

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN UTILIZANDO
ENERGÍA SOLAR PARA CONSERVAR LOS ALIMENTOS EN EL
CASERÍO VILLA HERMOSA –AMAZONAS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR

NILSON CHANCAFE ANGELES

ASESOR

ELMER ROLANDO POLO BRICEÑO

<https://orcid.org/0000-0002-5831-8818>

Chiclayo, 2022

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
UTILIZANDO ENERGÍA SOLAR PARA CONSERVAR
LOS ALIMENTOS EN EL CASERÍO VILLA HERMOSA
–AMAZONAS**

PRESENTADA POR:

NILSON CHANCAFE ANGELES

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Para optar el título de

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

APROBADA POR:

Alexander Querevalú Morante

PRESIDENTE

Wilson Alejandro Jiménez Zuloeta

SECRETARIO

Elmer Rolando Polo Briceño

VOCAL

Dedicatoria

Para mi madre Candelaria Angeles Mocsup por ayudarme incondicionalmente hasta el último momento de su vida, mi padre José Chancafe Serran, para todos mis hermanos, sobrinos, tíos, quienes me brindan consejos y me apoyan incondicionalmente en cada momento de mi formación universitaria.

Agradecimiento

Agradecido primordialmente a Dios por brindarme la fortaleza necesaria para vencer los desafíos que se presentan en mi vida, también a mis padres, hermanos, sobrinos, tíos, amigos, primos, compañeros y docentes, quienes compartieron de una y otra manera todas las experiencias vividas en el transcurso de mi formación profesional.

Índice

Resumen	12
Abstract	13
I Introducción	14
1.1.- Realidad problemática.....	15
1.2. Objetivos.....	16
1.2.1.- Objetivo general	16
1.2. 2.-Objetivos específicos	16
II.- Marco teórico.....	17
2.1.- Antecedentes empíricos.....	17
2.2.-Bases teórico – científicas	20
2.2.1.- Descripción de los alimentos	20
2.2.2. Descripción de los sistemas de refrigeración.....	24
2.2.3. Descripción de los componentes de un sistema de refrigeración por compresión de vapor.....	31
2.2.4. - Refrigeradoras domésticas.	37
2.2.5.- Conocimientos previos de la carga térmica	41
2.2.6.-Conocimientos previos del sistema fotovoltaico	45
2.2.7.- Descripción de los componentes del sistema solar fotovoltaico	48
2.2.8.- Conceptos financieros.	60
III.-Marco metodológico	62
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	62
3.1.1. Es descriptiva	62
3.1.2. Es aplicada	62
3.1.3.Es cuantitativa.	62
3.2. Diseño de investigación: Investigación experimental.....	62
3.3. Población y muestras.....	62
3.3.1 Población:	62
3.3.2 Muestra:	62
3.4. Variables operacionales.	63
3.5.-Técnicas e instrumento de recolección de datos	64
3.5.1 Encuesta.....	64
3.5.2Análisis de documentos	64
3.5.3. Medición directa	64

3..6.-Procedimiento de recolección de datos.....	65
IV.- Resultados.....	70
4.1.- Identificar la información de la radiación solar a través de los diferentes mecanismos	70
4.1.1.-Página de la NASA	70
4.1.2.-Software Meteonorm 7	76
4.1.3.- Software PVsyst.....	79
4.2.-Determinar los parámetros para el sistema de refrigeración y el sistema de generación solar.....	84
4.2.1.-Los parámetros para el sistema de refrigeración.....	84
4.2.2.-Cálculos de los parámetros para el sistema de generación solar.	98
4.3.-Seleccionar los componentes del sistema de refrigeración y del sistema solar fotovoltaico.....	121
4.3.1.-Seleccionando los componentes del sistema de refrigeración	121
4.3.2.-Seleccionar los componentes del sistema solar fotovoltaico.	129
4.4.-Diseñar el sistema de refrigeración, utilizando energía solar.	143
4.4.1.- Diseño del sistema de refrigeración	145
4.4.2.- Diseñar el sistema de refrigeración, utilizando energía solar.	148
4.5.- Evaluación económica del proyecto.....	151
V.- Conclusiones.....	154
VI.- Recomendaciones	155
VII.- Bibliografía	156
VIII.- Anexos	160
8.1.-Planos del proyecto.....	165

Lista de tablas

Tablas: N° 1 Compresor hermético	32
Tablas: N° 2 Capacidad del compresor	32
Tabla N° 3: Impacto Ambiental de R600a	35
Tabla N° 4: Características Ka	42
Tabla N° 5: Características Kb	42
Tabla N° 6: Características KC	43
Tabla N° 7: Características Kr	43
Tabla N° 8: Características KV	43
Tabla N° 9: Características.....	43
Tabla N° 10: Días de autonomía.....	44
Tabla N° 11: Características Pd	44
Tabla N° 12: Tipos de paneles fotovoltaicos.....	48
Tabla N° 13: Características de los principales tipos de batería	55
Tabla N° 14: Baterías utilizadas en instalaciones solares	56
Tabla N° 15: Voltaje apropiado de baterías según la potencia del sistema.....	56
Tabla N° 16: Variable independiente	63
Tabla: N° 17: Variable dependiente	64
Tablas N° 18: Datos del caserío Villa Hermosa de la página INEI.....	65
Tabla: N° 19: Radiación solar de la NASA desde 2015-2019	71
Tabla: N° 20: Temperatura máxima NASA desde 2015-2019.....	72
Tabla: N° 21: Temperatura mínima NASA desde 2015-2019	73
Tabla: N° 22: Humedad relativa NASA desde 2015-2019	74
Tabla: N° 23: Velocidad del viento NASA desde 2015-2019.....	75
Tabla: N° 24: Resultados datos de la NASA	76
Tabla: N°25: Resultados de datos desde (2015-2019) con el del software Pvsyst ...	79
Tabla: N° 26: Tabulación de irradiación horizontal global.....	80
Tabla: N° 27: Humedad Relativa	81
Tabla: N° 28: Velocidad del viento	82
Tabla N° 29: Información general para el sistema fotovoltaico	83
Tabla N° 30: Datos para la carga térmica.....	86
Tabla N° 31: Valores de la conductancia K de aislamientos de paredes, suelos y techos	87
Tabla N° 32: Datos de entrada para el análisis.....	93
Tabla N° 33: Consumo eléctrico de la refrigeradora	98
Tabla N° 34: Radiación global en superficie inclinada un ángulo β (kWh/ m^2) .	102

Tabla N° 35: Caídas de tensiones recomendadas para un sistema fotovoltaico ...	112
Tabla N°36: Características del compresor Hye131mku a R-600 a 220-240V 50Hz	121
Tabla N° 37: Datos técnicos del evaporador	122
Tabla N° 38: Datos técnicos del condensador	123
Tabla N° 39: Datos técnicos del tubo capilar	124
Tabla N° 40: Refrigerante R600a.....	125
Tabla N° 41: Filtro secador	126
Tabla N°42: Termostato tipo Patrick	127
Tabla N° 43: Termostato tipo Patrick	128
Tabla N° 44: Norma de ministerio de energía y minas del panel solar	130
Tabla N° 45: panel solar 370W 72 células monocristalinas.....	131
Tabla N° 46: Norma de ministerio de energía y minas de la batería.....	133
Tabla N°47: Batería Rolls 6V 428Ah S-550	134
Tabla N° 48: la capacidad 428 AH de batería Rolls S-550.....	134
Tabla N°49 : Controlador smart solar mppt 150V 70A Victron.....	135
Tabla N° 50: Norma de ministerio de energía y minas del controlador de carga	136
Tabla N° 51: Norma de ministerio de energía y minas del inversor	137
Tabla N°52: Inversor Victron Phoenix 24V 250VA VE.Direct.....	138
Tabla N° 53: Selección de cable.....	139
Tabla N° 54: Ficha técnica del cable.....	139
Tabla N° 55: Seleccionamos el conductor	140
Tabla N° 56: Datos de ficha técnica de interruptor termomagnético.....	141
Tabla N° 57: Datos de ficha técnica de interruptor diferencial	142
Tabla N° 58: Evaluacion Economica	152

Lista de figuras

Figura N°1: Pescado	21
Figura N°2: Cambios post- mortem en el pescado	22
Figura N°3: Frutas y verduras	23
Figura N°4: Carnes.....	24
Figura N°5: Ciclo invertido de carnot - temperatura vs entropía	25
Figura N°6: El ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor en un T-S ...	27
Figura N°7: Presión- Entalpía del ciclo teórico de refrigeración.....	27
Figura N°8: Funcionamiento del compresor.....	28
Figura N°9: Funcionamiento del condensador	28
Figura N°10: Funcionamiento de la válvula de expansión	29
Figura N°11: Funcionamiento del evaporador	29
Figura N°12: Presión- entalpía del ciclo real de refrigeración.....	30
Figura N°13: Elementos de un ciclo frigorífico de compresión.....	31
Figura N°14: Condensador	33
Figura N°15: Evaporador de superficie de placa	33
Figura N°16: Tubo capilar.....	34
Figura N°17: Termostato	34
Figura N°18: Diagrama de Mollier para el R600a	36
Figura N°19: Tipos de contaminantes	38
Figura N°20: Circuito elemental de refrigeración.....	40
Figura N°21: Capacidad de la Energía solar fotovoltaica mundial	45
Figura N°22: Radiación solar	46
Figura N°23: Concepto de horas sol pico	46
Figura N°24: Sistemas fotovoltaicos autónomos.....	47
Figura N°25: Célula fotovoltaico.....	48
Figura N°26: Curvas que muestra la influencia de temperatura sobre un panel solar	49
Figura N°27: Curvas que muestra la influencia de la radiación en la curva I-V de un panel solar.	50
Figura N°28: Curvas que muestra la influencia de temperatura sobre un panel solar	50
Figura N°29: Ángulo de incidencia del sol.	51
Figura N°30: Ángulo Ángulos óptimos de inclinación de los paneles solares	52
Figura N°31: Distancia entre paneles solares.....	52
Figura N°32: Paneles solares	53
figura N°33: Conexión de serie del sistema de panel fotovoltaico.....	53

Figura N°34: Conexión en paralelo de PFV	54
Figura N°35: Estructura para fijación de paneles solares con ángulo predeterminado.....	54
Figura N°36: Regulador	57
Figura N°37: Interruptor termomagnético ABB.....	58
Figura N°38: Interruptor diferencial ABB	58
Figura N°39. Topología de una instalación solar fotovoltaica “Off Grid.....	59
Figura N°40: Tasa interna de retorno	60
Figura N°41: Cálculo de la muestra.....	63
Figura N°42: Caserío Villa Hermosa -Distrito Yambrasbamba	66
Figura N°43: Caserío Villa Hermosa	66
Figura N°44: Caserío Villa Hermosa	67
Figura N°45: Puesto de salud Villa Hermosa.....	67
Figura N°46: Alumnos de la institución educativa de caserío Villa Hermosa	68
Figura N°47: Recursos naturales del caserío Villa Hermosa.	68
Figura N°48: De flujo de ejecución del diseño	69
Figura N°49: Ubicación y coordenadas geográficas.....	70
Figura N°50: Irradiación horizontal global (2015-2019)	71
Figura N°51: Temperatura máxima (2015-2019)	72
Figura N°52: Temperatura mínima (2015-2019).....	73
Figura N°53: Humedad relativa (2015-2019).....	74
Figura N°54: Velocidad del viento (2015-2019)	75
Figura N°55: Radiación solar con software meteonorm 7.....	77
Figura N°56: Radiación global diaria solar con software meteonorm 7	77
Figura N°57: Temperatura diaria con el software meteonorm 7.....	78
Figura N°58: Duración de la insolación con el software meteonorm 7.....	78
Figura N°59: Tabla de datos desde (2015-2019) con el software meteonorm 7.....	79
Figura N°60: Tabulación de irradiación horizontal global	80
Figura N°61: Humedad relativa.....	81
Figura N°62: Velocidad del viento	82
Figura N°63: ¿Qué cantidad estima Ud., que elimina de alimentos por falta de refrigeración?.....	84
Figura N°64: ¿qué tipo de alimento consumes con frecuencias y que se desearía refrigerar	84
Figura N°65: ¿Cuántas personas viven en su casa?	85
Figura N°66: Los resultados de las ecuaciones del análisis del sistema de refrigeración por compresión de vapor con gas R600.....	95

Figura N°67: Los resultados de las ecuaciones del análisis del sistema de refrigeración por compresión de vapor con gas R600.....	95
Figura N°68: Del ciclo ideal de refrigeración de P-h.....	96
Figura N°69: Diagrama del refrigerador doméstico con R600a	96
Figura N°70: Distancia entre paneles	116
figura N°71: las curvas de carga del panel fotovoltaico	121
figura N°72: las nuevas curvas de carga del panel fotovoltaico	118
Figura N°73: compresor Hye131mku a R-600 a 220-240V 50Hz.....	123
Figura N°74: Evaporador	124
Figura N°75: Condensador	124
Figura N°76: Tubo capilar	125
Figura N°77: Dimensionamiento del tubo capilar	126
Figura N°78: Refrigerante R600a	127
Figura N°79: Filtro secador	128
Figura N°80: Termostato tipo Patrick.....	129
Figura N°81: Foco Led.....	129
Figura N°82: Panel solar 370W 24V monocristalino Bauer	129
Figura N°83: Esquema y cuevas del panel solar 370W 24V monocristalino Bauer	129
Figura N°84: Batería Rolls 6V 428Ah S-550.....	132
Figura N°85: Batería Rolls 428Ah S-550.....	132
Figura N°86: Controlador smart solar mppt 150V 70A Victron.....	135
Figura N°87: Inversor Victron Phoenix 24V 250VA ve.direct.....	138
Figura N°88: Cables eléctricos	139
Figura N°89: Interruptor termomagnético	141
Figura N°90: Interruptor diferencial.....	142
Figura N°91: Esquema del sistema de refrigeración con energía solar.....	143
Figura N°92: Diseño del sistema de refrigeración con energía solar propuesto... 	144
Figura N°93: Diseño de la refrigeradora propuesto.....	145
Figura N°94: Diseño de las partes de refrigeradora domestica propuesto.	146
Figura N°95: Sistema de refrigeración.....	147
Figura N°96: Diseño De la conexión del sistema de la energía solar propuesto ...	148
Figura N°97: Unifilar del sistema de la energía solar propuesto	149

Resumen

La conservación de los alimentos en las zonas aisladas, en nuestros días es un tema de gran preocupación, para los países desarrollados y así como el nuestro, por tal razón se busca soluciones que sean factibles y económicas.

En el Perú, hay un porcentaje del 42% de las zonas aisladas que se encuentran en la selva, que no cuentan con un sistema de refrigeración por falta de energía eléctrica, dándose la necesidad de implementar un sistema de refrigeración con energía renovable para estas zonas aisladas.

El caserío Villa Hermosa -Amazonas es una zona aislada de la selva que no cuenta con un sistema de refrigeración por falta de energía eléctrica, pero califica para un sistema de refrigeración con energía solar, según las normas del ministerio de energía y minas.

Por lo consiguiente, en este estudio consistió en diseñar un sistema de refrigeración utilizando energía solar para conservación de alimentos en caserío Villa Hermosa -Amazonas, para este estudio se hizo uso de los siguientes softwares: EES que nos sirvió para poder calcular la potencia del compresor, con el de AutoCAD se diseñó los componentes del sistema de refrigeración y se dibujaron los planos de los componentes del sistema fotovoltaico.

Para este diseño se tuvo en cuenta el peso y el tamaño de la refrigeradora, por tal razón la refrigeradora domestica tendrá un tamaño de 6,5 cu ft, el peso será liviano para poder ser trasladado al lugar, se usará un refrigerante R600a, compresor de $\frac{1}{2}$ Hp, para sistema fotovoltaico se usaran 5 paneles solares de 370 W, 5 baterías de 428 Ah , un regulador 70 amperios y un inversor de 400 W, también se colocará un interruptor diferencial, un interruptor termomagnético y un tomacorriente para enchufar la refrigeradora, de esta manera esperamos conseguir que el caserío cuente con un sistema de refrigeración para la conservación de los alimentos con energía solar.

Palabras Claves: Energía solar, Sistema de refrigeración, Refrigerantes R-600 a.

Abstract

The preservation of food in isolated areas, in our days is an issue of great concern, for developed countries and as well as ours, for this reason solutions are sought that are feasible and economical.

In Peru, there is a percentage of 42% of the isolated areas that are in the jungle, which do not have a cooling system due to lack of electricity, giving the need to implement a cooling system with renewable energy for these isolated areas.

The Villa Hermosa-Amazonas hamlet is an isolated area of the jungle that does not have a cooling system due to lack of electricity, but qualifies for a cooling system with solar energy, according to the regulations of the Ministry of Energy and Mines.

Therefore, in this study consisted of designing a refrigeration system using solar energy for food preservation in Villa Hermosa-Amazonas farmhouse, for this study the following software was made spindle: EES that helped us to calculate the power of the compressor, with that of AutoCAD the components of the refrigeration system were designed and the plans of the components of the photovoltaic system were drawn.

For this design, the weight and size of the refrigerator were taken into account, for this reason the domestic refrigerator will have a size of 6.5 CU FT, the weight will be light to be transferred to the place, a R600a refrigerant will be used, compressor, compressor From $\frac{1}{2}$ HP, for photovoltaic system, 5, 370W solar panels, 5, 428Ah batteries, a 70 amps regulator and a 400W investor will be used, a differential switch, a thermomagnetic switch and an outlet to plug the refrigerator, in this way, will also be placed in this way We hope to get the hamlet to have a cooling system for the conservation of solar energy.

Keywords: Solar energy, Refrigeration system, R-600 refrigerants a.

I Introducción

La población mundial ha estado disminuyendo constantemente en los últimos años y más de 820 millones de personas siguen sufriendo de hambre en todo el mundo [1]. Por consecuencia del hambre, hay 33,32% de niños que sufren de anemia [2]. La anemia también está afectada en América latina con un porcentaje de 83% [2] y en nuestro país también se ve afectado por la causa de anemia, con una prevalencia del 43,6% para el año 2016, con una disminución al 42,2% para el año 2019. [3].

En Perú, la causa de anemia es por déficit de hierro, alcanzado más de un tercio de la población de los niños. La mayor población que tienen anemia son las regiones sierra y selva de aquellos que viven en lugares aislados. Si se quiere acabar con la anemia se debe consumir proteínas que contengan hierro como las carnes de reses, pescado, sangrecita de animales domésticos, aptos para consumo humano, frutas, verduras [4] y se sabe que estos alimentos salen de los campos de cultivos, plantas de elaboración, granjas, puertos pesqueros y entre otros. Con frecuencia entran a un almacenamiento donde serán distribuidos y comercializados por medios de supermercados, bodegas, mercados y ventas callejeras. [5]

Pero para algunas familias no es factibles conseguir estos alimentos que contengan hierro ya que se encuentran en lugares alejados de nuestro país y si desean consumir estos productos, tienen que caminar grandes distancias para poderlo comprar y cuando lo compran tienen que consumirlo en breve tiempo porque se les puede degradar o malograr, ya que no cuentan con un sistema de refrigeración para la conservación.

