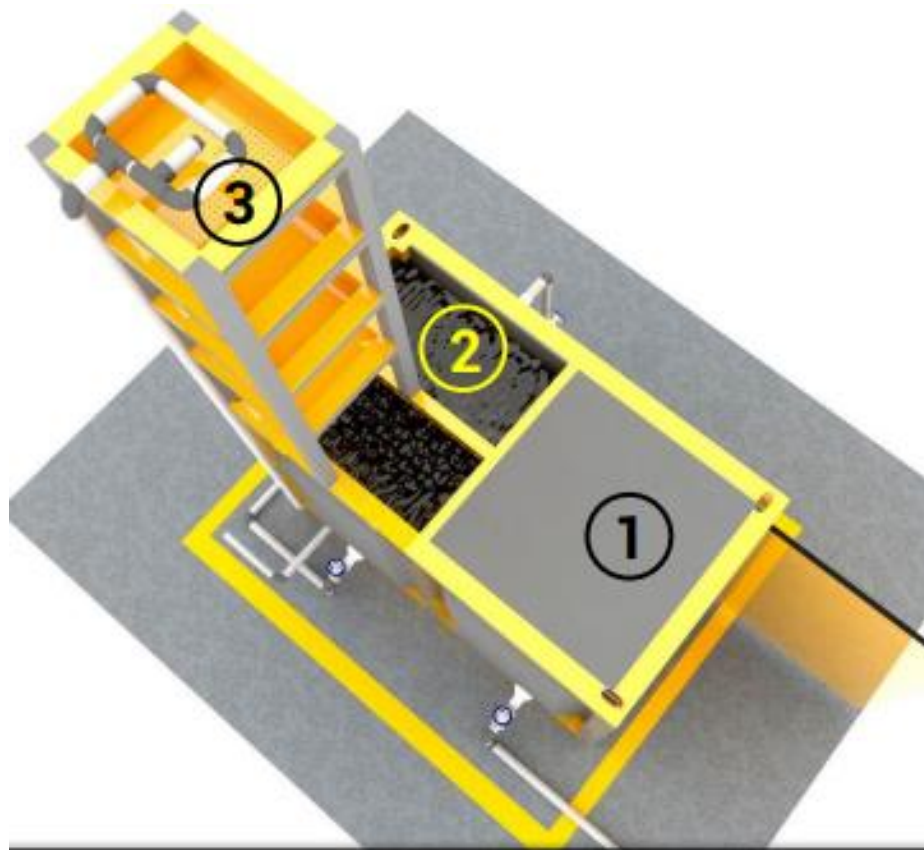
12 ANEXOS

Anexo 1

		NIT: 900.663.335 - 1 Cra 68 No. 76 -117 - Barranquilla / Atlántico PBX (5) 360 66 88 - 360 48 95 Cel: 301 317 90 17 - 323 411 9189 info@nyfdecolombia.com www.nyfdecolombia.com			
		FECHA: 09-mar.-20 COTIZACION # 20200309-JD'024			
DATOS DEL CLIENTE					627
CLIENTE:	ESQUISSO COLOMBIA S.A.S			NIT/CC:	900994907-4
E-MAIL:	viviana.martinez@esquisso.co			TELEFONO:	312 798 2982
CONTACTO:	VIVIANA MARTINEZ			CIUDAD:	COLOMBIA
FABRICACIÓN:	22 Dias habiles				
REF	CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIT.	IMPORTE	
ACUA PLUS-20--	1	Planta Compacta Potabilizadora de Agua con capacidad para procesar hasta 2,000 litros/hora - Ref: ACUA PLUS- 20 - Incluye Modulos de Floculación en Línea, Micro filtración, Cloración y Radiación Ultravioleta, Tanque floculador ascendente en acero al carbon con recubrimiento interno en pintura epoxica que permite tratar hasta 250 Ntu. Adicional incluye torre de aireacion de 50x50, dosificador peristaltico y caja de protección contra Intemperie y resguardo del equipo.	\$ 27.215.241	\$ 27.215.241	
<u>Observacion:</u>			ADMINISTRACIÓN	\$ 2.340.511	
<u>Observacion:</u>			IMPREVISTO	\$ 2.177.219	
			UTILIDAD	\$ 1.905.067	
FORMA DE PAGO			IVA	\$ 361.963	
50% - 50%			50% a solicitud de Compra - 50% antes del despacho de la mercancia	VALOR TOTAL AIJ INCLUIDO	\$ 34.000.001