Según la organización de los estados unidos (FAO), se nos informa que por lo menos un 35% de frutas y 45% de verduras se malogran por no contar con un sistema de refrigeración convencional para poder conservar por mucho más tiempo, ya que carecen de luz eléctrica, de acuerdo a la última encuesta nacional, que se realizó a los diferentes Hogares, nos dio como resultado que el 42% de las zonas aisladas de la selva carecen de energía eléctrica.[6]

El caserío Villa Hermosa ubicado en Amazonas, es una zona aislada de la selva, donde hay 49 viviendas que alberga a una población de 150 habitantes, además se encuentra alejado hacia el distrito más cercano a unos 141,5 km, esto conlleva que los pobladores tienen que caminar aproximadamente 5 horas, porque sus caminos son de trochas y herraduras, ya que es difícil que el transporte rural ingrese por ahí, por tal razón que para comprar alimentos les lleva el mayor tiempo del día, por lo tanto es importante que tengan un sistema de refrigeración para poder conservar sus alimentos por mucho más tiempo y así los pobladores no tengan que viajar muy seguido al distrito para hacer compras. [7]

Se ha demostrado tanto teórico como práctico que un sistema de refrigeración permite la conservación de los alimentos en un buen estado, apto para el consumo humano [8], de tal manera que nos conlleva a buscar nuevas opciones y estrategias para diseñar un sistema de refrigeración para el caserío Villa Hermosa-Amazonas, revisando las normas de energía y minas dirección general de electricidad, el caserío cumple con lo establecido para que se implemente un sistema refrigeración , utilizando energía solar fotovoltaico. [10]

Por lo consiguiente, gracias a la energía solar fotovoltaica se han implementado sistemas de refrigeración, que ayudara mucho en la conservación de alimentos para zonas aisladas.

1.1.- Realidad problemática

Actualmente en el mundo hay zonas rurales alejadas de la civilización que no cuentan con un sistema de conservación de alimentos y se ha comprobado que son las personas más numerables, para adquirir algunas enfermedades, según la FAO, ha demostrado que cada año en el mundo hay 600 millones de personas enfermas y una de cada 10 personas son por ingerir alimentos contaminados, por consecuencia mueren 420 000 por esta misma causa. [1]

En zonas rurales del Perú por falta de equipos adecuados para conservar los alimentos, se desperdician más de 9 millones de toneladas de víveres, en consecuencias hay 3 millones entre niños y adultos que padecen de hambre, esta situación coloca en peligro la disponibilidad de los alimentos para que sean consumidos en el país, por tal razón, se tiene que tomar conciencia de la situación y diseñar un sistema de refrigeración que conserve los alimentos, especialmente para zonas aisladas. [2]

En el departamento de Amazonas, hay caseríos que no cuentan con un sistema de refrigeración para conservar los alimentos, entre estos caseríos tenemos el caserío villa Hermosa, este lugar cuenta con 49 familias que hace un total de 150 personas, también se halla alejado hacia el distrito más cercano a unos 141,5 km, que se demora 5 horas para llegar, porque sus caminos son mayormente de trochas y herraduras, por tal motivo tienen dificultades a la hora de ir hacer las compras de los alimentos por la cantidad de tiempo que demoran y además es constante sus viajes para hacer sus compras, ya que no cuentan con un sistema de refrigeración para conservar los productos, por la razón que no tienen un sistema eléctrico. [7]

Viendo las necesidades de que este caserío necesita un sistema de refrigeración se buscó, opciones para implementar un sistema de refrigeración con energía renovable, y se concluyó que la mejor alternativa era diseñar un sistema de refrigeración con energía fotovoltaica, ya que cumple con las normas de energía y minas dirección general de electricidad, además la energía solar fotovoltaica, actualmente se está usando en el Perú y está dando buenos resultados como en Moquegua en la zona Pampa Lagunas, está ubicado la Central Solar Intipampa que funciona con 138,20 paneles solar y su producción es de 122 GWh al año, que brinda energía eléctrica a 90,00 familias del sur del Perú, se encuentra en funcionamiento desde 31 de marzo de 2018, siendo aprobado por el COES, CERUNI, también se está ejecutando un proyecto en el lago Titicaca, con electrificación para los pobladores desde 1996, que funciona a base de paneles solar. De esta manera se propone como una alternativa usar la energía fotovoltaica para mejorar la calidad de vida del caserío porque se encuentra en una zona favorable, de esa forma los pobladores no tendrían que viajar constantemente para hacer sus compras de alimentos y ese tiempo dedicarlo a otras actividades. [10]

Sabiendo el problema que surge en el caserío Villa Hermosa nos hacemos la siguiente pregunta.

¿Utilizando energía solar será factible diseñar un sistema de refrigeración en el caserío Villa Hermosa situado en el departamento de Amazonas?

1.2. Objetivos

1.2.1.- Objetivo general

“Diseñar un sistema de refrigeración utilizando energía solar para conservar los alimentos en el caserío Villa Hermosa -Amazonas.”

1.2. 2.-Objetivos específicos

- ❖ Identificar los datos de radiación solar a través de los diferentes sistemas de información como la página web de la NASA, el software Pvsyst y el software Meteonorm 7.
- ❖ Determinar los parámetros del sistema de refrigeración y del sistema de generación solar.
- ❖ Seleccionar los componentes del sistema de refrigeración y del sistema solar fotovoltaico.
- ❖ Diseñar el sistema de refrigeración, utilizando energía solar.
- ❖ Realizar la evaluación económica del proyecto.

II.- Marco teórico

2.1.- Antecedentes empíricos

La tesis de potencial de un sistema de refrigeración solar por absorción en zonas de alta irradiación en Colombia para cargas de refrigeración médicas y conservación de alimentos. Este trabajo busca demostrar que usando energía solar se pueden conservar alimentos y también medicamentos, mediante un sistema de refrigeración de una nevera.

Para este proyecto empezaron haciendo un estudio de la demanda energética de zonas selváticas del país de Colombia, especialmente en aquellos lugares que no cuenta con el suministro de la energía eléctrica, para poder implantar un sistema de refrigeración, que sería de una refrigeradora, por eso se hizo un análisis de comportamiento de la nevera, para garantizar que el servicio dura 9 días con radiación solar, se pudo garantizar la demanda de la energía, para este proyecto, se usaron 8 colectores térmicos, de esa manera la energía será mayor a lo requerido y esto permitirá subir la temperatura del generador, también se halló la demanda de la energía de acumulación y por medio de los datos de la masa, densidad, se pudo hallar el volumen del acumulador. [8]

El diseño de una nevera basada en energía renovable. Este trabajo desea reemplazar la energía eléctrica por energía renovables, para esto se hizo un estudio de todas las fuentes de energía renovable.

Gracias a los estudios que se hicieron se llegó a una conclusión que sería más apropiada para la zona rural de Colombia un sistema de energía solar, de esta forma harían funcionar una nevera doméstica con energía solar.

Para esta investigación empezaron viendo y midiendo el consumo eléctrico de una nevera convencional en un día cualquiera, gracias a estos datos que obtuvieron pudieron hallar la potencia eléctrica de un refrigerador y luego se prosiguió hacer los cálculos correspondientes para el diseño de una nevera y teniendo los cálculos se prosiguió a seleccionar los paneles solares, batería, inversor y el controlador de carga según lo requerido en el proyecto. Finalmente obtuvieron el monto de inversión para ver si era posible implementar un sistema de refrigeración para las zonas aisladas de Colombia donde no cuenta con el suministro eléctrico. [9]

En esta tesis consiste en evaluar el desempeño energético en una nevera de refrigeración por absorción, esta nevera se alimenta por medio de energía fotovoltaica, lo primero que se hizo fue obtener información de la radiación solar de la zona, obteniendo la información de HPS, para este trabajo también tuvieron que consultar los hechos históricos de la producción de alimentos en el departamento, tuvieron que averiguar las propiedades de conservación de ciertos alimentos y para finalizar usaron datos de producción de biomasa que utilizar el Fenalce de 2003 a 2013, con un promedio anual de 42 642,69 ton/año y se obtuvo que con las fuentes alternativas (Energía solar- Gas de síntesis) cuyos valores fueron entre (5,70°C y 8,70°C) se pueden conservar alimentos como: lácteos, frutas (Aguacates, Guayabas, Limones, Piña),

tubérculos (Yuca, Plátanos, Ñame) y huevos, de esta manera pudieron evaluar el desempeño energético de una nevera. [10]

Evaluación energética de sistemas de refrigeración solar en Piura usando el software trnsys, en este proyecto lo primero que se realizó fue hallar la carga térmica necesaria, de esa manera se obtuvieron elementos requeridos para cada sistema. Consecutivamente, usaron el software de simulación, trnsys, para encontrar el gráfico de variaciones de potencia en el periodo de un año. Finalmente, se hizo una comparación económica entre 3 alternativas como son la híbrida, fotovoltaica y red eléctrica. [11]

La tesis de Diseño e implementación de un deshidratador híbrido con paneles fotovoltaicos, esta tesis consiste en construcción de una máquina deshidratadora de ajos para una cantidad de 10 kg por proceso, en este trabajo se tomó en cuenta las propiedades de los materiales, para la fabricación de la cámara de secado se realizó con acero inoxidable y se diseñó una máquina que sea muy fácil su funcionamiento, para que sea utilizado por cualquier persona. Esta máquina tiene un interfaz detallado en el LCD y con una buena ubicación los botones, para que sea muy sencillo de comprender. [12]

En esta tesis tiene como prioridad mejorar el suministro de la energía eléctrica en las zonas aislada donde no cuenta con el servicio eléctrico en la región de Arequipa, para este propósito usarán energía fotostática, de esta manera podrán mejorar la vidas de las personas que residen en los caseríos, ya que, al tener el suministro de energía eléctrica, podrán tener mejores oportunidades en la educación, en el comercio y en la parte médica, de esta forma verá un gran avance lugares aislado de Arequipa. [13]

Evaluando las consecuencias que viene trayendo en el centro Poblado de Alto Trujillo por no tener un sistema de fluido eléctrico muy continuo y esto está afectando en la economía del población ya que las mujeres y niños están sufriendo con desnutrición por no tener un sistema de refrigeración doméstico adecuado que les conserve los alimentos, sabiendo que las amas de casa están dedicando mayor tiempo del día en viajar, al mercado para hacer las compras de alimentos que consumirán sus familias en ese día y también no se dan el lujo de comprar los alimentos en gran cantidad, por el miedo de que algunos alimentos tiene estar en un sistema de refrigeración para su conservación, por tal motivo se propuso diseñar un refrigerador doméstico por compresión de vapor, con accionamiento solar fotovoltaico, para la conservación de alimentos en Alto Trujillo – El Porvenir, donde lo primero que se hizo es hacer una encuesta a 372 familias, obteniendo estos datos, se prosiguió al diseño de un refrigerador doméstico de 5,6 cu ft, también se evaluó la parte económica para ser construido con suministro solar fotovoltaico y se obtuvo un costo unitario por cada refrigerador que sería de 2 200 soles. [17]

sabiendo la necesidad del caserío Villa Hermosa, que no cuenta con energía eléctrica porque es una zona aislada de la región Amazonas, surgió una alternativa usar energía renovable, para este proyecto se vio la oportunidad de usar energía solar, ya que este suministro es apropiado para la zona, porque mayormente la radiación solar es abundante en este lugar, empezaron obteniendo los datos de la radiación solar de la zona, gracias a las páginas oficiales como de

la NASA, Senamhi y luego se calculó la demanda de energía eléctrica que se usarían para el caserío Villa Hermosa y por último se realizó la parte económica del proyecto, esperando que este proyecto lleve a la ejecución, para poder beneficiar a los pobladores del caserío Villa Hermosa. [7]

Para el Caserío Posope, se propuso un proyecto de un sistema híbrido Fotovoltaico -Biodigestor de 15 kW para suministrar energía eléctrica, lo primero que hizo fue ver la demanda de energía que se necesita en el caserío, también se prosiguió con la averiguación de la cantidad de HSP que viene para la zona, para luego buscar los componentes más beneficiosos para el sistema híbrido con las situaciones meteorológica de la zona y por último se estableció el aspecto económico del proyecto.

La ejecución de los sistemas híbridos fotovoltaicos-biodigestor, será un gran aporte para la electrificación rural. [14]

2.2.-Bases teórico – científicas

2.2.1.- Descripción de los alimentos

2.2.1.1.-Principios de la conservación de alimentos

En los lugares más apartados de nuestro país donde no existe la energía eléctrica, para la conservación de algunos alimentos, utilizan los métodos más comunes para su preservación como:

- **La cocción.** - Es un método muy utilizado desde la antigüedad en los diferentes hogares, esta técnica nos ayuda a eliminar los microorganismos por medio de las altas temperaturas, a la vez nos permite conservar los alimentos por mucho más tiempo. Lo más complejo de la cocción es lograr que los alimentos se cocinen en las partes internas y que maten los microorganismos del producto, es por eso que dependerá del grosor de los alimentos y del tiempo que lo cocinemos, por tal razón debemos conocer bien cada alimento que deseamos cocinar para conservarlo por este método y también la temperatura del agua, aceite para la cocción.
- **Fritura.** – Consiste en un tipo de cocción seca, en la cual, las carnes, pescados, frutas o verduras son sometidas a un baño de aceite caliente.
- **Salado.** - La sal expulsa el agua de los alimentos deteniendo de esta manera el desarrollo de microorganismos.
- **Ahumado.** - mediante el ahumado se conservan perfectamente las carnes, pescados, embutidos y quesos. [16]

2.2.1.2.- Fundamentos para la conservación de los alimentos

Los fundamentos para conservar los alimentos son:

Lo primero que debemos comprender es el término conservación de alimentos, esto se refiere básicamente a que los alimentos mantengan su condición nutricional, donde los factores de descomposición se encuentren paralizados por la temperatura y garantizando la buena salud para los consumidores.

Con los nuevos avances tecnológicos, la conservación de los alimentos tiene como objetivo.

- Mantener su sabor, aspecto físico y químico.
 - Es importante conocer las características de los alimentos para evitar que se deterioren.
 - Tener en cuenta la prevención de la desintegración bacteriana, con el fin de conservar a los alimentos sin bacterias.
 - Parar el avance mínimo del proceso de la desintegración de los alimentos.
 - Prevenir el contacto de los insectos, bacterias, microorganismos que dañen a los alimentos.
- [16]

2.2.1.3.- Características de los productos a refrigerarse

1.-Pescados.

➤ Cambios post mortem

Luego que los peces mueren sus músculos están relajados, la textura flexible, firme y elástica, así se conserva el pescado durante algunas horas, posteriormente los músculos de los pescados

se contraerán. Durante este tiempo los pescados tendrán modificaciones sensoriales, autolíticas y bacteriológicas.

Los cambios que sufren los peces después de su muerte son causados por las enzimas endógenas, quien las promueve es la proteólisis de las proteínas musculares y del tejido conectivo, así como la hidrólisis de las grasas, por tal razón los pescados deben ser consumidos lo más antes posible, si no está en un sistema de conservación, por que empieza descomponerse químicamente haciendo muy desagradable su carne y esto hace que posteriormente las personas no lo consuman.[17]

➤ **Conservación del pescado**

Con la refrigeración de los pescados, no detenemos los cambios sensoriales, ni el crecimiento de bacterias, ni su actividad enzimática, pero si hacemos más lento el proceso. La refrigeración es la forma más común de conservación de los pescados frescos. La disminución de la temperatura reduce la velocidad de las reacciones enzimáticas, especialmente cambios de post mortem, alargado el período de rigor mortis, si esta reducción se usa en forma adecuada. [17]

➤ **Conservación por hielo**

Cuando los peces muertos son introducidos al hielo inmediatamente hay un intercambio térmico, cuyo propósito es refrigerar al pescado.

Si deseamos conservar el pescado varios días, apenas lo capturamos lo introducimos en hielo, pero el hielo debe cubrir todo el pescado, con lo que nos garantiza una temperatura que oscila entre -1°C y 6°C . De esta forma podemos consérvalo para el consumo humano. [17]



Figura N° 1: Pescado

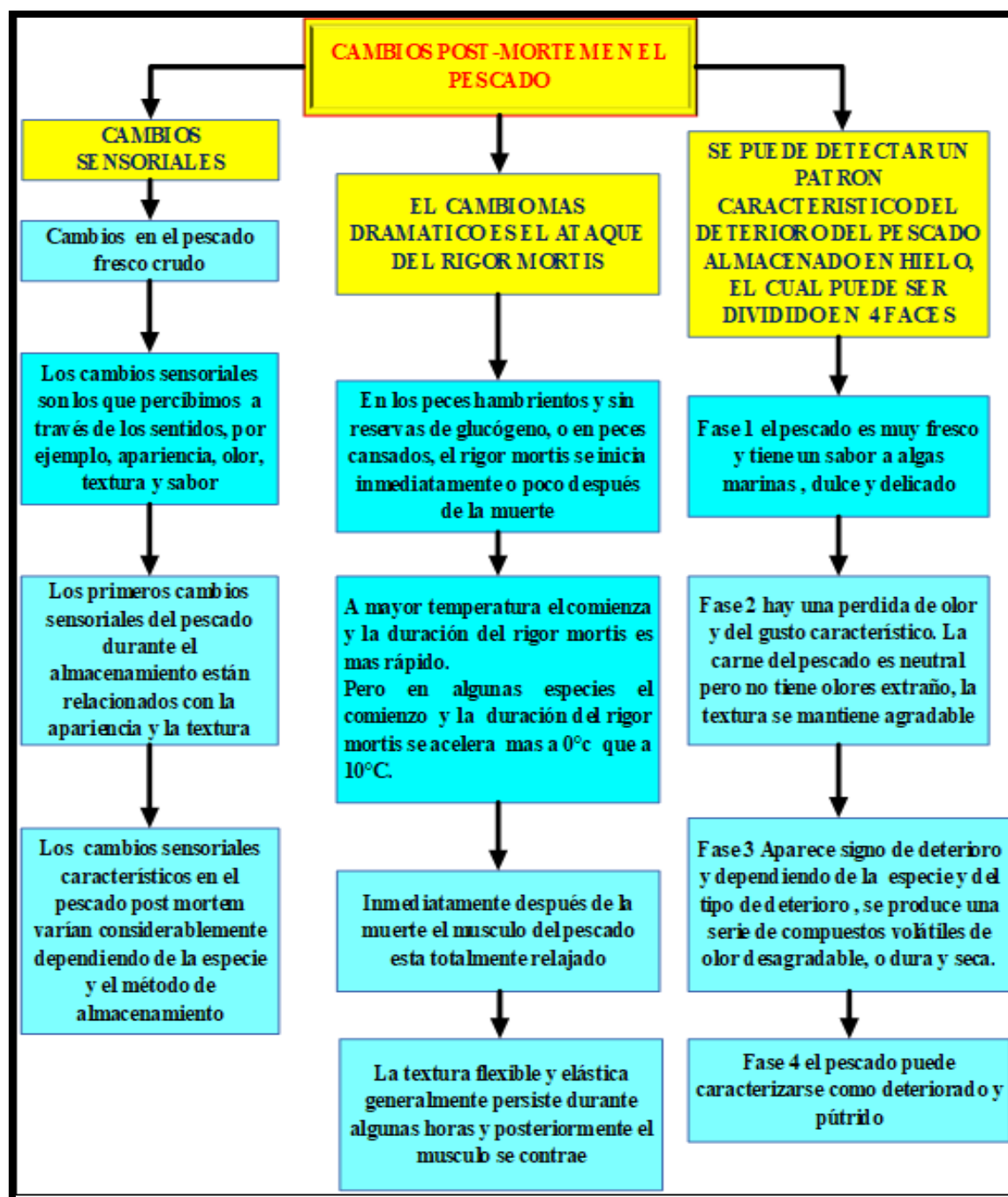


Figura N° 2: Cambios post- mortem en el pescado

2.- Frutas y verduras.