Fabricante: SYNERTECH.
Referencia: ACUAPLUS 20
Material de fabricación: Acero Inoxidable y Poliéster reforzado en Fibra de vidrio (PRFV).
Aplicación: Tratamiento de Agua Potable
Caudal de diseño: 2.000 litros/hora (0.55 LPS).
Acometidas hidráulicas: 1 ½"
Presión de trabajo: 15 a 25 PSI (Presión Ideal 20 PSI).
Acometidas Eléctricas: 110 v – 60 Hz/ o Solicitud del cliente
Consumo Eléctrico Aproximado: 1.000 Wattios – 1.0 Kw/h
Dimensiones de la planta: 1.30 mts ancho x 2.20 mts largo x 1.50 mts alto
Dimensiones de la Torre: 0.50 mts ancho x 0.50 mts largo x 1.30 mts alto



ACUAPLUS, es la unidad para tratamiento de agua potable más compacta del Mercado, está diseñada para trabajar con agua cruda de alta complejidad.

1. Unidad para proceso secundario y desinfección.
2. Unidad para proceso Primario.
3. Proceso de Aireación.

Anexo 2



BIOBOX

Capacidad Personas 50 - 90

DESDE 0.08 LPS A 0.16 LPS

COP \$ 35.090.000



Fecha	28	05	2022	Lugar Expedición	Colombia	Girardota	Antioquia	Cotización	7992	PW
Empresa	CENTRO DE ACOPIO DE MERCADO Y LECHE S.A.S			NIT		Contacto	Daniel Bernal			
Lugar				E-mail	danimeuri.2002@gmail.com			Teléfono	3229037157	

En el presente documento detallamos la cotización del equipamiento solicitado por ustedes, con sus respectivas características técnicas:

TANQUE DE ENFRIAMIENTO DE 1.000 LITROS



MODELO TIPO O
Imagen Comparativa



MODELO TIPO M
Imagen Comparativa

FICHA TÉCNICA:

- Marca **WILLGO**
- Capacidad **1.000 litros**
- Construcción

Tanque fabricado en su estructura interna en acero inoxidable 304 calibre 14, lámina externa en acero inoxidable 304 calibre 16 con una cámara de aislamiento de 50.8mm en poliuretano con 38 Kgrs/m3 de densidad, con evaporador de expansión directa de alta eficiencia para dos o cuatro ordeños de acuerdo a la norma ISO 5708 sección 2BII y 4BII. Con tapa superior abatible y conexiones directas a la unidad de enfriamiento. Salida en 1.5" ferulado tipo clamp mariposa.

MOTORREDUCTOR MARCA SIREM.

Este motorreductor se caracteriza por ser el mejor en el mercado implementado en los tanques para enfriar la leche. Ya que tiene el mejor servicio de repuestos y el mantenimiento es demasiado sencillo pudiendo hacerlo el mismo encargado y tiene un bajo consumo energético.

Kilometro 1 Vía "el barro" Girardota, Antioquia (COLOMBIA) | Celular: +57 (350) 580-6654 / +57 (312) 290-9962 | Contacto@tecnilacwillgo.com | www.tecnilacwillgo.com

Creciendo Juntos



- Motorreductor Sirem de 1/4 Hp- 30 RPM, 220 voltios. Con programación automática agitación cada 30min*3min.
- Refrigerante R-507 No daña la capa de ozono y tiene un efecto invernadero bajo. Es un gas de muy buena eficiencia y cuando se tiene la necesidad de ajustar el gas, se puede hacer sin desperdiciar el ya existente.

PROGRAMADOR GALACTEA EUROPEO.

Este control maneja un temporizador programable para agitación y temperatura de acuerdo a la exigencia, tiene un sensor resistente a la humedad que en los demás controles es una debilidad convirtiéndose en un gran problema para sus garantías: Esta es la fortaleza de este control.

UNIDAD DE ENFRIAMIENTO.

Nuestras unidades son marca DANFOSS. Nuestra experiencia de 20 años fabricando tanques nos ha enseñado que es la más confiable técnicamente en el mercado de las unidades herméticas.

- Unidad Condensadora DANFOSS de 2.5 Hp, trifásica y/o Monofásica a 220 voltios 60HZ.
- Consumo de Energía 2.0 KW/HORA.

Agitador 100% en inox 304 tipo alimento, que requiere un mínimo de 100 litros para su agitación efectiva y crear un movimiento tanto horizontal como vertical para homogeneizar el frío y los sólidos grasos de la leche.