Los riesgos de contaminación de los productos después de la cosecha son alto ya que existe una gran manipulación por parte de las personas quienes lo recolectan, las frutas y verduras pueden tener picaduras hechas por animales, cortaduras que se ocasionaron a la hora de la cosecha, estas áreas están expuestas a ataques de microorganismos patógenos que dañan al producto después de la cosecha, y además por las condiciones de las áreas de almacenamiento y los insumos utilizados podrían ser factor de contaminación para los productos, por lo tanto, las

frutas y verduras después de su cosecha empiezan a perder su olor o sabor periódicamente y eso hace que sea inaceptable para el consumo.

Las causas de descomposición del producto también podrían ser producidas por agentes físicos, químicos y biológicos. [23]

Llevándolos a la refrigeración y esto hará que disminuya los riesgos de ciertos agentes que contaminan o lo malogran al producto, que son causados por bacterias, hongos y levaduras. [23]

Cuando queremos conservar las frutas y verduras debemos tener en cuenta las siguientes sugerencias.

Lo primero que debemos saber es las temperaturas de almacenamiento de las frutas y verduras en nuestros hogares, por ejemplos hay productos que se pueden mantener a una refrigeración de 5°C sin afectar su textura y sabor, pero, por otro lado, como el tomate deben estar en temperatura de ambiente para conservar su sabor característico del fruto. Mientras que otros debemos tenerlos en envases cerrados para evitar la deshidratación como son los casos de lechuga, acelga, brócoli o albahaca y con esto se podrá extender la vida de las hortalizas. [24]

Cuando compramos las frutas debemos tener cuidado al comprarlas si queremos conservarlas por algunos días, hay que elegir frutas que no presenten daños externos como golpes o heridas ya esto afectará mucho en la conservación.

Una vez que llevemos a casa las frutas compradas debemos distribuirlo adecuadamente en la nevera o refrigerador para poder conservarlo más días por tal razón debemos tenerlos en lugar fresco a una temperatura de 5°C a 10°C, siendo la excepción del plátano que no debemos introducirlo a la nevera es preferible tenerlo en temperatura de ambiente, hay que evitar congelar algunos productos como apio, pepino, lechuga y repollo, ya que, por sus propiedades, prácticamente por este proceso pierden su textura una vez descongelados. [24]



Figura N° 3: Frutas y verduras

3.-Carnes

Todas las carnes provienen de animales que fueron sacrificados para el consumo de la población, cuando los animales son sacrificados inmediatamente empiezan la descomposición de su carne, porque la digestión no es interrumpida, y hay cientos de microbios que pasan por el intestino a la sangre esto contamina a la carne, además los gases que proviene del estómago pueden hacer que la carne se infle y lo reviente , por tal razón, inmediatamente después de su muerte lo primero que hacen es desangrarlo para despojar la sangre del animal , luego es quitarle las vísceras, antes de sacarlo la piel, de esa forma pueden tener una carne apta para el consumo. [5]

Para conservar la carne, tenemos que introducirla en un sistema de refrigeración y tiene que estar a una temperatura de 2 °C y 4 ° C para evitar el crecimiento de bacterias, salvo que la carne que compramos nos indique una temperatura apropiada para ese producto. Hay que tener en cuenta que los valores de temperatura correspondan al interior de los alimentos y no al aire que lo rodea dentro del sistema de refrigeración, también cada carne debe estar en el sistema de refrigeración según su especie por ejemplo la carne de pollo con el de pollo, carne vacuna, carne de cerdo con el de cerdo, etc. Para evitar la contaminación y su descomposición. [17]



Figura N° 4: Carnes

2.2.2. Descripción de los sistemas de refrigeración

1.- Principios de refrigeración

A este principio de refrigeración, se le conoce como el proceso de conservación, que se le da a un cuerpo real con un tratamiento físico. Esto consiste en mantener al cuerpo en sus condiciones iniciales, es decir, que no afecten al organismo en sus propiedades físicas. [16]

Con los estudios que se han hecho en el comportamiento de los cuerpos, tanto animal como vegetales, se llegó a una conclusión de que la temperatura adecuada para mantener fresco a los alimentos está entre (2°C a 4°C), esto hace que reduzca el microorganismo en su reproducción.

2.-Ciclo invertido de Carnot

En un ciclo invertido de Carnot es el ideal para el diseño de un sistema de refrigeración doméstica ya que se trata de un sistema de refrigeración por compresión de vapor y por qué es el más eficiente. En este ciclo invertido de Carnot tiene los siguientes procesos, 2 procesos isotérmicos de A-D Y C-B luego 2 isotrópicos de C-D Y A-B. [17]

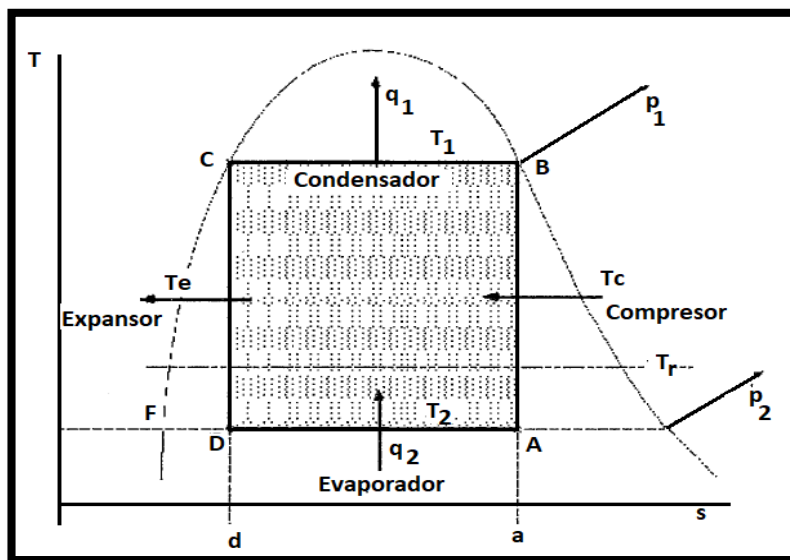


Figura N° 5: Ciclo invertido de Carnot - temperatura vs entropía
Fuente: www.google.com

Funcionamiento del ciclo invertido de Carnot:

Según la figura N° 5 explicamos las siguientes.

- A-B: La presión aumenta de P_2 a P_1 , esto sucede por el trabajo del compresor y también llega a una temperatura T_1 .
- B-C: Hay una condensación a una temperatura constante y además en este proceso el calor es evacuado.
- C-D: Aquí se produce un ciclo de expansión de forma isotérmica reduciéndose la presión del fluido llegando así al evaporador.
- D-A: En esta parte hay una vaporización a temperatura constante. [17]

El coeficiente de funcionamiento según Carnot se expresa así:

$$COP_{RC} = \frac{T_{evap}}{T_{cond} - T_{evap}}$$

Donde:

- COP_{RC} : Coeficiente de funcionamiento del refrigerador de Carnot.
- T_{evap} : Temperatura de evaporación.
- T_{cond} : Temperatura de condensación.

3. Sistemas de refrigeración por compresión de vapor

a). – Sistemas de refrigeración.

Para poder diseñar el sistema de refrigeración por compresión de vapor hay que saber las propiedades y las normas de la termodinámica, de esa forma se podrá describir con facilidad los procedimientos dinámicos, en la simulación del diseño nos facilitará ver el intercambio, de energía que surge entre el aire que circula dentro de la cámara con los productos. [25]

- **Enfriamiento:** según las normas estos sistemas operan normalmente a una temperatura de $15^{\circ} \text{C} - 2^{\circ} \text{C}$, aunque se puede dar a una temperatura 0°C , y esto se da normalmente para sistemas doméstico e industrial en pre enfriamiento. [25]
- **Refrigeración:** En este proceso intervienen los cambios físicos, los rangos de temperatura mayormente se dan entre 0°C a -18°C , pero la aplicación varía en el campo industrial y doméstico. [25]
- **Congelación:** Para este proceso los rangos de temperatura en el estado de congelación están entre -18°C a -40°C , Mayormente la congelación se utiliza para poder conservar mayor tiempo los alimentos desde un mes hasta un año y sus aplicaciones se dan en las industrias. [25]

b) Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor

Un ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor hace referencia a un ciclo invertido de Carnot y funciona de la siguiente manera:

- 1 - 2: Compresión isentrópica. Entra vapor saturado y sale vapor sobrecalentado (La temperatura y la presión aumentan).
- 2 - 3: Rechazo de calor a presión constante en el condensador. El refrigerante sale como líquido saturado.
- 3 - 4: Estrangulamiento en un dispositivo de expansión.
- 4-1: Absorción de calor a presión constante en un evaporador. Entra como vapor húmedo y baja calidad y se evapora por completo, absorbiendo calor del espacio refrigerado. [25]

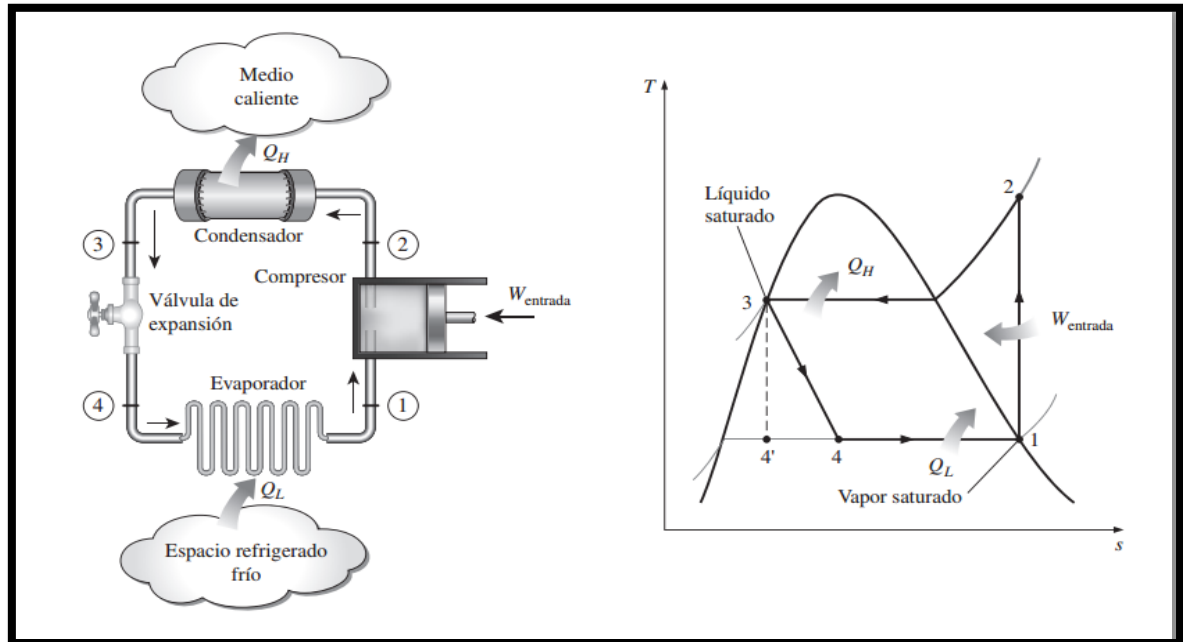


Figura N° 6: El ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor en un T-S
Fuente: Andrés Aramburu Pardo Figueroa

c) Ciclo de refrigeración teórico por compresión de vapor

Este es un ciclo cerrado de acuerdo a la circulación del gas refrigerante que circula continuamente por todo el sistema.

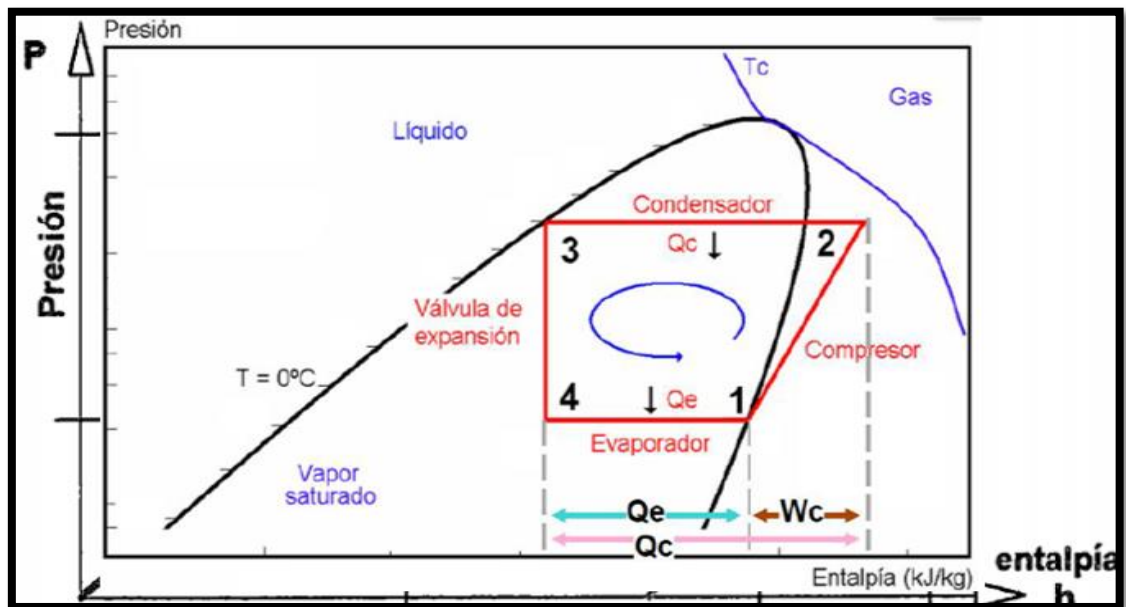


Figura N° 7: Presión- entalpía del ciclo teórico de refrigeración
Fuente: www.google.com

Compresión. Según el figura N° 8 tenemos que desde el 1 a 2 es donde trabaja el compresor, sus funciones consisten en:

En el punto 1 aspirar al gas refrigerante que está ubicado en la línea inferior donde reduce la presión manteniendo la temperatura y en el punto 2 su función es comprimir el gas refrigerante y subiendo a una presión alta, por lo tanto, la temperatura de saturación es mayor que el del ambiente, esto pasa en la condensación.

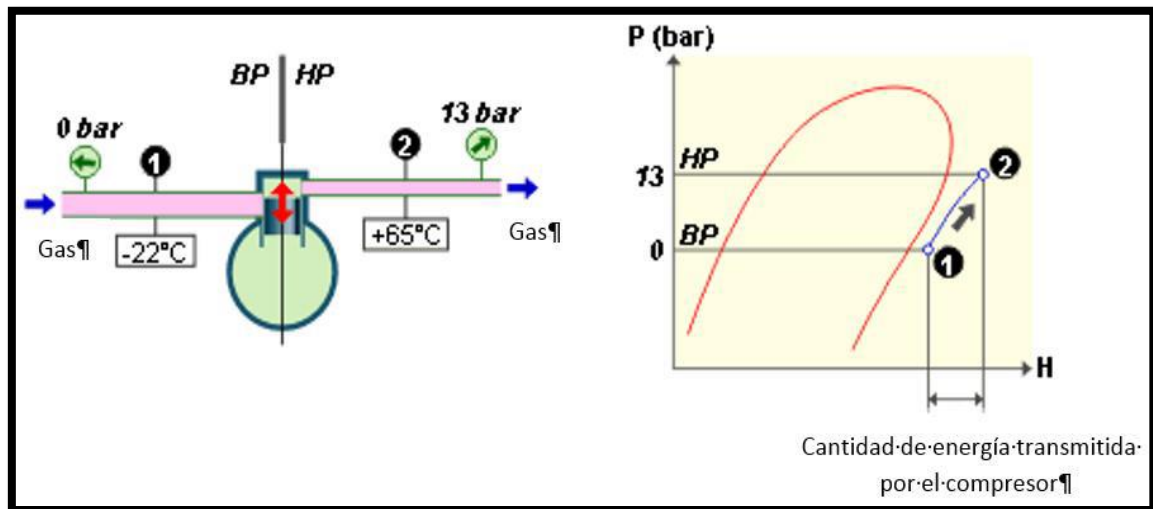


Figura N° 8: Funcionamiento del compresor

Fuente: <http://www.energieplus-lesite.be>

Condensación. de 2-3 hay un proceso de condensación donde el condensador es encargado de recibir el calor atraído por medio del refrigerante y lo expulsa al ambiente, cuando se da este proceso la presión y la temperatura disminuyen, en este proceso el vapor se condensa y se transforma en líquido.

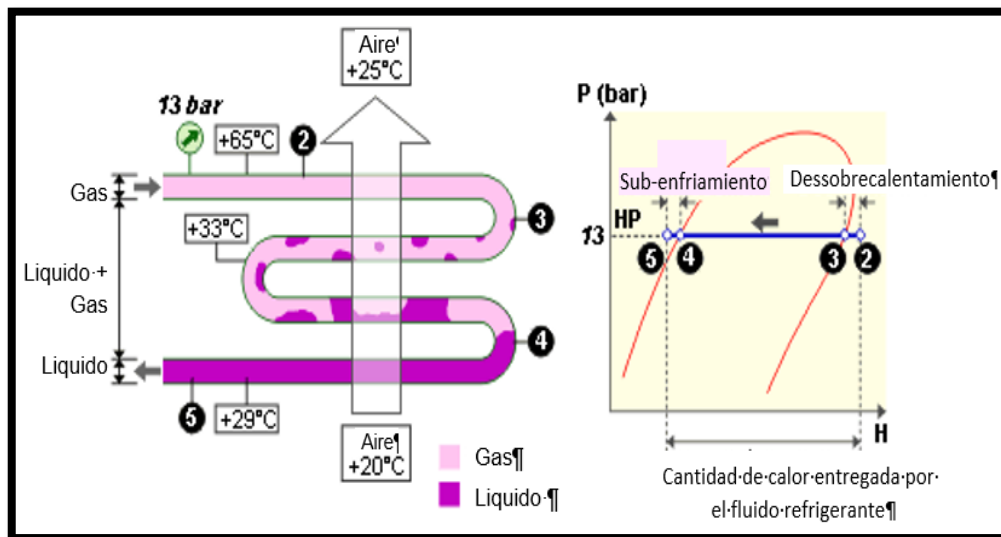


Figura N° 9: Funcionamiento del condensador

Fuente: <http://www.energieplus-lesite.be>

Expansión, de 3 a 4 en esta etapa empieza a trabajar la válvula, reduciendo la presión y regulando el gas refrigerante, también señalando la cantidad de gas que debe introducir al evaporador. [17]

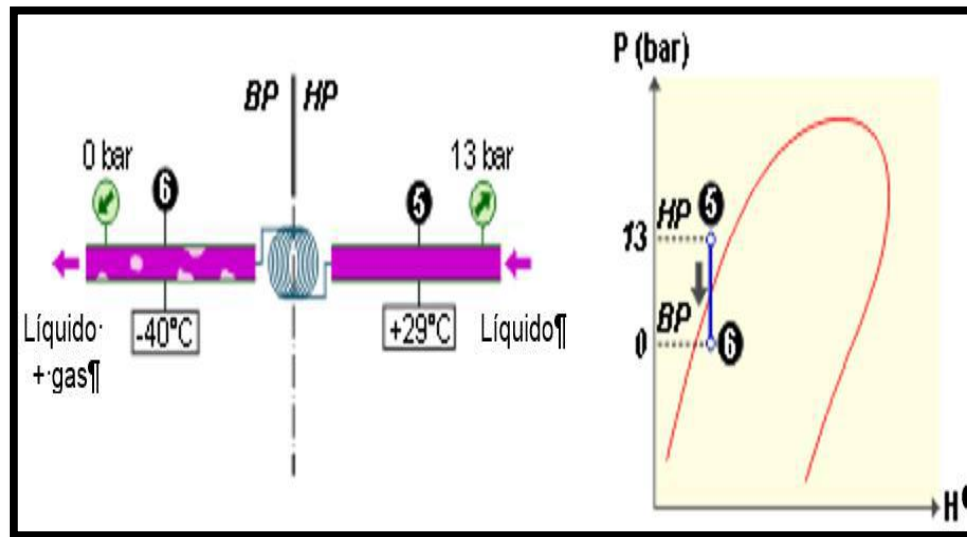


Figura N° 10: Funcionamiento de la válvula de expansión
Fuente: <http://www.energieplus-lesite.be>

Evaporación, de 4 a 1 en esta etapa el evaporador se encarga de absorber el calor que se encuentra en el medio ambiente, hacia el interior, por medio del proceso de evaporación del gas, viene el refrigerante en baja presión y también la temperatura baja, lo pasa al compresor, este ciclo se repite continuamente. [17]

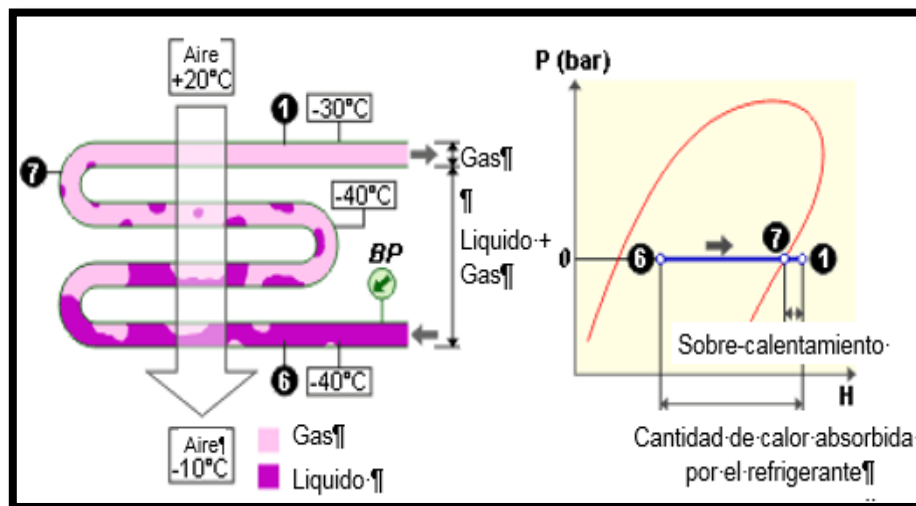


Figura N° 11: Funcionamiento del evaporador
Fuente: <http://www.energieplus-lesite.be>

d). - Ciclo real de refrigeración por compresión de vapor.