EVAPORADOR TIPO CAÑUELA EXTENDIDA.

Esta es nuestra mayor garantía. Construido totalmente en acero AISI 304 tipo alimento, por ser una parte del tanque completamente hermética donde la visibilidad es nula, nosotros garantizamos que su construcción es con la misma lámina con que se construye el resto del tanque asegurando la duración y resistencia de este. Su forma de cañuela extendida nos ofrece un rendimiento de 5 a 6 minutos por grado; nos protege la unidad al no permitir que se quede sin aceite y le da una mayor vida útil al compresor y al tanque. Todo esto se traduce en que nuestro tanque es más económico; por su eficiencia de enfriamiento rápido con menor consumo de energía siendo más resistente que los importados por su construcción y tipo de lámina (Camisa interna en 2mm y externa en 1.5mm).

ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS INCLUIDOS:

- 1 hélice vertical – agitador.
- Válvula mariposa para evacuación con empaque y abrazadera en 15°.
- Regla medidora de leche en mm para garantizar la capacidad total del tanque.
- Tabla de calibración para la medición del volumen total del tanque.
- Controlador electrónico para temperatura y agitación de la leche.
- Patas niveladoras en eje roscado de acero inoxidable.

Kilometro 1 Vía "el barro" Girardota, Antioquia (COLOMBIA) | Celular: +57 (350) 580-6654 /
+57 (312) 290-9962 | Contacto@tecnilacwillgo.com | www.tecnilacwillgo.com

Creciendo Juntos

NOTAS:

PARA LA INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE ESTE EQUIPO ES NECESARIO QUE EL CLIENTE ENTREGUE LAS CONEXIONES DE AGUA O PRODUCTO Y ENERGÍA A CERO METROS EN EL LUGAR DE INSTALACIÓN DEL EQUIPO.

TODAS LAS MODIFICACIONES ADICIONALES QUE SE REQUIERAN POR PARTE DEL CLIENTE TALES COMO: SERVICIOS DE INGENIERÍA, PLANOS DE DETALLES Y/O TODO LO QUE NO ESTÉ EXPLICITAMENTE EN ESTE DOCUMENTO, DESPUÉS DE ACEPTADA ESTA COTIZACIÓN, TENDRÁ UN COSTO ADICIONAL Y UNA AFECTACIÓN EN EL TIEMPO DE ENTREGA.

SE ENTENDERÁ COMO ACEPTADA ESTA COTIZACIÓN CON EL ENVÍO DE LA ORDEN DE COMPRA Y/O EL SOPORTE DE PAGO DEL PRIMER ANTICIPO.

GARANTÍA:

5 AÑOS EN LA CUBA DE ACERO INOXIDABLE, POR DEFECTOS DE FABRICACIÓN, LA CUAL SE DA EN TECNILAC WILLGO S.A.S COMO SEDE JURIDICA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOTA, ANTIOQUIA.

LA GARANTÍA SE HACE EFECTIVA SI LOS SERVICIOS INDUSTRIALES (AGUA O PRODUCTO Y ENERGIA) CUMPLE CON LAS NORMAS MÍNIMAS ESTANDARES EXIGIDAS PARA LA INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR	IVA	TOTAL
TANQUE DE ENFRIAMIENTO MODELO O DE 1.000 LITROS	1	\$ 19.800.000	\$ 3.762.000	\$ 23.562.000
TANQUE DE ENFRIAMIENTO MODELO M DE 1.000 LITROS	1	\$ 20.800.000	\$ 3.952.000	\$ 24.752.000



CONDICIONES COMERCIALES

ESTA OFERTA INCLUYE 5 METROS MÁXIMO DE CONEXIÓN PARA LA DISTANCIA ENTRE LA UNIDAD DE ENFRIAMIENTO HACIA EL TANQUE.

ESTA OFERTA NO INCLUYE TRANSPORTE NI INSTALACIÓN DEL EQUIPO.

EL CONTRATO EMPIEZA A REGIR A PARTIR DEL DIA EN QUE SE HACE EFECTIVO EL PRIMER ANTICIPO.

Tiempo de entrega: 45 días laborables.

EL TIEMPO DE ENTREGA ESTÁ SUJETO A CAMBIOS DEPENDIENDO LA SITUACIÓN ECONÓMICA DEL PAÍS Y LA EMERGENCIA SANITARIA EN TIEMPOS DE PANDEMIA.

Forma de pago: 60% a la orden.
20% al 50 % de avance en fabricación del equipo.
20% previa a la entrega.

Esta cotización estará vigente durante 15 días a partir de su elaboración. Pasado este tiempo los precios aquí comprendidos se pueden sujetar a cambios.

Cordialmente,

WILLIAM GOMEZ

Kilometro 1 Vía "el barro" Girardota, Antioquia (COLOMBIA) | Celular: +57 (350) 580-6654 /
+57 (312) 290-9962 | Contacto@tecnilacwillgo.com | www.tecnilacwillgo.com

Creciendo Juntos

Anexo 4

ZXM6-NHLDD144 Series

Znshinesolar 9BB HALF-CELL Bifacial Light-Weight Double Glass Monocrystalline PERC PV Module



ELECTRICAL CHARACTERISTICS | STC*

Nominal Power Watt Pmax(W)*	430	435	440	445	450	455
Power Output Tolerance Pmax(%)	0~+3	0~+3	0~+3	0~+3	0~+3	0~+3
Maximum Power Voltage Vmp(V)	41.30	41.50	41.70	41.90	42.10	42.30
Maximum Power Current Imp(A)	10.42	10.49	10.56	10.63	10.69	10.76
Open Circuit Voltage Voc(V)	49.70	49.90	50.10	50.30	50.50	50.70
Short Circuit Current Isc(A)	11.30	11.37	11.44	11.51	11.58	11.65
Module Efficiency (%)	19.81	20.04	20.27	20.50	20.73	20.96

*STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000W/m², Module Temperature 25°C, AM 1.5
*Measuring tolerance: ±3%

ELECTRICAL CHARACTERISTICS | NMOT*

Maximum Power Pmax(Wp)	322.60	326.30	329.90	333.60	337.10	340.80
Maximum Power Voltage Vmpp(V)	37.90	38.00	38.20	38.40	38.60	38.70
Maximum Power Current Imp(A)	8.52	8.58	8.63	8.69	8.74	8.80
Open Circuit Voltage Voc(V)	46.40	46.60	46.80	46.90	47.10	47.30
Short Circuit Current Isc(A)	9.13	9.18	9.24	9.30	9.35	9.41

*NMOT(Nominal module operating temperature):Irradiance 800W/m²,Ambient Temperature 20°C,AM 1.5,Wind Speed 1m/s

ELECTRICAL CHARACTERISTICS WITH 25% REAR SIDE POWER GAIN

Front power Pmax/W	430	435	440	445	450	455
Total power Pmax/W	538	544	550	556	563	569
Vmp/V(Total)	41.40	41.60	41.80	42.00	42.20	42.40
Imp/A(Total)	13.00	13.08	13.16	13.24	13.33	13.41
Voc/V(Total)	49.80	50.00	50.20	50.40	50.60	50.80
Isc/A(Total)	13.65	13.73	13.81	13.89	14.44	14.52

MECHANICAL DATA

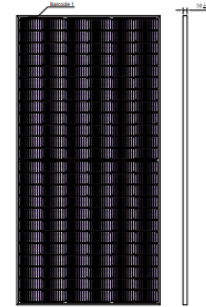
Solar cells	Mono PERC
Cells orientation	144 (6×24)
Module dimension	2089×1039×30 mm(With Frame)
Weight	28 kg
Glass	2.0 mm+2.0mm, High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Junction box	IP 68, 3 diodes
Cables	4 mm ² , 350 mm
Connectors	MC4-compatible

TEMPERATURE RATINGS

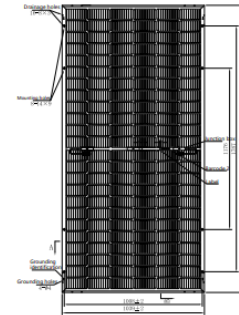
WORKING CONDITIONS

NMOT	44°C ±2°C	Maximum system voltage	1500 V DC
Temperature coefficient of Pmax	-0.36%/°C	Operating temperature	-40°C~+85°C

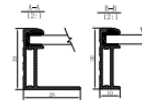
DIMENSIONS(MM)



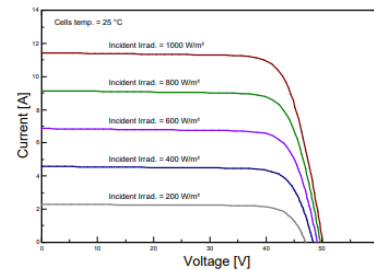
Front View



Back View



I-V CURVES OF PV MODULE(440W)