Este ciclo es muy utilizado en las refrigeradoras domésticas y en la figura N° 12 nos explica su funcionamiento. El funcionamiento empieza en el punto de 1 a 2, donde se da el trabajo del compresor, cuando el compresor abandona el gas sobrecalentado se obtiene una presión 1, que

se encuentra en una zona de vapor recalentado, posteriormente aumenta a una temperatura 3 y presión 3, todo esto sucede en la entrada del condensador. De 3 a 4 se sigue perdiendo calor a temperatura constante, en el punto 5 es la salida del condensador donde sale líquido saturado y da paso al sistema de expansión que termina en el punto 6.

En el punto 6 hay un proceso de evaporación donde se reduce la presión hasta el punto 7. [17]

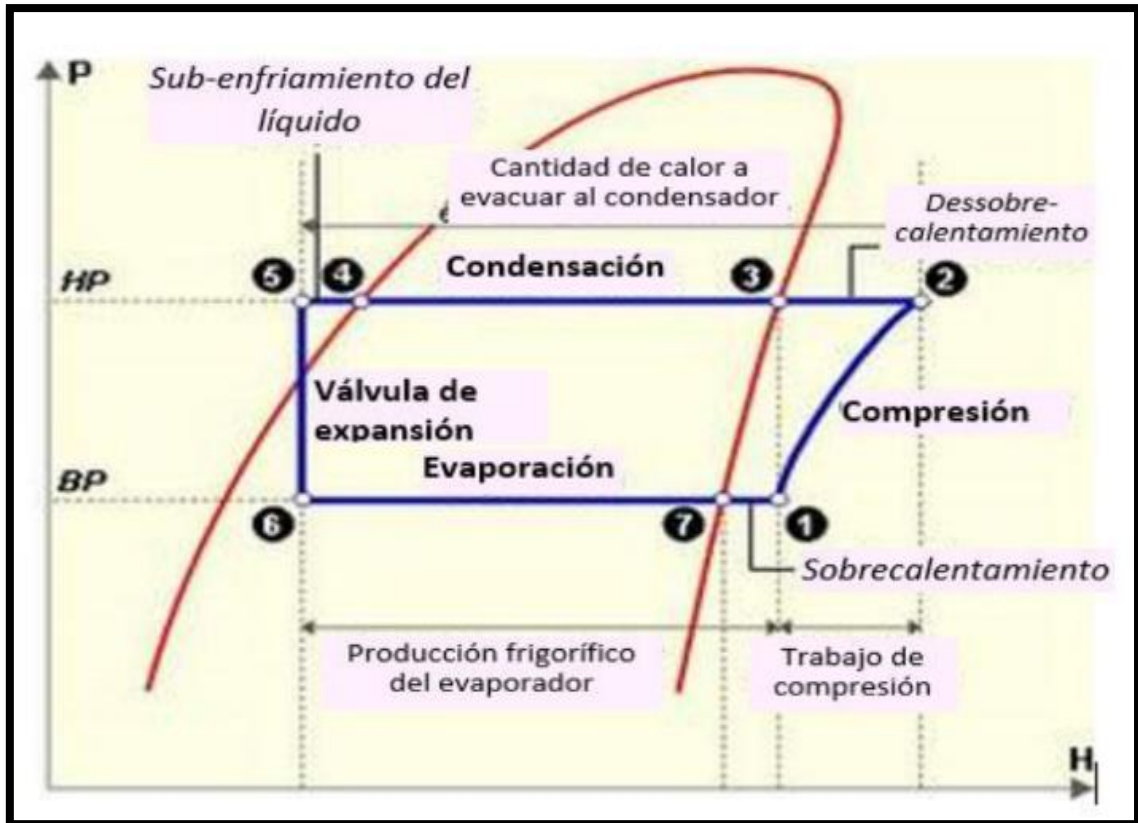


Figura N° 12: Presión- entalpía del ciclo real de refrigeración

Fuente: www.google.com

2.2.3. Descripción de los componentes de un sistema de refrigeración por compresión de vapor

En este trabajo se basa en un diseño de un sistema de refrigeración utilizando energía solar para conservar los alimentos en el caserío villa hermosa –amazonas, en el cual se diseñará con los componentes mencionados anteriormente.

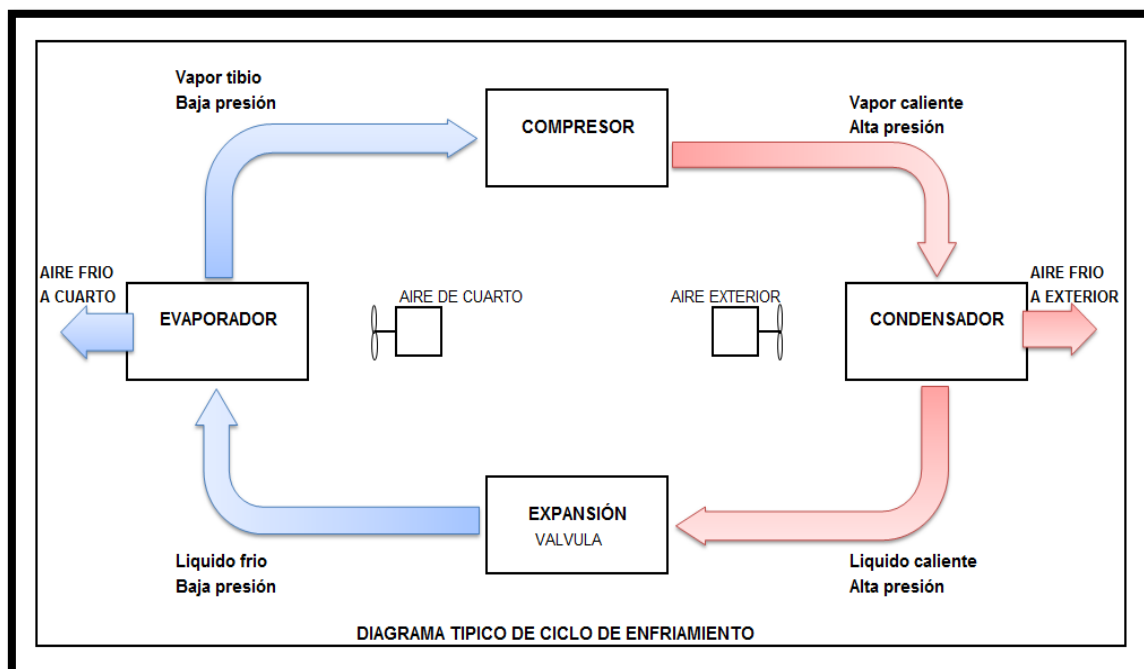


Figura N° 13: Elementos de un ciclo frigorífico de compresión

Fuente: www.google.com

1) Compresor / motor.- Es el corazón del sistema de refrigeración, su trabajo primordial es extraer el gas refrigerante que viene del evaporador, para ser comprimido y posteriormente descárgalo a una presión alta, de esta forma verá un cambio de temperatura hasta llegar a condensarse, al interior del compresor está compuesto por una parte mecánica y eléctrica formando de un bloque que está cubierto por casco de acero, soldado herméticamente auto lubricándose con un aceite especial, llamado refrigerante, Es el componente más costoso y además consumen más del 80% de la energía eléctrica en el sistema de refrigeración.


Se clasifica según las temperaturas del refrigerante a comprimir:

- Baja Temperatura: de -10°C a -30°C
- Media Temperatura: 0°C a -10°C
- Alta Temperatura: 7°C a -5°C

Su mantenimiento es por fuera, básicamente consiste en quitando el polvo acumulado, cuenta con 3 cañería que salen del interior hacia afuera y los compresores más utilizados en la refrigeración son:

- Compresor a pistón (alternativo).
- Compresor scroll.
- Compresor de tornillo.
- Compresor centrífugo. [27]

Tablas: N° 1 Compresor hermético

Nombre	Definición de mercado	Características técnicas	Aplicaciones domésticas	Aplicaciones comerciales
Compresor hermético 	<p>Estos compresores son los de alta tecnología más vendidos en el mercado mundial.</p> <p>Con reducido tamaño, bajo ruido y vibraciones.</p> <p>Logrando los niveles más alto en su eficiencia para su categoría</p>	<p>Niveles de eficiencia Premium.</p> <p>Disponibles para fluidos R600a.</p> <p>Fabricados para diversos tipos de aplicaciones</p>	<p>Refrigeradoras.</p> <p>Congeladoras.</p> <p>Bodegas</p> <p>Refrigeradas</p> <p>Minibares</p>	<p>Congeladores horizontales</p> <p>Pequeños y medios expositores</p> <p>refrigeradores</p> <p>Surtidores</p> <p>Bebederos.</p>

Fuente: <https://refrigerationclub.com/es-es/frio-ideal-para-el-verano>

Capacidad del compresor

Según las normas ASHRAE, las condiciones que debe tener un compresor para ser fabricado y llevado al mercado son las siguientes. [20]

Tablas: N° 2 Capacidad del compresor [20]

Componentes del circuito de refrigeración en neveras	Normas ASHRAE			
	Temperaturas (°C / °F)			
	Baja presión	Presión comercial	Media/Alta Presión de Evaporación	Acondicionamiento de aire
Evaporación	-23,3 / (-10)	-6,7 / (20)	7,2 / (45)	7,2 / (45)
Condensación	54,4 / (130)	54,4 / (130)	54,4 / (130)	54,4 / (130)
Gas de retorno	32,2 / (90)	35,0 / (95)	35,0 / (95)	35,0 / (95)
Líquido	32,2 / (90)	46,1 / (115)	46,1 / (115)	46,1 / (115)
Ambiente	32,2 / (90)	35,0 / (95)	35,0 / (95)	35,0 / (95)

2) Condensador. - Es un elemento sumamente importante en el sistema de refrigeración, ya que al depender la eficiencia del frío y trabaja mucho más que el compresor, cuando se encuentra en un lugar ventilado se ahorra energía. Está fabricado con acero y sujetado con alambre acerado galvanizado, actualmente encontramos disponibles en los mercados los siguientes modelos. [17]

Los condensadores se clasifican:

- enfriado por agua
- enfriado por aire

- por evaporación
- enfriado por refrigerante



Figura N° 14: Condensador

Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/domestic-refrigerator-parts>

3) Evaporador. - En este dispositivo es en donde se lleva a cabo la vaporiza por completo del gas refrigerante, además que absorbe calor del espacio circulante, donde se va a refrigerar y se conserva a una temperatura establecida, también se le llama congelador, por el enfriamiento que se produce cuando se hace la vaporización y cuando lo fabrican, tiene que estar disponible para poder bajar a una temperatura que sea capaz de congelar los alimentos. [27]

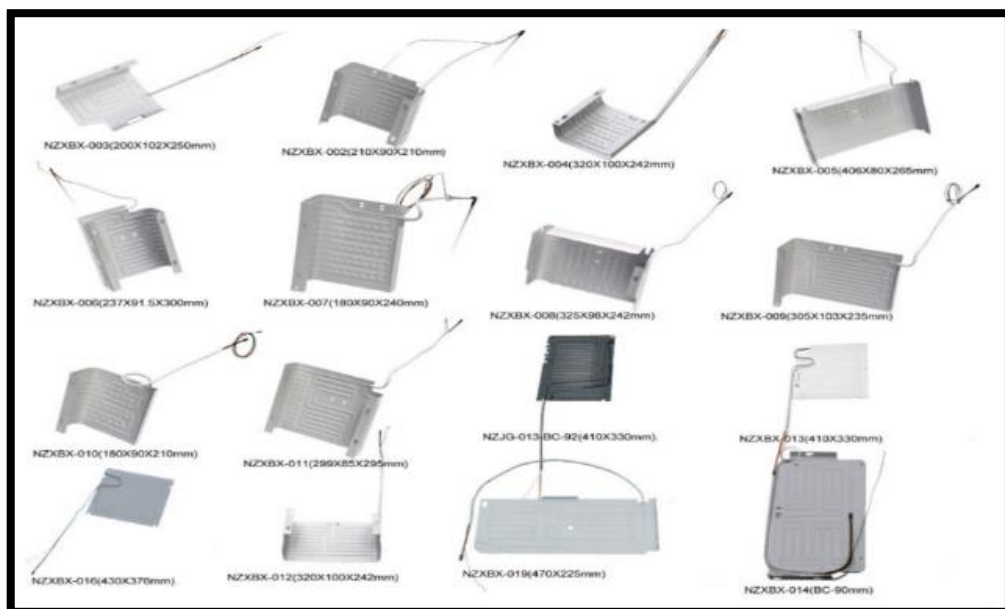


Figura N° 15: Evaporador de superficie de placa

Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/domestica>

4) Válvula de expansión termostática o tubo capilar. - Está fabricado básicamente por un tubo muy delgado, que mide de diámetro aproximadamente un milímetro, cuyo largo puede variar entre uno y seis metros.

El tubo capilar es un elemento de que no tiene piezas móviles y como tiene un diámetro muy pequeño interno, hace posible que vea una fricción entre el líquido que se está trasladando y las paredes del tubo, produciéndose una evaporación, de esta manera el dispositivo se queda refrigerada con la cantidad de refrigerante que necesita para alimentarse, la cantidad que se va a evaporarse tiene que ser proporcional a la diferencia de presiones que existe entre la succión y la compresión. [27]



Figura N° 16: Tubo capilar
Fuente: www.google.com

5) Termostato. - Es un dispositivo que consiste en un interruptor que se encarga de regular la temperatura del refrigerador, su objetivo principal es apagar o encender el compresor automáticamente del sistema de refrigeración. Sirve para mantener el área refrigerada en un nivel de temperatura apropiada.

Hay varios tipos de termostato disponible en el mercado desde más sencillo tipo mecánico, hasta unos más modernos tipo digitales electrónico programables y lo más primordial para el buen uso de un termostato es su ubicación, porque si la refrigeradora está en un lugar donde vea calor, como la cocina, entonces el termostato seguirá trabajando por que su objetivo consiste mantener el área refrigerada en un nivel de temperatura programada. Debemos mantenerlo a máxima temperatura para ahorrar energía, porque existe el riesgo que se malogre o dañe. [20]

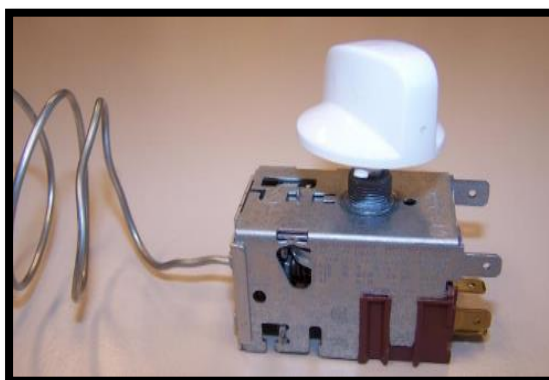


Figura N° 17: Termostato
Fuente: www.google.com

6) Filtro secador o deshidratador.- Está fabricado para conservar seco la mezcla del gas refrigerante con el aceite, absorbiendo todo tipo de humedad o impurezas que hay en el interior del sistema, ya que es un ciclo cerrado, para que la mezcla de refrigerante con aceite circule

libremente por el sistema, por lo tanto tiene que estar libre el sistema de impurezas y tendrá una buena eficiencia, el uso del filtro secador en el sistema de refrigeración es una gran ayuda ya que protege a todo el sistema, en el caso que hubiera un contaminante que pudiera dañar. [17]

7) Tubería. - son muy importantes para la circulación del gas refrigerante, normalmente se usan tuberías de cobre y aluminio porque nos da una mejor transferencia de calor y están disponibles en los mercados las diferentes dimensiones como de 1/4", 3/8", 5/8", en milímetros.

8) Líquidos refrigerantes

Estas sustancias se encargan de enfriar el sistema de refrigeración. Su función principal es absorber calor de cualquier espacio, también es un medio de transporte de calor, su principal trabajo es cambiar de estado de líquido a vapor y viceversa. [20]

En la actualidad, se usan dos tipos compuestos principales como son: el freón y el amoníaco puro. Estos líquidos refrigerantes solo deben ser usados por personas expertas para evitar cualquier peligro de la vida de algunas personas. Ambos elementos poseen una toxicidad muy elevada.

Había en el mercado unas variedades de refrigerantes, pero algunos contaminaban el medio ambiente como era el refrigerante R 12 especialmente contamina la capa de ozono y ahora más usado para el sistema de refrigeración doméstico son R134a y el R600a por ser ecológico.