P-V CURVES OF PV MODULE(440W)

Temperature coefficient of Pmax	-0.36%/°C	Operating temperature	-40°C~+85°C
Temperature coefficient of Voc	-0.29%/°C	Maximum series fuse	25 A
Temperature coefficient of Isc	0.05%/°C	Maximum load(snow/wind)	5400 Pa / 2400 Pa

Refer.Bifacial Factor

70±5%

*Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection

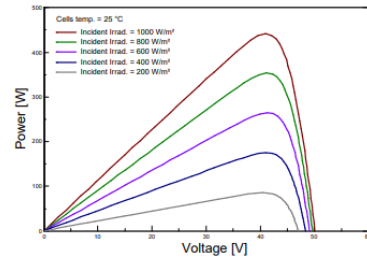
*Remark:Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

PACKAGING CONFIGURATION

Piece/Box 36

Piece/Container(40'HQ) 792

Piece/Container(with additional small package) /




Add : 1#, Zhixi Industrial Zone, Jintanjiangsu 213251, P.R. China Tel: +86 519 6822 0233 E-mail: info@znshinesolar.com

Note: please read safety and installation instructions before using this product | Subject to change without prior notice © ZNSHINE SOLAR 2021 | Version: ZXMG-NHLDD144 2106.E

Anexo 5




PRODUCTO	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
 MOTOBOMBA CENTRIFUGA TIPO JET AQUA PAK REF. FIX15E/3230, SERIE FIX, 45 LPM, 1 ETAPAS, 1.5 HP, 3 FASE, 230 VOLTS	\$878,909	- 1 +	\$878,909



Producto	Precio	Cantidad	Subtotal
 Motobomba De Agua Periférica 1 Hp Wolfbox Wf0847	\$267.200	- 1 +	\$267.200




Descripción	Precio unitario	Cant	Total
 TANQUE DE ENFRIAMIENTO DXO1050 (Ref. 28055282)	8.250.00 \$	1	8.250,00 \$















Anexo 6

Model	SUN-10K-G03-LV	SUN-12K-G03-LV	SUN-15K-G03-LV
Input Side			
Max.DC Power(kW)	13	15.6	19.5
Max.DC Input Voltage(V)	800		
Start-up DC Input Voltage(V)	250		
MPPT Operating Range(V)	200~700		
Max.DC Input Current(A)	25+25	25+25	30+30
Number of MPPT/Strings per MPPT	2/2+2	2/2	2/3
Output Side			
Rated Output Power(kW)	10	12	15
Max.Active Power(kW)	11	13.2	16.5
Rated AC Grid Voltage(V)	127/220		
AC Grid Voltage Range(V)	176~242 (this may vary with grid standards)		
Rated Grid Frequency(Hz)	60 / 50 (Optional)		
Operating Phase	Three phase		
Rated AC Grid Output Current(A)	26.2	31.5	39.4
Max.AC Output Current(A)	28.9	34.6	43.3
Output Power Factor	0.8 leading~0.8 lagging		
Grid Current THD	<2%		
DC Injection Current(mA)	<0.5%		
Grid Frequency Range	47-52 or 57-62 (optional)		
Efficiency			
Max.Efficiency	98.6%		
Euro Efficiency	97.8%		
MPPT Efficiency	>99%		
General Data			
Size(mm, W×H×D)	400×520×240.5		
Weight(kg)	28		
Topology	Transformerless		
Internal consumption	<1W(Night)		
Operating temperature	-25 ~ 65 C		
Ingress protection	IP65		
Noise Emission(Typical)	<45dB		
Cooling Concept	Smart cooling		
Max. operation altitude	2000m		
Designed Lifetime	>20 Years		
Grid Connection Standard	EN50549, IEC61727, VDE 0126-1-1, IEC62109-1-2		
Operation surrounding humidity	0~100%		
Stafty EMC / Standard	IEC62109-1/-2,EN61000-6-1,EN61000-6-3		
General Data			
DC Connection	MC-4 mateable		
AC Connection	IP65 rated plug		
Display	LCD 240×160		
Interface	RS485/RS232/Wifi/LAN		

Anexo 7



Energía solar INGESOLAR

	Batería tipo Litio, 48V/100Ah 48NPFC100 NARADA (\$7,924,730 COP)	<input type="text" value="1"/>	\$7,924,730 COP	
	Batería Tipo LITIO 50Ah/51.2V - LiFePO4 Motoma de 6000 ciclos (\$4,339,280 COP)	<input type="text" value="1"/>	\$4,339,280 COP	
	Batería Estacionaria Seca Tipo GEL 250Ah/12V (\$2,202,640 COP)	<input type="text" value="1"/>	\$2,202,640 COP	
	Inversor On-grid 12KVA Trifásico 127-220V (\$6,434,700 COP)	<input type="text" value="1"/>	\$6,434,700 COP	
	Inversor On-grid 15KVA Trifásico 127-220V (\$7,266,500 COP)	<input type="text" value="1"/>	\$7,266,500 COP	
	Panel Monocristalino BIFACIAL Vertex 450W/49.5V TRINA (\$805,455 COP)	<input type="text" value="1"/>	\$805,455 COP	
	AGOTADO ZNShine 450w/42v Solar Módulo Fotovoltaico Monocristalino PERC Bifacial de Doble Vidrio Ligero (\$805,455 COP)	<input type="text" value="1"/>	\$805,455 COP	

Anexo 8



SOLARTEX COLOMBIA S.A.S.
 NIT : 901.264.839-3
 RÉGIMEN COMÚN
 PBX : +57 604 431 0300
 CALLE 31A #73-04 - BRR BELÉN ROSALES
 MEDELLÍN - ANTIOQUIA

COTIZACIÓN
N° 11.692

Estimado(a) : CLIENTE SOLARTEX

Aquí está su cotización en tiempo record, esperamos que esta cumpla todas sus expectativas, nos esforzamos por entregar productos de primera calidad, a precios justos, la mejor garantía, rapidez y eficiencia al enviar los pedidos.

Un	Detalle de los Productos	PDF	Disp	IVA	Valor Unit	Valor Neto
1	Inversor 6000W 48V Fase Dividida PV3300-6048-TLV	PDF	✓	0%	\$ 4.430.000	\$ 4.430.000
1	Controladora MPPT 60A 2880W 12/24/36/48V PowMR	PDF	✓	0%	\$ 890.000	\$ 890.000
2	DPS 2P 500VDC 20-40KA Worldsunlight	PDF	✓	19%	\$ 142.500	\$ 285.000
4	Caja Fusible tipo Riel con Fusible 30A 1000V DC		✓	19%	\$ 69.300	\$ 277.200
2	Breaker DC 1P 250V 32A Worldsunlight	PDF	✓	19%	\$ 74.000	\$ 148.000
2	Conectores MC4 Triple Grado A	PDF	✓	19%	\$ 32.000	\$ 64.000
18	Estructura Metálica para Montaje de Paneles		✓	19%	\$ 180.000	\$ 3.240.000
1	Kit Cables Banco de Batería 48V 4 Serie 4 Paralelo AWG 1/0		✓	19%	\$ 604.000	\$ 604.000
2	Kit Cable Fotovoltaico 20mts 6mm conector en 1 extremo	PDF	✓	19%	\$ 223.000	\$ 446.000
12	Cable Extensión MC4 1.5 Metro 6mm		✓	19%	\$ 15.000	\$ 180.000
16	Batería Gel Ciclo Profundo 12V 150Ah CSBattery	PDF	✓	19%	\$ 1.099.000	\$ 17.584.000
18	Panel Solar 330 Watts ZNSHINE Doble Vidrio Poli	PDF	✓	0%	\$ 579.000	\$ 10.422.000

NETO	\$ 38.570.200
IVA	\$ 4.337.358
TOTAL	\$ 42.907.558

IMPUESTOS Paneles Solares, Controladores e Inversores exentos de IVA (LEY 1955 de 2019), Baterías para vehículos eléctricos 5% de IVA, todos los otros productos 19% de IVA, estos impuestos ya están aplicados a esta cotización.

GARANTÍAS Paneles Solares 15 años, Inversores Cargador 2 años, Inversores Onda Pura y Onda Modificada 1 año, Controladores MPPT 2 años, Controladores PWM 1 año, Baterías 1 año, Variadores 1 año.

FORMAS DE PAGO PSE, Transferencia y/o Consignacion Bancolombia, NO ACEPTAMOS PAGOS A FECHA (30, 60 o 90 días), Solartex no participa en licitaciones y solo saldrán de bodega los pedidos una vez recibido el 100% del pago.

COSTOS DE ENVÍOS Solartex solo cobra el valor de los productos. El envío se realizará a través de Envía, Servientrega o Interrapidísimo, los costos del envío los asumirá el cliente, valor que deberá pagar a la transportadora al momento de recibir su pedido. Solartex no realiza cálculos de los costos de envíos, para compras que incluyan los costos de envío, deberá realizar la compra a través de nuestra tienda en línea.