8.1) Gas R 600a

Este nuevo refrigerante Isobutano R600a es un gas licuado comprimido, también no tiene color, tiene un olor característico, es más espeso que el aire y además se puede expenderse al ras del piso, lo más importante es que este gas natural se elimina en atmósfera en semanas comparado a los refrigerantes R 12 y R134a que dura años para desaparecer en la atmósfera y de esta manera ayuda a nuestro medio ambiente. [28]

Tabla N° 3: Impacto Ambiental de R 600 a [28]

ODP Y GWP			
Refrigerante	ODP	GWP	Tiempo de Vida
R-12	1	8100	120 años
R-22	0.05	1700	100 años
R-407c	0	1610	20 años
R-134a	0	1300	16 años
R-290	0	20	Meses
R-600a	0	3	semanas

Fuente: World meteorológica organización – 1998

Donde:

ODP: – Potencia de destrucción de la ozona global

GWP: Potencia de calentamiento

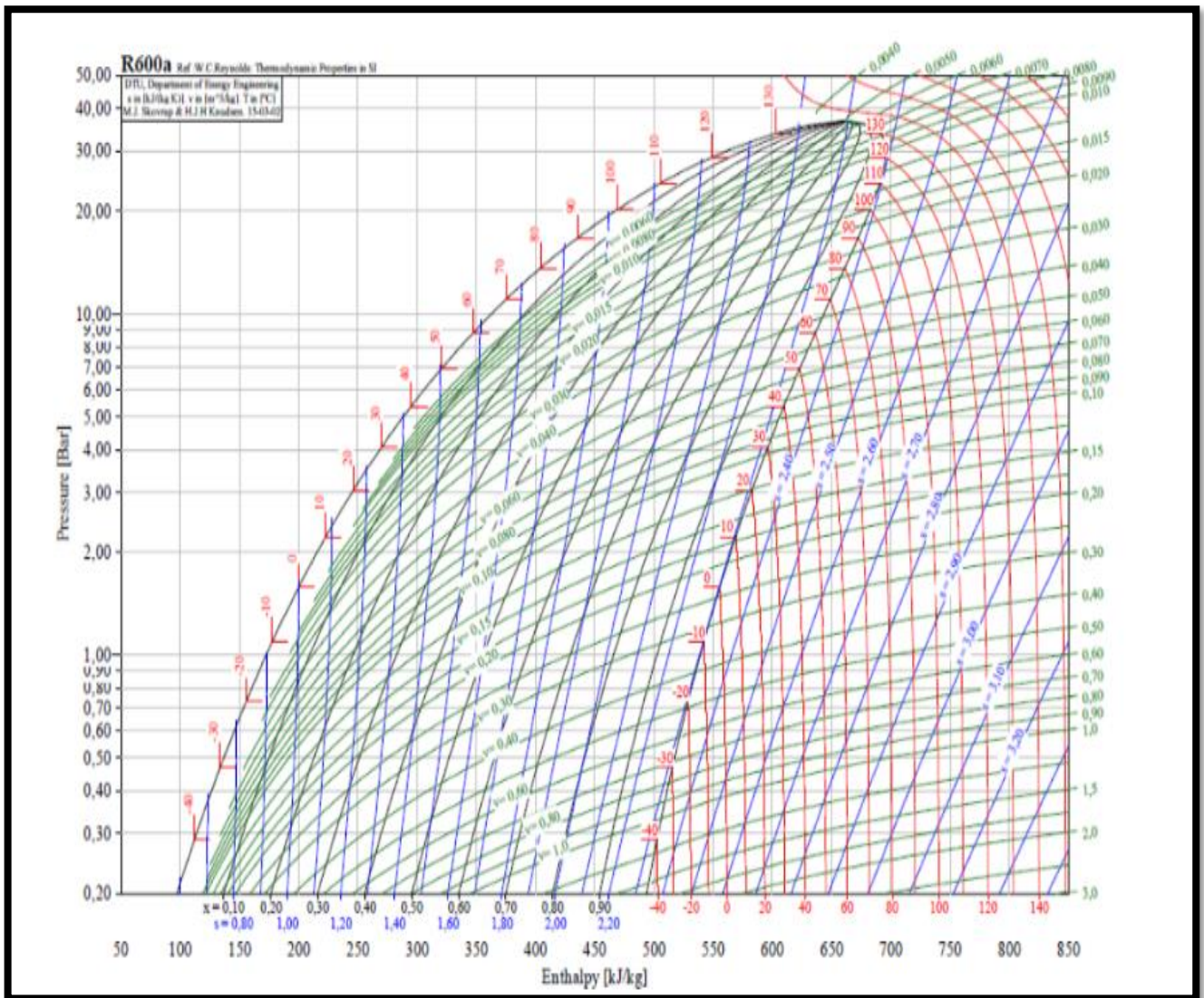


Figura N° 18: Diagrama de Mollier para el R600a
Fuente: Coolpack

2.2.4. - Refrigeradoras domésticas.

Existen dos tipos de refrigeradoras domésticas más comunes que son: neveras y congelador.

1. - Neveras domésticos verticales

En este tipo de refrigeradora son muy buenas en conservar la temperatura interior, cuando se desea conservar algún alimento para luego consumirlo, la temperatura más apropiada para su conservación de los productos es (0° C a 10° C) y en la refrigeración doméstica es usada el ciclo de refrigeración por compresión de vapor, es el más apropiado. En este ciclo de refrigeración hay una serie de procesos, cada uno asociado a un componente mecánico. [26]

Las consideraciones que se debe tener al momento de instalar una refrigeradora en una vivienda, no deben estar cerca de la cocina o en un ambiente donde vea bastante calor para evitar el trabajo de la máquina y debemos considerar la distancia mínima de 16 centímetros de separación de la pared hacia el equipo.

Cuando se enciende la refrigeradora se tiene que esperar algunos minutos porque tiene que llegar a la temperatura que hemos programado para poder colocar recién los productos. [26]

Para encender la máquina debemos conocer para qué sirven el control termostático de una refrigeradora y tenemos que cuidar el desgaste del motor, para eso debemos tener la puerta de la refrigeradora cerrada porque si no está bien cerrada, nunca va a llegar a la temperatura que hemos programado y por tal motivo el motor está funcionando constantemente y no tendrá tiempo para descansar.

Para la limpieza de la máquina, se realiza cuando el interior de la refrigeradora tiene acumulado un centímetro de hielo, lo primero que se realizará es apagar el equipo, luego desconectarla de la instalación eléctrica y luego hacerlo escurrir el hielo descongelado, posteriormente sigue su limpieza. [26]

2.-Los contaminantes en los sistemas de refrigeración.

2.1.- Contaminantes

En la actualidad los contaminantes se hallan inmersos en todo tipo de sistema de refrigeración domésticos, los cuales no aportan en ningún beneficio útil en la refrigeración de un producto, más bien son dañinos para el trabajo óptimo de la máquina. Estos contaminantes podrían ser solubles e insolubles, tanto en líquido refrigerante, aceite o una combinación de ambos. Clasifican en orgánicos e inorgánicos.

- Los contaminantes inorgánicos son: Las partículas metálicas y gases.
- Los contaminantes orgánicos están compuestos por: carbono, oxígeno e hidrógeno. [16]

Hay una o varias formas por las cuales los contaminantes mencionados anteriormente pueden entrar de algunas maneras al sistema, puede ser por alguna instalación que se ha hecho al sistema o en algún lugar donde se haya hecho un ensamble, aunque se haya tomado en cuenta todas las precauciones del caso.

Hay otros tipos de agentes nocivos que se forman dentro del sistema con anterioridad.

- **Equipos nuevos:** hay ciertos tipos de contaminantes que introducen en los equipos nuevos, cuando están en su proceso de construcción y ensamblaje, debido a que no le dan una buena limpieza durante su proceso.

- **Instalación y servicio:** Hay otros tipos de contaminantes que se alojan al sistema durante su funcionamiento:

Las uniones o soldaduras, cuando no se realizan con los cuidados necesarios, este tipo de contaminación es muy elevada, porque al momento de realizar la soldadura no tiene los equipos adecuados y no se toman las medidas correspondientes para evitar esta contaminación. [16]

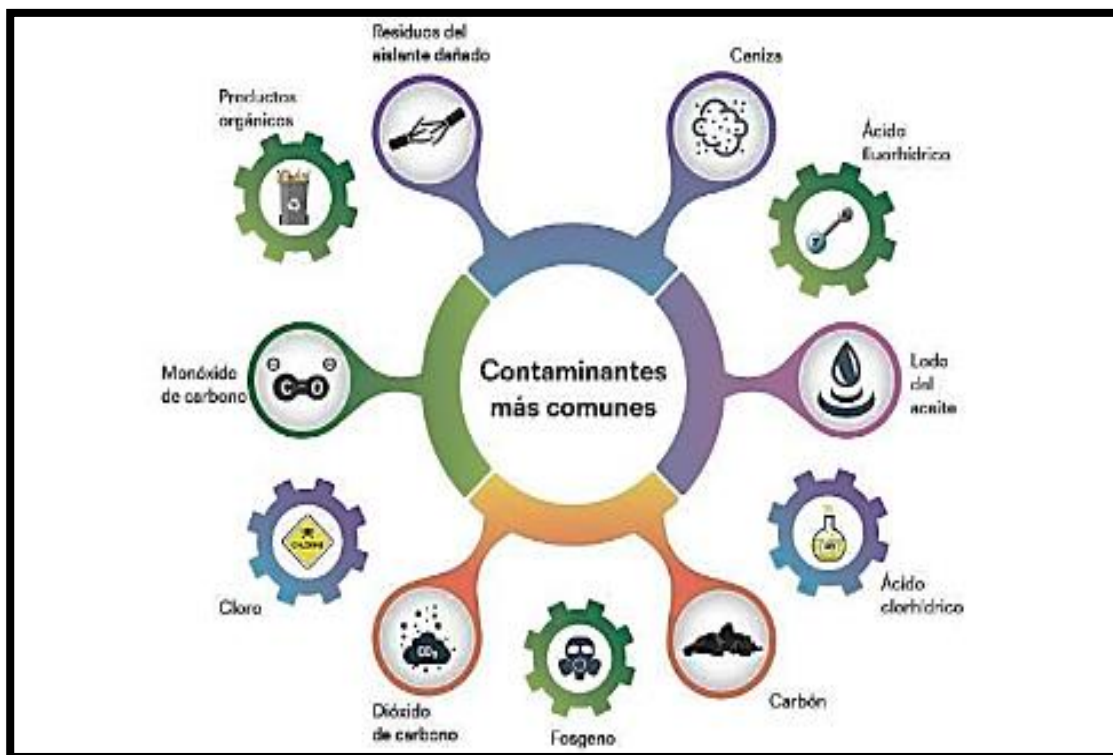


Figura N° 19: Tipos de contaminantes
Fuente: www.google.com

3.-Parámetros Para el funcionamiento de un refrigerador doméstico

Para comprender mejor el trabajo de una refrigeradora doméstica tenemos que analizar sus componentes y funcionamiento.

3.1. Componentes

3.1.1.- Evaporador

En un evaporador debe cumplir las siguientes condiciones para saber que está utilizando su plena capacidad.

- la temperatura de entrada y de salida deben ser aproximadamente iguales.
- la presión de entrada y de salida deben ser aproximadamente iguales o estar muy cerca.
- La temperatura y presión deberán ser constantes en cada ciclo siempre. [21]

3.1.2.- Compresor

El compresor debe cumplir las siguientes condiciones para su funcionamiento.

- En la temperatura que ingresa al compresor no debe ir refrigerante líquido.

- La temperatura no tiene que ser muy elevada, porque el compresor lo enfría a una temperatura baja del refrigerante.
- La temperatura de salida del compresor debe superar al valor límite de válvula de descarga. [21]

3.1.3.- Condensador.

El condensador debe cumplir las siguientes condiciones para su funcionamiento.

- La temperatura del condensador, tiene que estar mayor a temperatura del ambiente, para que se realice la transferencia del calor desde el refrigerante hacia el medio circulante. [21]

3.1.4.- Refrigerante.

- El refrigerante que se usa en todo sistema de refrigeración es muy primordial, puesto que de él depende el funcionamiento del sistema.
- Cuando se escoge el refrigerante con que se desea trabajar el sistema, lo primero que se hará es hallar los cálculos de carga térmica para poder saber el efecto máximo del enfriamiento.
- Si tiene mucha carga y poco refrigerante podría ocurrir que el gas refrigerante, entra al compresor, puesto que no está evaporando completamente.
- Un exceso de carga podría provocar un aumento en el consumo energético.
- Si existe poco refrigerante, disminuye la capacidad de enfriamiento, también aumentará el tiempo de descenso de la temperatura y por consiguiente el compresor trabajará más tiempo, esto nos trae como consecuencia el aumento de consumo de energía. [21]

3.2.- funcionamiento.

Todo comienza con el compresor que absorbe al gas refrigerante que está en baja presión y lo sube a alta presión para llevarlo al condensador donde cede al calor latente de condensación al exterior, para luego pasarlo al filtro secador, su trabajo del filtro secador es limpiar y deshumidificar al gas refrigerante, seguidamente lo pasa a la válvula de expansión, que básicamente es un tubo largo y con una sección estrecha, por ser estrecho hace posible la pérdida de presión, de esta forma se puede ceder calor residual, posteriormente el gas licuado pasa por el evaporador, donde el evaporador tiene de forma de un serpentín, aquí se produce la expansión del gas refrigerante, en la cual se evapora y atrae el calor del entorno, al final del evaporador, el gas refrigerante es aspirado por el compresor y así se repite el ciclo continuamente, de esta forma es como se refrigeran los alimentos. [21]

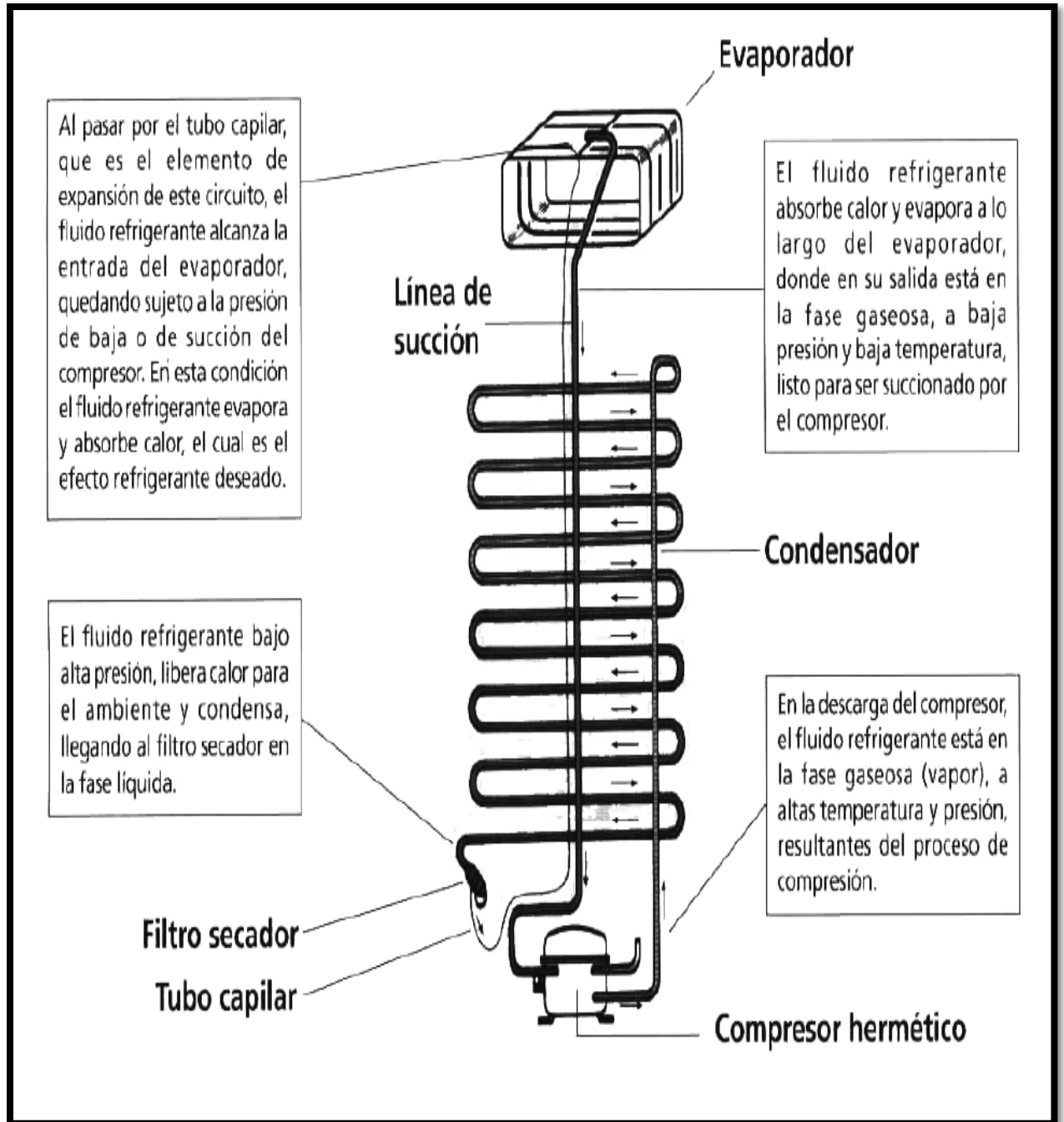


Figura N° 20: Circuito elemental de refrigeración
Fuente: Manual de buenas prácticas en refrigeración

2.2.5.- Conocimientos previos de la carga térmica

2.2.5.1.-La carga térmica.

Se trata de un fenómeno que altera la temperatura y la humedad, en el sistema de refrigeración, pero estas alteraciones son sumamente importantes porque nos permite obtener variables para poder determinar los cálculos que necesitamos para el diseño de los componentes del sistema. [17]

2.2.5.1.1.-Carga total de refrigeración. Es la cantidad de calorías que se desea eliminar, con el objetivo de obtener una temperatura deseada en el espacio que se desea conservar algún producto, como son: refrigeradora, congeladora, cámara frigoríficas.

Dicha cantidad de calor que se desea

Por medio de estas tres causas (1,2,3), procede el calor del recipiente que se desea enfriar.

1. Ganancias de calor a través de las paredes.
2. Ganancias de calor por servicio (uso de puertas, alumbrado, calor del personal, u otras fuentes de calor).
3. Ganancias de calor por la carga de género que entra a diario. [29]

1.- Ganancias de calor a través de las paredes.

Ganancias de calor a través de las paredes depende de los siguientes factores:

- Superficie total exterior de la cámara, nevera o recipiente (S).
- Aislamiento empleado (k).
- Diferencia de temperatura entre lo interior y exterior de la cámara (ΔT). [29]

2. -Ganancias de calor por servicio.

Hay que tener en cuenta la cantidad de veces que se abren una puerta de un refrigerador al día y el calor que entra al ser abierto la puerta de la refrigeradora, como este dato es difícil de hallar, por lo más significativo que se vea, pero sumamente importante para la carga térmica se ha considerado en tomar en cuenta los siguientes porcentajes.

- En grandes cámaras de conservación, generalmente provistas de antecámara 10%
- Para detallistas 25%
- Para restaurantes, bares y pastelerías 40% [28]

3. - Ganancias de calor por la carga de género.

Para poder saber el valor de la ganancia de calor de carga de género se debe tomar en cuenta los siguiente:

- Cantidad en kilogramos de género que entra diariamente en la refrigeradora.
- Diferencia de temperatura del género a su entrada y la que debe obtenerse en el interior.
- Calor específico del producto a enfriar.[28]

2.2.5.2. - Características eléctricas de la carga térmica

Es la instalación solar fotovoltaica que debe suministrar energía eléctrica a un equipo doméstico, por tal razón necesitamos conocer, y comprender el comportamiento de la energía eléctrica que se va a alimentar. [30]

1. – Consumo eléctrico real.

Para calcular la energía que se va usar en un sistema, se debe considerar la energía que consume un equipo doméstico y dividido entre un factor de rendimiento global de la instalación fotovoltaica.

1.1. Consumo eléctrico teórico (W-h).

Es la energía que alimenta a un artefacto eléctrico en un determinado tiempo para su funcionamiento. [30]

1.2. - Factor de rendimiento global de la instalación fotovoltaica.