TIEMPOS DE ENVÍOS Los pedidos notificados antes de las 12pm serán enviados el mismo día, si notifica después de las 12PM, su pedido será enviado el día hábil siguiente.

RECEPCIÓN DE LOS PRODUCTOS Es responsabilidad del cliente verificar las cantidades y el estado de los productos de su pedido antes de firmar la guía a la transportadora. En caso que algún producto este dañado o faltante NO FIRME LA GUIA y NO RECIBA SU PEDIDO. En caso que usted no firme, Solartex inmediatamente le preparará un nuevo pedido y se lo enviará sin costo y se hará cargo del reclamo con la transportadora por el valor asegurado. SOLARTEX solo puede reclamar por el seguro a la transportadora en caso que no firme la recepción de su pedido, ya que el contrato de la transportadora se da por finalizado una vez firmada la guía. SOLARTEX se libera de responsabilidades en caso que el cliente reciba y firme la guía sin revisar el estado del pedido.








SOLARTEX COLOMBIA S.A.S

CTA AHORRO N° 311-000644-16

Anexo 9



Nombre del producto	Precio	Cantidad	Subtotal
 <p>Panel Solar 450W 24V Monocrystalino PERC EcoGreen</p>	<p>\$ 739.709</p>	<p>- 1 +</p>	<p>\$ 739.709</p>
 <p>Batería Litio Narada C100 48V 100Ah 4.8kWh</p>	<p>\$ 8.123.733</p>	<p>- 1 +</p>	<p>\$ 8.123.733</p>
 <p>Batería GEL 12V 250Ah Tensite</p>	<p>\$ 1.216.462</p>	<p>- 1 +</p>	<p>\$ 1.216.462</p>
 <p>Panel Solar 540W 24V Monocrystalino EcoGreen</p>	<p>\$ 934.269</p>	<p>- 1 +</p>	<p>\$ 934.269</p>
 <p>Inversor On Grid Fronius Symo 15.0-3 208</p>	<p>\$ 15.230.769</p>	<p>- 1 +</p>	<p>\$ 15.230.769</p>

13 BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Pliego de condiciones tipo para la construcción de un centro de acopio y conservación de leche.* (2022). Disponible en: https://colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_documentos/pliego_tipo_centro_acopio_leche.pdf
- [2] Rodríguez Moreno, A., & Sánchez Castillo, L. (2022). *Prefactibilidad para la implementación de sistemas de generación de energía solar fotovoltaica en centros de acopio de leche, ubicados en la Ciudad de Duitama, Departamento de Boyacá.* Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/16267>
- [3] *Producción y productos lácteos: Conservación de la leche.* (2022). Disponible en: from <https://www.fao.org/dairy-production-products/processing/milk-preservation/es/>
- [4] Hall, J., Guyton, A., & Hall, M. *Guyton and Hall textbook of medical physiology.*
- [5] *MICROBIOLOGY.* (2022). Disponible en: <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/chapter/microbiology>
- [6] *COLLECTION AND RECEPTION OF MILK.* (2022). Disponible en: <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/chapter/collection-and-reception-milk>
- [7] *Escoja correctamente su tanque de enfriamiento - Agroindustrias Lácteas S.A.S.* (2022). Disponible en: <http://www.agrilac.co/tanques-de-frio/>
- [8] Almonacid Ortiz, M. d., & Rodríguez Uribe, G. (2010). *Estudio de factibilidad de un centro de acopio de leche, en la vereda Monroy, municipio de Guachetá, Cundinamarca.* Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/68>
- [9] *Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea.* (2022). Disponible en: <https://condorchem.com/es/blog/tratamiento-de-aguas-residuales-de-la-industria-lactea/>
- [10] Çengel, Y., & Boles, M. (2020). *Thermodynamics.* Singapore: McGraw-Hill Education.