Para calcular el rendimiento del sistema tenemos que estimar la eficiencia real del sistema y también considerar algunos factores que produzcan la pérdida de energía como tenemos los siguientes: [31]

- **K_a : Fracción de energía que se pierde por auto descarga.** –Todos los acumuladores tienen un coeficiente de auto descarga, es decir la batería debido a su construcción tiene un porcentaje de auto descarga, dependiendo del tipo de batería puede tener más o menos de auto descarga, pero todos tienen un auto descarga, las baterías también se ven afectadas por el tiempo frío. [31]

Tabla N° 4: Características K_a [31]

K_a	Coefficiente de Autodescarga de la batería
0,002	Baterías de baja auto descarga, sin mantenimiento
0,005	Baterías estacionarias de energía solar
0,012	Batería de alta auto descarga

Fuente: Diego Jesús Pérez Salas.

- **K_b : Coeficiente de pérdidas por rendimiento de la Batería.** -es decir la batería al almacenar energía no toda la energía que le llegue va a ser almacenado en forma de energía química o mejor dicho en forma de energía electroquímica sino una pequeña parte se va a perder, pero esa pequeña parte que se pierde también tenemos generales con nuestros paneles fotovoltaico, pues con la constante vamos a calcular este coeficiente de pérdidas que tiene el acumulador, esa parte de la energía que no se almacena en forma de energía electroquímica. [31]

Tabla N° 5: Características K_b [31]

K_b	Perdida en el proceso de acumulación
0,05	Acumulados nuevos, sin descargas intensas
0.1	Acumulados viejos, descargas intensas, temperaturas bajas

Fuente: Diego Jesús Pérez Salas

➤ **Kc: Pérdidas por el rendimiento del inversor.**

Tabla N° 6: Características K_C [31]

Kc	Pérdidas por el rendimiento del inversor
0	No hay inversor en la instalación
0,05	Rendimiento inversor 95%
0,1	Rendimiento inversor 90%
0,15	Rendimiento inversor 85%
0,2	Rendimiento inversor < 85%

Fuente: Diego Jesús Pérez Salas.

➤ **Kr: Pérdidas en el controlador de carga.**

Tabla N° 7: Características K_r [31]

Kr	pérdidas en el controlador de carga
0,1	Controlador de carga eficiente
0,15	Controlador de carga antiguo, poco eficiente

Fuente: Diego Jesús Pérez Salas.

➤ **Kv: Otras pérdidas no consideradas anteriormente.** – En todo cable que hay una corriente eléctrica, pues ese cable debido al efecto joule que es el calentamiento del cable, al pasar la energía por él, pues se pierde parte de la energía eléctrica en forma de calor por lo tanto cuando estamos transmitiendo la energía a través de un conductor, también hay pérdidas. [31]

Tabla N° 8: Características K_v [31]

Kv	Coefficiente de otras pérdidas no consideradas
0,15	Si no se tiene en cuenta pedidas en cableado y equipos
0,05	Si se ha realizado un estudio detallado de pérdidas en equipos

Fuente: Diego Jesús Pérez Salas.

➤ **N: Números de días de autonomía para asegurar un servicio sin carga.** - La radiación solar es totalmente aleatoria, puede ver días nublados en que los paneles fotovoltaicos no carguen nada energía, pero también hay días soleados donde se aprovecha acumular energía en las baterías, por medios de los paneles fotovoltaico, para luego ser usadas en los días donde no hay radiación solar.[31]

Tabla N° 9: Características [31]

N	Número de días de autonomía
3	Vivienda fines de semana
5	Vivienda habitual
15	Instalaciones especiales con servicio prioritario
20	Instalaciones especiales alta fiabilidad

Fuente: Diego Jesús Pérez Salas.

Tabla N° 10: Días de autonomía [31]

Condición climática	Días de autonomía	
	Instalación doméstica	Instalación crítica
Muy Nublado	5	10
Variables	4	8
Soleado	3	6

Fuente: Diego Jesús Pérez Salas.

- **Pd: Profundidad máxima de descarga admisible.** - Las baterías van a tener una profundidad de descarga variables

Tabla N° 11: Características Pd [31]

Pd	Profundidad de descarga máxima admisible
0,9	Batería descargada hasta el 90%
0,8	Batería descargada hasta el 80%
0,7	Batería descargada hasta el 70%
0,6	Batería descargada hasta el 60%
0,5	Batería descargada hasta el 50%
0,4	Batería descargada hasta el 40%
0,3	Batería descargada hasta el 30%

Fuente: Diego Jesús Pérez Salas.

2.2.6.-Conocimientos previos del sistema fotovoltaico

1.-Energía solar. - Gracias a la energía solar se ha podido preservar muchas vidas, y se han creado innumerables fuentes de energía renovables que benefician a nuestro ambiente.

La radiación electromagnética proviene del sol y gracias a este medio en donde tenemos la energía renovable, en nuestra actualidad por la gran demanda de energía eléctrica, se han buscado nuevas alternativas para generar fluido eléctrico, por tal razón, se usan la tecnología solar para obtener energía eléctrica, por tal motivo se usaron instrumentos que captan la radiación solar y lo convierten en energía eléctrica, que es usada , en las industrias, centros comerciales y hasta en los hogares donde le dan un buena utilidad. Actualmente se ha incrementado un 25% en los mercados de energía solar fotovoltaica con respecto al año 2014, ha crecido con un récord de 50 GW y aumentado en el mundo a 227 GW. [9]

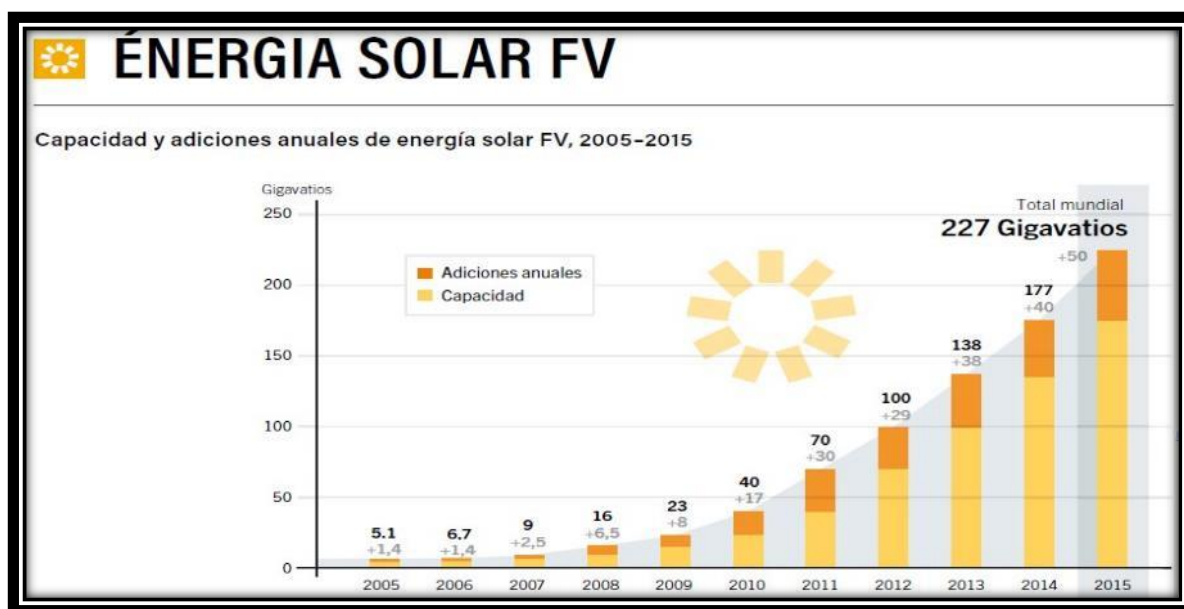


Figura N° 21: Capacidad de la energía solar fotovoltaica mundial

Fuente: REN21 2016

2.- Radiación solar. - El sol tiene una temperatura media de 5 500 °C, en el centro del sol hay varias reacciones, produciéndose una pérdida de masa que se transforma en energía. Esta energía que es liberada del sol al exterior se le llama radiación solar.

La radiación solar es de 63 450,720 W/m². Como el sol da energía solar en todas direcciones, también llega hasta nuestra atmósfera terrestre, que está a una distancia de 149,6 millones de km, con esta información se puede determinar la radiación solar desde ese punto. Este valor de radiación solar recibida desde la atmósfera es conocido como constante solar de un valor (1,353 W/m²). [20]

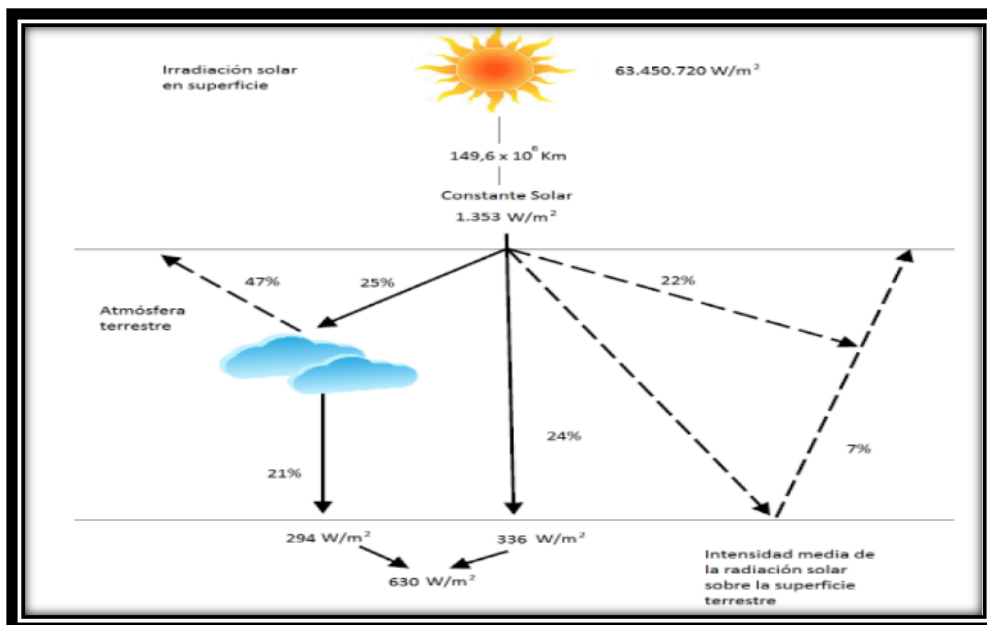


Figura N° 22: Radiación solar
Fuente: Energía solar fotovoltaica

3.-Horas de sol pico (H.S.P.)

Se le conoce como horas efectivas de sol en un día, donde se tiene una irradiación hipotética de 1000 W/m^2 que son la suma de radiación total de un día. Este conocimiento es sumamente importante porque nos ayuda a saber, la potencia que deben tener nuestros paneles fotovoltaicos. En esta figura nos damos cuenta que en esta zona, la hora que más radia el sol son entre las 7:50 a 4:30 aproximadamente. [7]

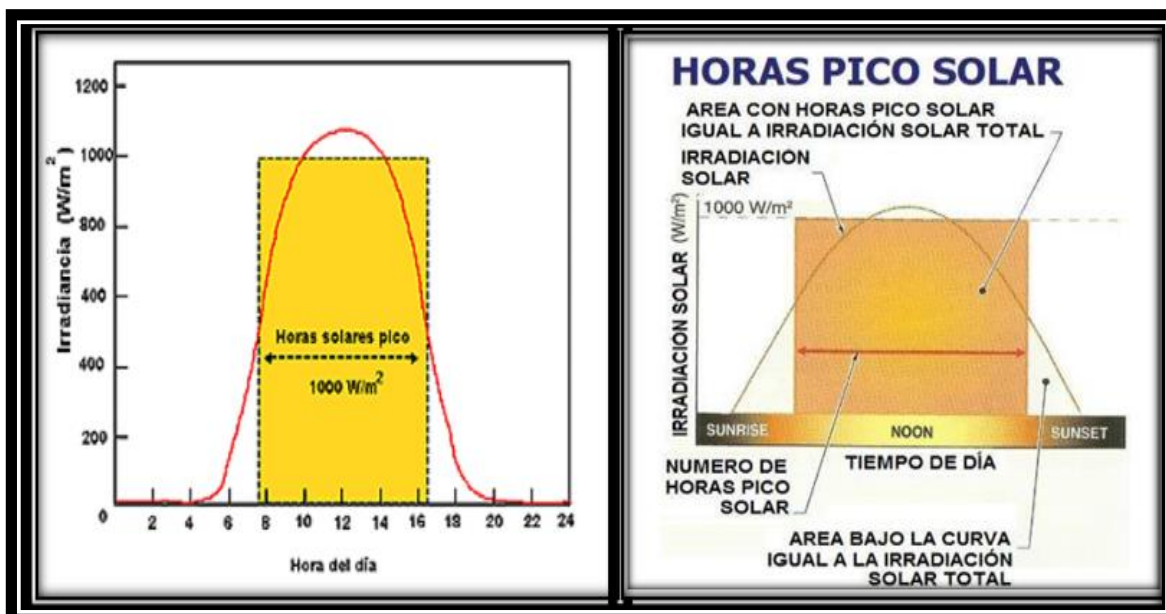


Figura N° 23: Concepto de horas sol pico
Fuente: www.google.com

H: Para hallar el valor Horas Pico Solar del mes crítico, se tomará cuenta las siguientes ecuaciones:

$$H \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right] = I \left[\frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \right] * HPS$$

La irradiación H (kWh/m^2), es igual al producto de la irradiancia de referencia, I (Wh/m^2), y las horas pico solares, HPS. Como $I=1\text{kW}/\text{m}^2$, se tiene entonces que los valores numéricos de la irradiación y las horas pico solares son iguales.

4.- Sistemas fotovoltaicos autónomos

Son aquellos equipos que aprovechan la energía fotovoltaica para cubrir una demanda eléctrica en lugares aislados, que no están conectados en una red eléctrica. Estos sistemas ayudan a solucionar los problemas de electrificación que tienen las zonas rurales o zonas aisladas del país y son fundamentales para garantizar el fluido eléctrico en estas comunidades, se requieren de baterías para almacenar energía que será consumida a diario.

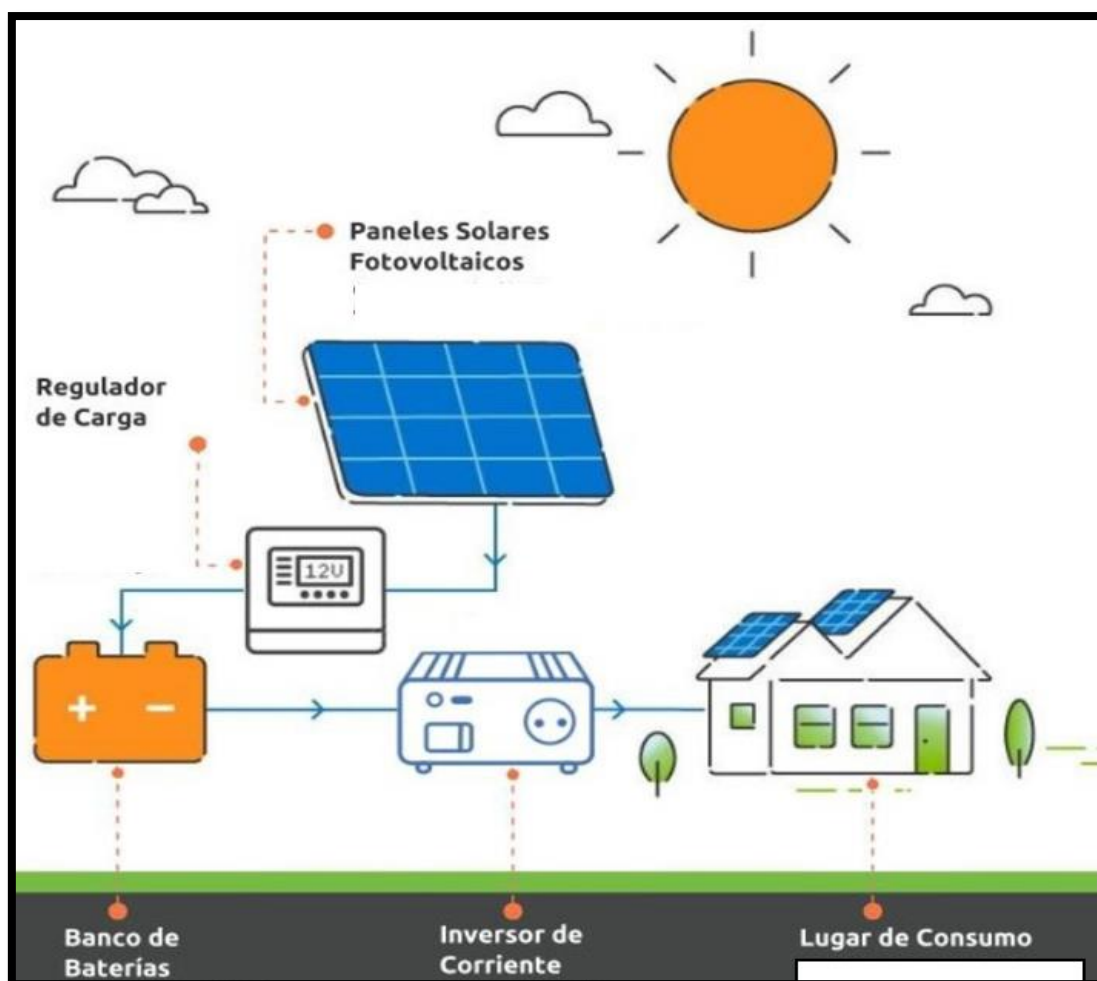


Figura N° 24: Sistemas fotovoltaicos autónomos



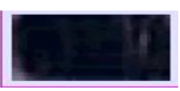
Fuente: www.google.com

2.2.7.- Descripción de los componentes del sistema solar fotovoltaico

1. -Paneles fotovoltaicos: Están compuestas por diversas celdas que están unidas entre serie o en paralelo, esto depende del tipo de conexiones que se requieren en los paneles porque hay diferentes niveles de tensión y corriente generadas.

Para la fabricación de los paneles solares se usan materiales semiconductores, mayormente estos semiconductores son hechos con silicio. [17]

Tabla N° 12: Tipos de paneles fotovoltaicos

Células	Rendimiento Laboratorio	Rendimiento Directo	Características	Fabricación
 Monocrystalino	24 %	15-18%	Es típico los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí.	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con fosforo.
 Policristalino	19-20%	12-14%	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocristalino, pero se disminuye el número de fases de Cristalización.
 Amorfo	16%	10%	Tiene un color homogéneo (marrón) pero no existe conexión visible entre células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

Fuente: Energía solar fotovoltaica

1.1. Células fotovoltaicas

Son las piezas fundamentales de los paneles fotovoltaicos, su función principal es obtener energía eléctrica a partir de la luz solar, las células fotovoltaicas son sensibles a la luz, están fabricadas de un material semiconductor, están hechas mayormente en silicio, lo cual se estimula ante la presencia de la radiación solar aumentando su temperatura y esa energía eléctrica que se obtienen son acumuladas en las baterías. [17]



Figura N° 25: Célula fotovoltaico

Fuente: www.google.com

1.2 Curva de carga de un panel fotovoltaico

En las celdas fotovoltaicas se producen corriente continua, y la curva está dada por corriente(A)-voltaje(V), se caracterizan por formar una intensidad de corriente constante para un amplio rango de tensiones.