- [11] *Energía, Cambio Climático y Centro de Energías Renovables y empleo* | ISTAS. (2022). Disponible en: <https://istas.net/medio-ambiente/energia-cambio-climatico-y-centro-de-energias-renovables-y-empleo#more-in-section>
- [12] *Calentamiento global, la amenaza de las energías renovables* | OpenMind. (2022). Disponible en: <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/medioambiente/calentamiento-global-amenazal-futuro-de-las-energias-renovables/>
- [13] *Estudio: Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. (2022). Disponible en: <https://www1.upme.gov.co/Paginas/Estudio-Integraci%C3%B3n-de-las-energ%C3%ADas-renovables-no-convencionales-en-Colombia.aspx>
- [14] *Power BI Report*. (2022). Disponible en: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMzU3YTlhNDYtZDU1OS00ZWUyLWFjMzQtYjIjMjI3MGI4OTI1IiwidCI6IjUxYzFhOGQwLTMyYmQtNDZlYi05YmRILTkxZTZINGU3MDRmZCJ9&pageName=ReportSection>
- [15] Celsia - Eficiencia energética. 2022. “*Todo lo que debes saber sobre energía solar en Colombia*” [Internet] Disponible en: <https://eficienciaenergetica.celsia.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-energia-solar-en-colombia>.
- [16] Semana “*La demanda de energía solar en Colombia sigue creciendo*” [Internet]. Disponible en: <https://www.semana.com/hablan-las-marcas/articulo/enel-x-ha-instalado-en-colombia-mas-de-5-mil-paneles-solares-que-reduciran-la-emision-de-872-tonelada-de-co2-al-ano/202100/>
- [17] Elecarnet “*¿Qué es un sistema fotovoltaico? Tipos de sistemas.*” [Internet]. Disponible en: <https://elecarnet.net/que-es-un-sistema-fotovoltaico-tipos-de-sistemas-2/>
- [18] Heliosfera “*Naturaleza de la radiación solar*” [Internet]. Disponible en: <https://www.heliosfera.com/wp-content/uploads/2019/10/Naturaleza-de-la-radiación-solar.pdf>
- [19] IDEAM “*Brillo solar*” [Internet]. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/1287468/V1.08+HM+Brillo+Solar.pdf/1e55ac20-37e6-4791-887d-e252a71403d7>

[20] IDEAM “Atlas de radiación” [Internet]. Disponible en: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

[21] UNED “Diodos” [Internet]. Disponible en: https://www2.uned.es/ca-bergara/ppropias/Morillo/web_et_dig/02_semiconduc/diodos.pdf

[22] Wikipedia “Dopaje (semiconductores)” [Internet]. Disponible en: [https://es.m.wikipedia.org/wiki/Dopaje_\(semiconductores\)](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Dopaje_(semiconductores))

[23] Heliosfera “Diferencia entre el efecto fotoeléctrico y efecto fotovoltaico” [Internet]. Disponible en <https://www.helioesfera.com/diferencia-entre-efecto-fotoelectrico-y-efecto-fotovoltaico/>

[24] Oscar Perpiñán Lamigueiro “Módulo y generador Energía solar fotovoltaica” [Internet]. Disponible en <https://oscarperpinan.github.io/esf/ModuloyGenerador.pdf>

[25] World Energy Trade “Cómo funciona: La energía fotovoltaica” [Internet]. Disponible en: <https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/energia-solar/como-funciona-la-energia-fotovoltaica>

[26] Javier Trespalacios “Entender la energía fotovoltaica” [Internet]. Disponible en: <https://j3palacios.files.wordpress.com/2018/08/entender-la-energicc81a-fotovoltaica.pdf>

[27] Oscar Perpiñán Lamigueiro “Módulo y generador Energía solar fotovoltaica” [Internet]. Disponible en <https://oscarperpinan.github.io/esf/ModuloyGenerador.pdf>

[28] Academia del electricista “Sistemas FV domiciliarias” [Internet] Disponible en <https://academiadelelectricista.cl/producto/sistemas-fv-domiciliarios/>

[29] Osca Perpiñán Lamigueiro “Energía solar Fotovoltaica” [Internet] Disponible en <https://oscarperpinan.github.io/esf/ESF.pdf>

[30] Impulso Solar “Fotovoltaica Aislada en Chiclana” [Internet]. Disponible en <https://www.impulsosolar.es/fotovoltaica-para-casa-aislada-en-chiclana/>

[31] Ministerio de agricultura “Apoyos directos: Instrumentos de financiamiento” [Internet]. Disponible en <https://www.minagricultura.gov.co/atencion-ciudadano/preguntas-frecuentes/Paginas/Apoyos-Directos.aspx>

[32] Agronegocios “*Conozca los créditos que ofrece el sector financiero para los proyectos agro y rurales*” [Internet]. Disponible en <https://www.agronegocios.co/agricultura/conozca-los-creditos-que-ofrece-el-sector-financiero-para-los-proyectos-agro-y-rurales-3093241>