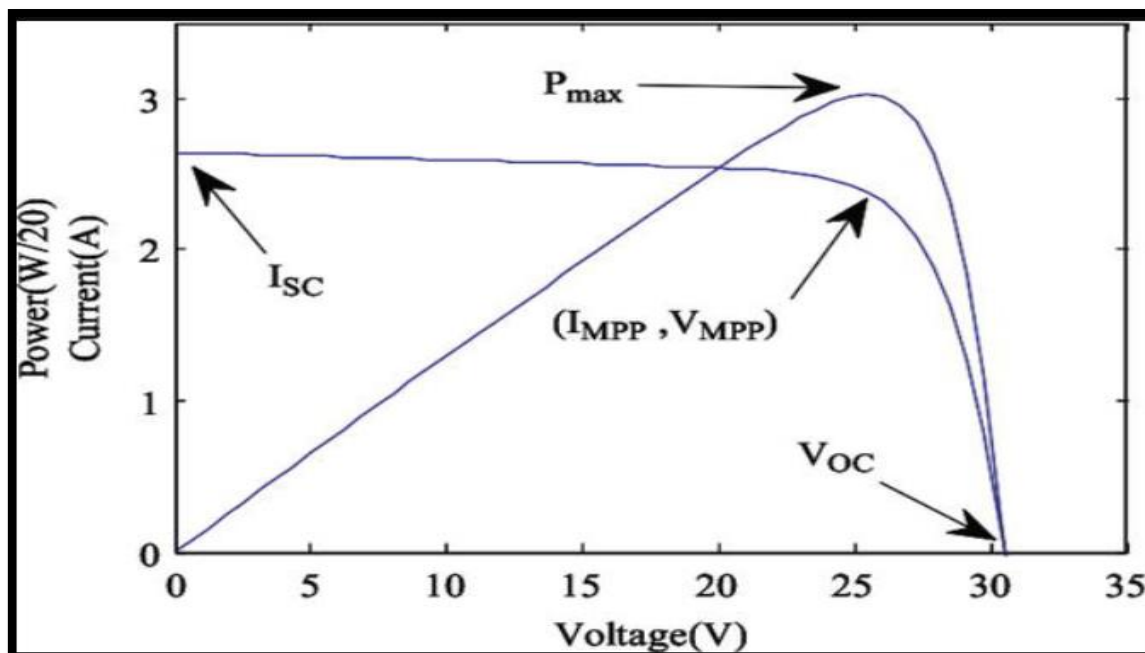


Figura N° 26: Curvas que muestra la influencia de temperatura sobre un panel solar

Fuente: www.google.com

- **Corriente de cortocircuito (I_{sc}).**- Es la intensidad máxima que se puede obtener en un panel solar y se mide en amperio.
- **Tensión de circuito abierto (V_{oc}).**-Es el voltaje máximo que puede tener un panel solar y se mide en voltios.
- **Tensión Máxima (V_m).**- Es el valor de tensión que corresponde a la potencia máxima.
- **Corriente Máxima (I_m).**- Es el valor de corriente que corresponde a la potencia máxima. [32]

1.3 Factores que afectan el rendimiento de un panel fotovoltaico

Energía de la luz incidente

Para generar flujo de corriente en los paneles solares es necesario producir movimientos en los electrones y también que el nivel de radiaciones incida sobre el panel, ya que poseen cierta cantidad de energía entre los límites.

luz incidente posee distintas longitudes de ondas, el 50 % de radiación recibida no es captado por los paneles comerciales, ya que se pierden, porque es muy poca o mucha energía, por otro lado, la corriente es directamente proporcional a la radiación incidente y es captada por los paneles, cuando es muy baja el nivel de energía radiante provocará que la corriente generada sea también baja. [31]

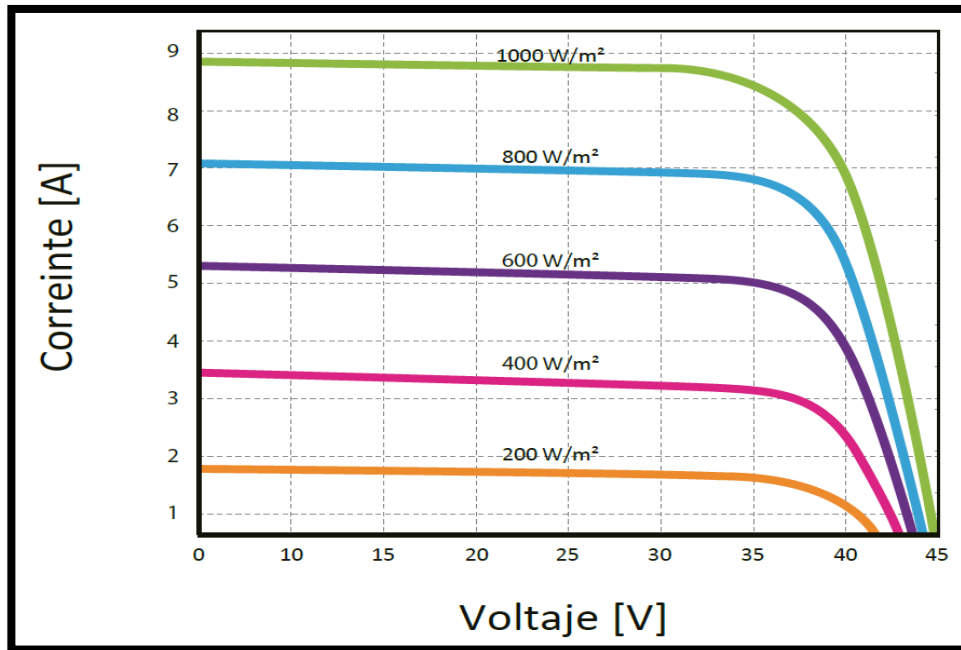


Figura N° 27: Curvas que muestra la influencia de la radiación en la curva I-V de un panel solar.

Fuente: Especificaciones técnicas del panel seleccionado

1.4 Efecto de la temperatura

La temperatura también afecta directamente a la generación de energía de los paneles.

Cuando se aumenta la temperatura, la corriente también aumenta, y por consecuencias el voltaje tiende a caer notablemente, lo que surge una disminución de la potencia entregada por el panel, al contrario, si la temperatura disminuye el voltaje tiende a aumentar, pero la corriente va a disminuir. Si se aumenta en una fracción el nivel de potencia entregada. Se estima que la potencia nominal se reduce aproximadamente un 0.5% por cada grado por sobre de 25 °C. [31]

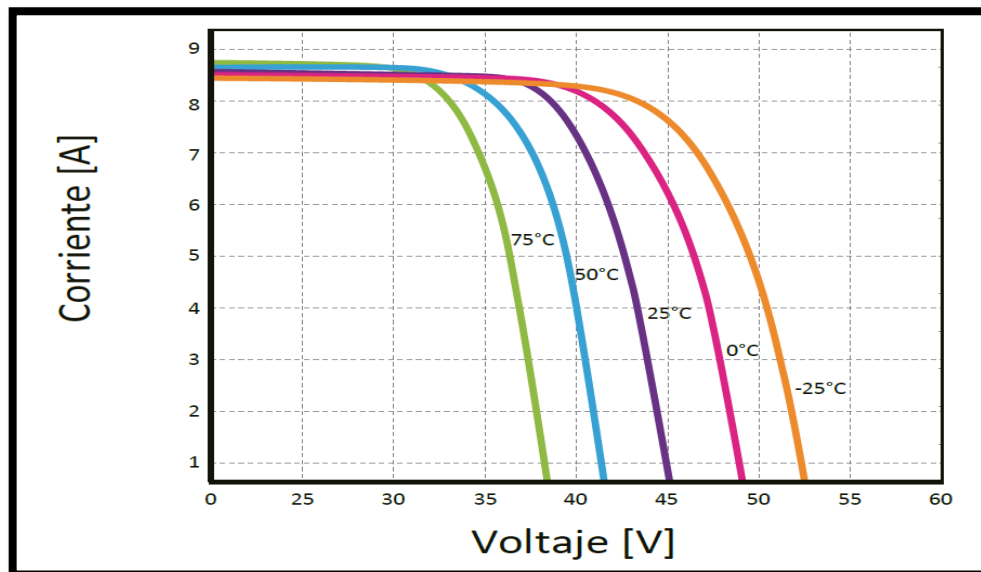


Figura N° 28: Curvas que muestra la influencia de temperatura sobre un panel solar

Fuente: Especificaciones técnicas del panel seleccionado

1.5 Corrección de la tensión y corriente debido a la temperatura

Como los valores de tensión y corriente son dados por el fabricante de paneles solares y son estándar, tenemos que adaptarlos al lugar donde se va a realizar la instalación, por lo cual tenemos averiguar la temperatura de la zona de la instalación.

- Primero es calcular la temperatura de las células del panel solar en la zona donde se va hacer la instalación.
- Segundo es calcular la tensión del circuito abierto.
- Tercero es calcular la corriente del cortocircuito.
- Cuarto es calcular la tensión máxima de potencia.
- Quinto es calcular la corriente máxima de potencia. [33]

1.6 Eficiencia de conversión eléctrica del panel (n_{fv}).

La eficiencia de un panel fotovoltaico, es dado en porcentaje (15% a 20%), esta eficiencia surge de absorber energía solar por medio de los paneles y convertirlo en energía eléctrica.

Los fabricantes de paneles solares nos proporcionan en sus fichas técnicas la eficiencia de panel solar, pero estos parámetros son estándar (irradiancia 1000 W/m^2 con una temperatura de célula de $25 \text{ }^\circ\text{C}$), hay que tener en cuenta que las características geográficas y climatológicas de algunos lugares a veces son diferentes a lo que el fabricante nos está dando en sus fichas técnicas, por tal razón deben ser corregidas estos parámetros con los datos de la zona donde se quiere diseñar, ya que si colocamos esos mismos parámetros que los fabricantes nos dan, podemos cometer errores en nuestro cálculo y por tal razón cuando lo instalemos no salga como lo deseamos. [32]

1.7 Orientación de los paneles

Durante una instalación solar fotovoltaica es fundamental saber colocar los paneles, ya que la orientación óptima nos ayudará aprovechar la mayor cantidad de radiación solar posible, por lo tanto, es necesario que conozcamos bien la zona donde se va a colocar los paneles, para saber a qué lado hay mayor radiación solar durante todo el día, de esta manera podemos obtener la mayor cantidad energética posible. [30]

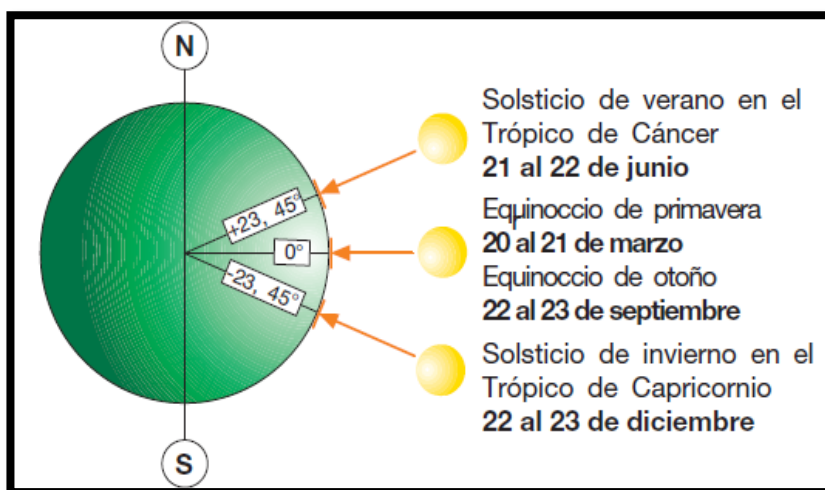


Figura N° 29: Ángulo de incidencia del sol.

Fuente: www.google.com

1.8. Ángulos óptimos de inclinación de los paneles solares.

Para calcular los números de paneles, es necesario determinar la inclinación de los paneles, ya que, los rayos solares nunca van a caer de manera perfectamente perpendicular, por tal razón, debemos saber a qué ángulo deben estar colocados los paneles solares, para que, capturen la mayor cantidad de radiación solar posible, por lo consiguiente es necesario hacer los cálculos de los ángulos, para poder saber la inclinación de los paneles. [30]

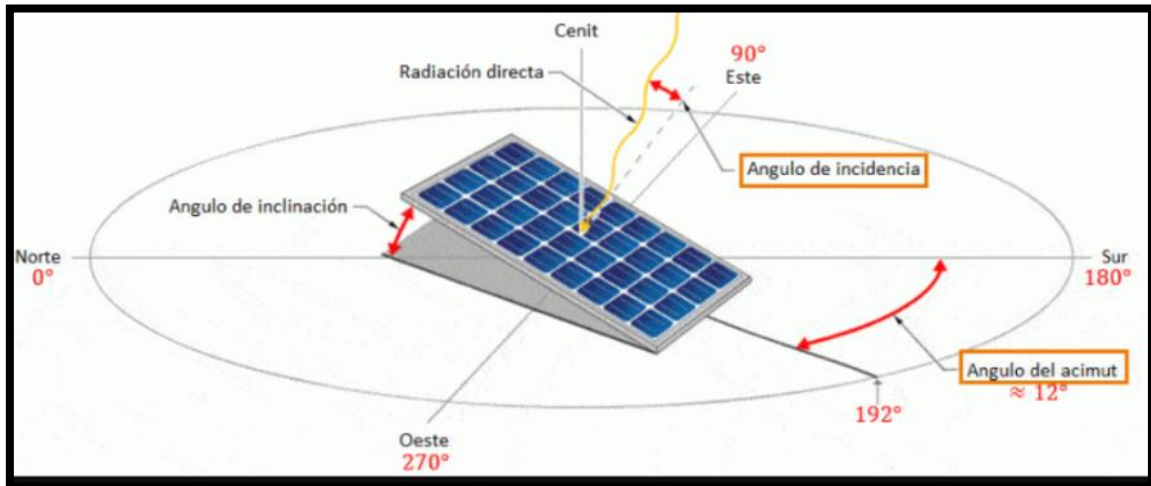


Figura N° 30: Ángulos óptimos de inclinación de los paneles solares

Fuente: www.google.com

1.9. Distancia entre paneles solares

Cuando se va a colocar muchos paneles en un área determinada por necesidad, hay que tener en cuenta la distancia de paneles entre paneles, por tal razón, es importante ver el ángulo inclinación de los paneles, para que esta manera no afecte sus sombras y de esta forma se pueda captar la mayor cantidad de radiación solar. [30]

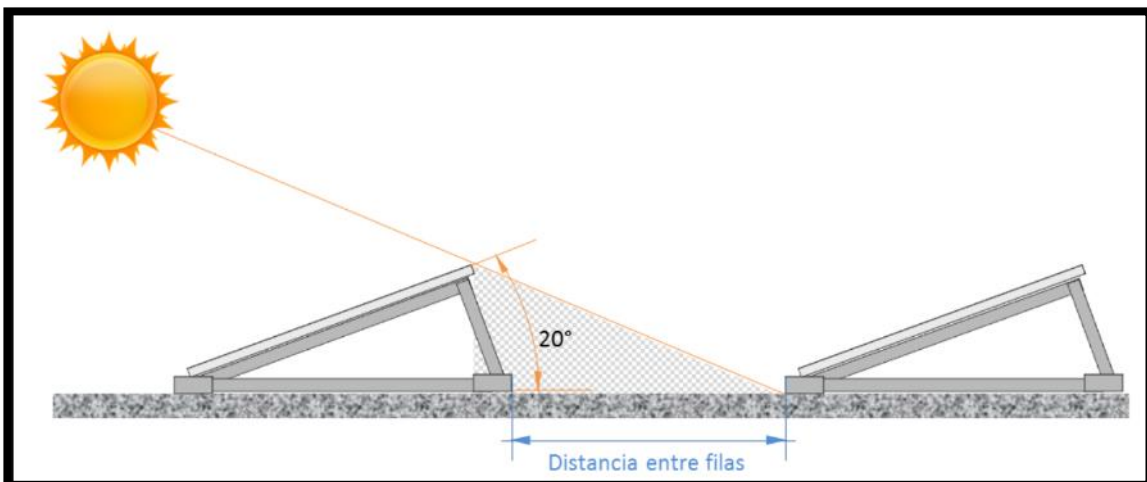


Figura N° 31: Distancia entre paneles solares

Fuente: www.google.com

1.10 Números de paneles

Para poder calcular los números de paneles que necesitan en un proyecto debemos conocer el consumo de energía diaria que se requiere, para que funcione un equipo doméstico.

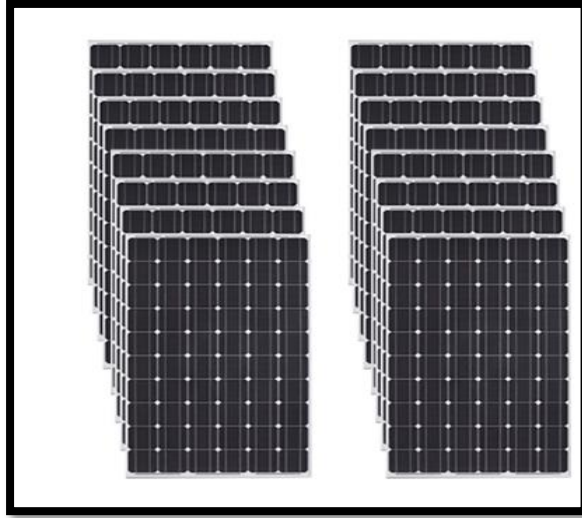


Figura N° 32: Paneles solares

Fuente: www.google.com

1.11.-Posición de los paneles

Mayormente esta diseñados para trabajar con 12 V, 48 V y 48 V, aunque las conexiones aisladas trabajan diferentes tensiones y se pueden conectar en serie o paralelo.

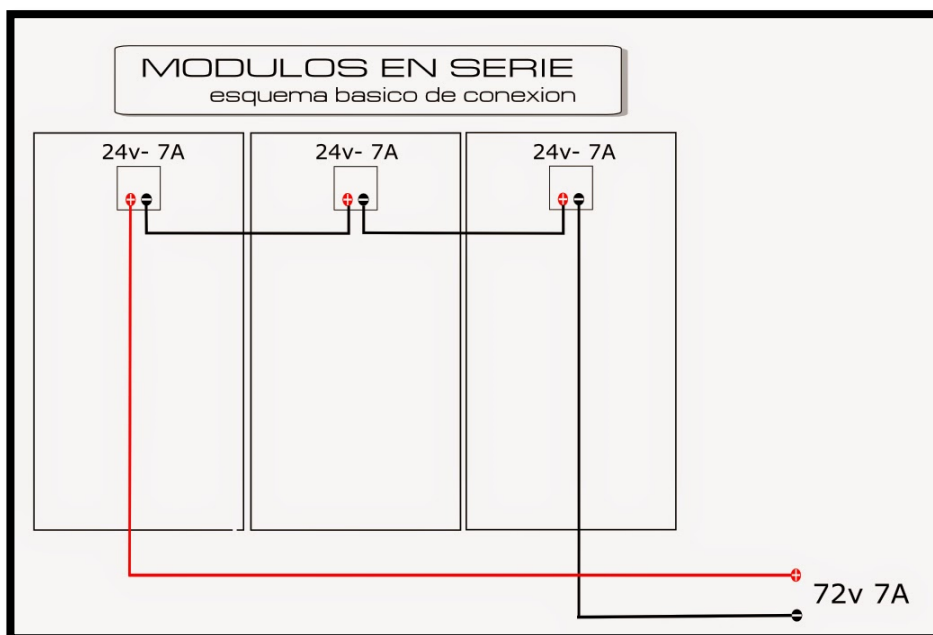


figura N° 33: Conexión de serie del sistema de panel fotovoltaico.

Fuente: (Valencia & Henao Ramírez, 2016)

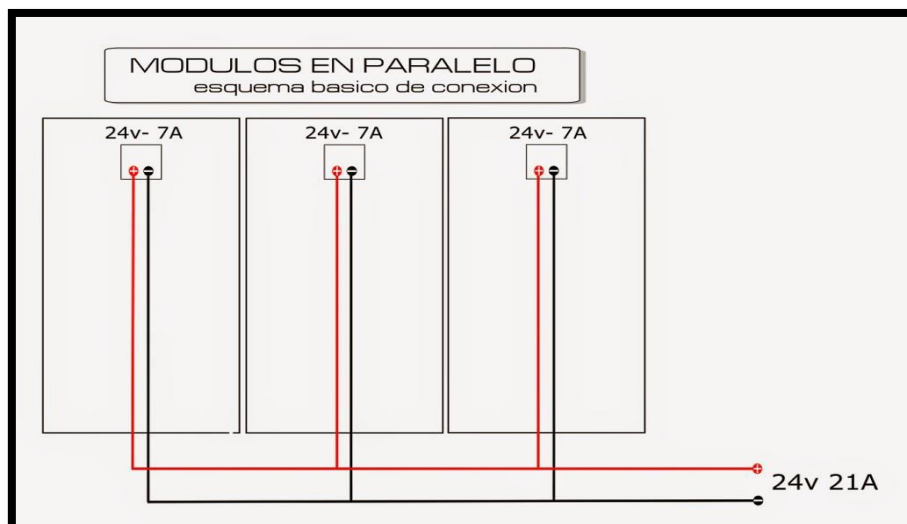


Figura N° 34: Conexión en paralelo de PFV
Fuente: (Valencia & Henao Ramírez, 2016)

1.12.- Estructura de soporte del panel

Las estructuras que soportan a los paneles solares son sumamente importantes, como también sus sistemas de sujeción y el resto de sus componentes, porque si esto fallara todo el sistema fotovoltaico se paraliza.

Normalmente los mismos fabricantes de paneles solares son los que suministran los componentes necesarios para el montaje e instalación de las estructuras. Pero en algunos casos los mismos proyectistas son los encargados de ver la estructura y el montaje porque depende del lugar donde se va a instalar el sistema fotovoltaico, ya que, en algunos proyectos son grandes y hay una gran cantidad de dinero invertido para el beneficio de ciertos poblados, por tal razón se tiene que diseñar las estructuras a las condiciones: Climáticas, topográficas, económicas, etc. Por lo cual tiene que ver los materiales que se encuentren disponibles en el mercado, para poder construir una estructura adecuada para el lugar.

Los paneles solares son livianos, por tal razón, al momento de diseñar las estructuras deben tenerse en cuenta que las estructuras puedan sostener a los paneles solares y que soporten la fuerza del viento, hasta un 150 km/h. [30]



Figura 35: Estructura para fijación de paneles solares con ángulo predeterminado
Fuente: Renunsol

2. -Inversores: su objetivo consiste en convertir la electricidad de corriente continua a una alterna, para dar ese cambio de corriente continua a corriente alterna se hace posible por medio de dispositivo electrónico que permite interrumpir y conmutar su polaridad.

Para una instalación aislada, no debe utilizar energía de una fuente externa., ya que su alimentación se hace por medio de tipo electrónico, según los expertos recomiendan utilizar un inversor que genera una onda senoidal pura, porque es muy parecida a la energía eléctrica. [17]

2.1. Tensión y corriente en el punto de máxima potencia

Para seleccionar nuestro inversor, lo primero que debemos saber es las características necesarias que debe tener nuestra instalación, por lo que es importante conocer la tensión máxima de potencia y la corriente máxima de potencia, para obtener esta tensión máxima lo que se hace es multiplicar el número de paneles que están en serie con la tensión máxima de potencia corregida y para obtener la corriente máxima se debe de multiplicar el número de paneles que están en paralelo con la corriente máxima de potencia corregida, de esta manera podemos escoger nuestro inverso para nuestra instalación. [33]

3. - Batería de acumuladores: los módulos fotovoltaicos almacenan energía eléctrica en baterías acumuladoras, estas baterías están fabricadas o diseñadas especialmente para sistemas fotovoltaicos, esta máquina acumula energía especialmente en horas pico solar y que será utilizada durante la noche o en el momento que se disponga el usuario.





Estas baterías fotovoltaicas están diseñadas para realizar 3 funciones especiales para que vean un buen funcionamiento en la instalación y durante el día los módulos solares se encargan de almacenar la energía eléctrica en las baterías, para posteriormente ser utilizada cuando no ven radiación solar. Normalmente en zonas aisladas la energía eléctrica es utilizada en las noches, lo utilizan en bombillas, televisor, radio, estos equipos funcionan gracias a la energía eléctrica que está acumulada en las baterías. [17]

Tabla N° 13: Características de los principales tipos de batería [17]

Tipos de Baterías	Tensión por Vaso (V)	Tiempo de descarga	Auto descarga por mes	N° de ciclo	Capacidad (por tamaño)	Precio
Plomo -acido	2	8-16 horas	< 5%	Medio	30-50Wh/kg	Bajo
Níquel-Cadmio	1,2	1hora	20%	Elevado	50-80Wh/kg	Medio
Níquel-metal Hydridel	1,2	2-4 horas	20%	Medio	60-120Wh/kg	Medio
Li ion	3,6	2-4 horas	6%	Medio-bajo	110-160Wh/kg	Alto

Fuente: (Jaime Salazar, 2017)

Tabla N° 14: Baterías utilizadas en instalaciones solares [17]

Tipo	Ventajas	Inconvenientes	Aspecto
Tubular estacionaria	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclado Profundo. • Tiempo de vida largas. • Reserva de sedimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio elevado. • Disponibilidad escasa en determinados lugares. 	
Arranque (SLI, automóvil)	<ul style="list-style-type: none"> • Precio. • Disponibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mal funcionamiento ante ciclado profundo y baja corriente. • Tiempo de vida corta. • Escasa reserva de electrolito. 	
Solar	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación similar a SLI. • Amplia reserva de electrolito. • Buen funcionamiento en ciclados medio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de vida media. • No recomendada para ciclados profundos y prolongado. 	
Gel	<ul style="list-style-type: none"> • Escaso Mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro rápido en condiciones de funcionamiento externas de V-I 	

Fuente: (Jaime Salazar, 2017)

Tabla N° 15: Voltaje apropiado de baterías según la potencia del sistema

Referencia de elección de voltaje para las baterías	
Potencia <800 Wp	12V
800Wp<Potencia<1600Wp	24V
1600Wp<Potencia<3200Wp	48V
3200Wp<Potencia<6400Wp	>48V

Fuente: (Instalaciones solares fotovoltaicas)

4. - Regulador de carga: Para que exista un buen funcionamiento en el sistema fotovoltaico se debe conectar un regulador de carga entre los paneles y la batería, siempre es necesario. El regulador se encarga de detener el paso de la energía eléctrica, una vez que la batería haya completado su carga máxima, también proteger la batería cuando hay una sobrecarga, actualmente los reguladores modernos están siendo fabricados para informar el estado de carga de la batería, el nivel de tensión y tiene protecciones adecuados con fusibles, diodos Zener etc. para proteger contra sobreintensidades y sobretensiones.

Las principales funciones del regulador son:

- Sirve para realizar control de consumos de la batería.
- Nos da la información del estado del sistema como el voltaje y corriente de la batería, así como estado de carga, alarmas, entre otros.

- Servir como centro de cableado del sistema.
- Previene las sobrecargas de la batería. Limitar el suministro de energía a la batería por el generador cuando esta se encuentra totalmente cargada.
- Prevenir la sobrecarga de la batería. Desconectar los consumos de batería cuando la carga es muy baja.[7]

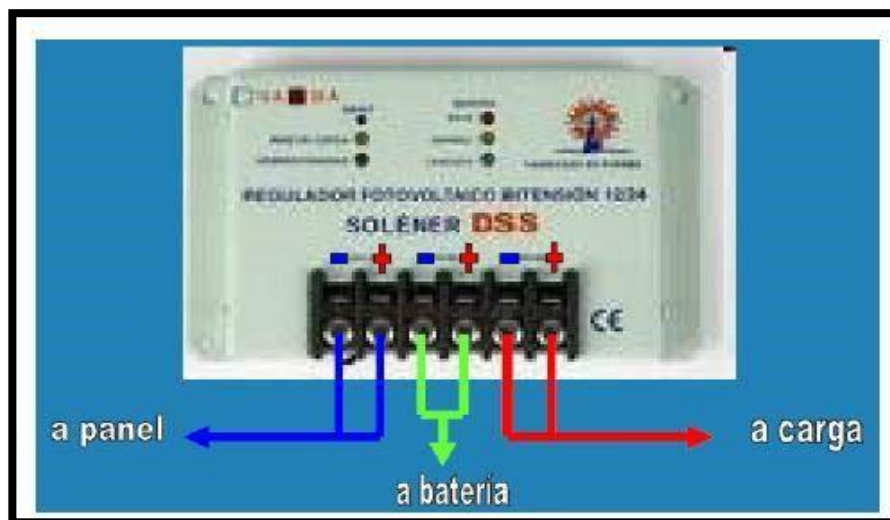


Figura N° 36: Regulador
Fuente: (Jaime Salazar, 2017)

5 Cableado del sistema fotovoltaicos.

Para el cálculo del cableado tenemos que calcular con ciertas normas, ya que cuando hay consumo eléctrico, también habla pérdida debido a la caída de tensión por lo consiguiente tomaremos en cuenta los siguiente:

- Entre los Paneles Fotovoltaicos y el Regulador de Carga: Inferior al 3%.
- Entre el Regulador de Carga y la Batería y: Inferior al 1%.
- Entre la Batería y el Inversor; inferior al 1 %.

6. – Protecciones de corriente continua.

6.1. Interruptor termomagnético

Son dispositivos de protección que se emplean en instalaciones eléctricas para la protección de los conductores o cable, ya sea en sobrecarga o cortocircuitos, estos interruptores son muy utilizados en el interior de las construcciones como de viviendas, industrias, centros comerciales, lo que se debe tener en claro que el interruptor se encarga de proteger el conductor, no así la carga. [38]

Las principales características del interruptor son:

- La tensión de servicio.
- La capacidad de corriente.
- La curva de disparo.



Figura N° 37: Interruptor termomagnético ABB
Fuente: Catálogo de productos ABB

6.2. Interruptor diferencial

Este tipo de interruptor son los encargados de proteger a las personas contra las descargas eléctricas, estas descargas pueden ser ocasionado por los siguientes:

Defectos de los aislamientos debido al envejecimiento de la instalación.

Personas que tocan parte metálica de una instalación eléctrica o cuando la instalación está mal hecha, y cómo funciona, por ejemplo, si alguna persona toca un cable o equipo que pasa energía eléctrica, este dispositivo se encarga de desconectar automáticamente la corriente eléctrica antes que pase alguna desgracia, por eso es importante colocar en el interior de cada construcción, ya sea una departamento, centro comercial, o una industria, un interruptor diferencial ya que esta manera nos estamos protegiendo de los daños que nos puede accionar la energía eléctrica si lo tocamos directamente o indirectamente.

Para seleccionar un interruptor diferencial tiene que ser mayor o igual que el interruptor termomagnético. [38]



Figura N° 38: Interruptor diferencial ABB
Fuente: Catálogo de productos ABB

7.-Topología de la instalación solar fotovoltaica. En este proyecto de instalación solar fotovoltaica, es aplicado para zonas alejadas de las ciudades sin suministro de energía eléctrica, que correspondería a una instalación de tipo aislada, está constituido de paneles solares, regulador, baterías, inversor. La topología para la instalación tipo aislada tiene el siguiente esquema. [30]

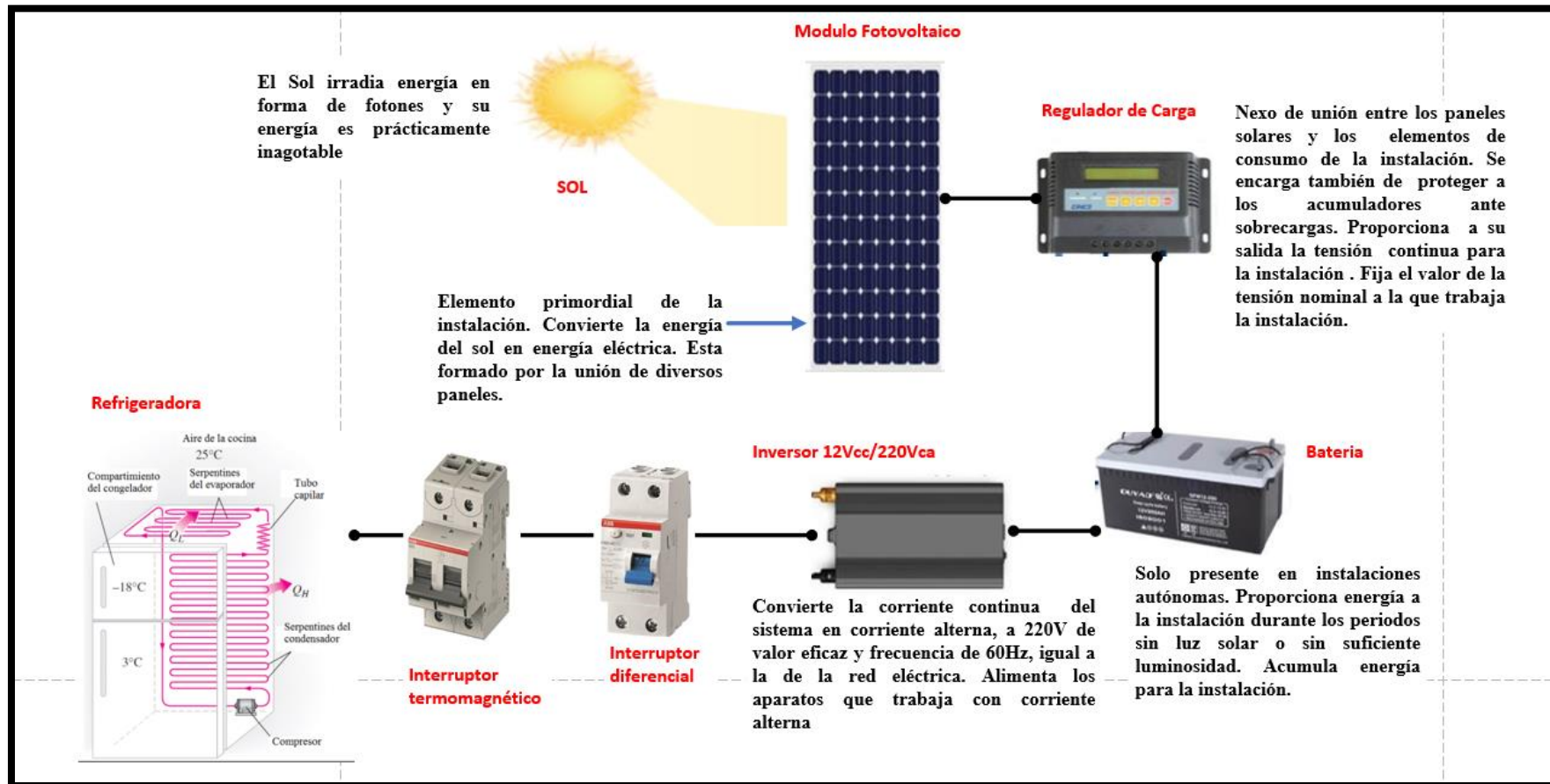


Figura N° 39. Topología de una instalación solar fotovoltaica “Off G

2.2.8.- Conceptos financieros.

2.2.8.1.-Tasa interna de retorno (TIR)

Es una guía que es muy usado por aquellas personas que quieren invertir en algún trabajo y por lo tanto, quisiera saber la tasa de interés que brinda dicho trabajo, asimismo es medida relativa de la rentabilidad del trabajo y se menciona por medio de un tanto por ciento, también, se puede expresar como la tasa interna de retorno, cuando se quiere tomar una decisión para saber si puede invertir en algún proyecto, hay que hacer comparación con la tasa de rentabilidad esperada mínima atractiva o con el costo de oportunidad, si en este caso TIR es mayor que esa tasa entonces eso ayudará a la decisión del proyecto. [17]

La tasa interna de retorno es muy útil en las aplicaciones de proyectos inversión independiente, sin embargo, muestra ciertas limitaciones como:

- Supuesto que los flujos son invertidos a la misma tasa.
- No se calcula cuando todos los flujos son positivos o negativos.
- Aplicados solo en proyectos del mismo tamaño.
- Negativo al inicio y positivo posteriormente. [17]

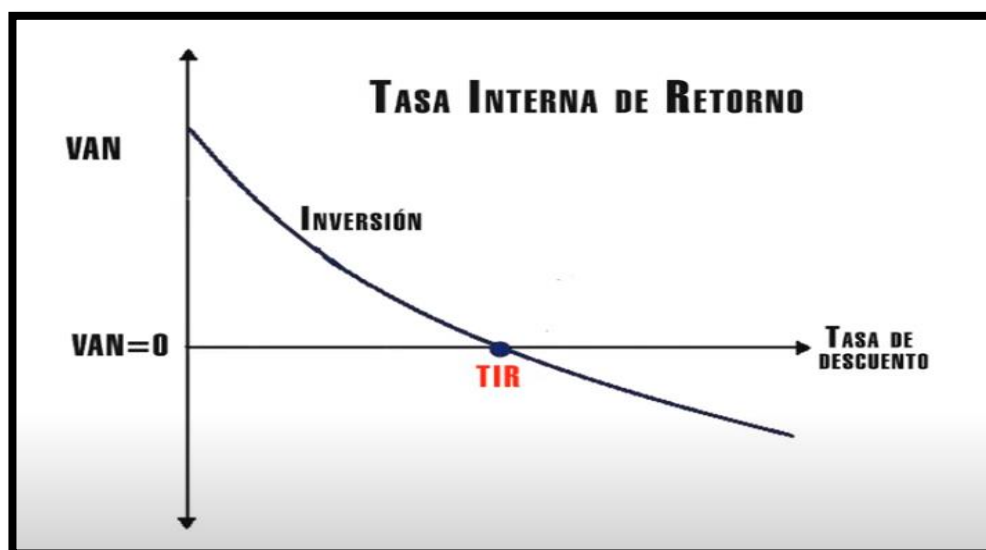


Figura N° 40: Tasa interna de retorno
Fuente: www.google.com

Fórmula que se utiliza para calcular la tasa interna de retorno.

TIR = Hace Que El Van Sea Igual A Cero

$$0 = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + \text{TIR})^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + \text{TIR})^1} + \frac{F_2}{(1 + \text{TIR})^2} \dots \dots \frac{F_n}{(1 + \text{TIR})^n} = 0$$

2.2.8.2.-Valor actual neto: (VAN)

Es el valor actual neto de una inversión en un periodo de tiempo, gracias al VAN podemos saber, si el proyecto que queremos invertir nos traerá un beneficio o no nos dará una pérdida, para eso tenemos que hacer unos cálculos matemáticos, para saber si se puede invertir en dicho

proyecto tenemos que fijarnos en los resultados, si nos sale un número positivo entonces tenemos ganancias, pero si nos arroja un número negativo tenemos pérdida. [17]

2.2.8.3.-ROI

Es muy utilizado para saber el rendimiento de una inversión y se menciona por porcentajes, se puede utilizar en cualquier tipo de inversión, nos hace saber si es positivo o negativo lo que estamos invirtiendo de dinero ese proyecto, esto significa si estamos ganando perdiendo dinero, entonces debemos invertir si tenemos resultados positivos. [17]

III.-Marco metodológico

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Es descriptiva. – ya que se usarán conocimientos teóricos del sistema de paneles solares y del sistema de refrigeración para dar solución a los problemas de carácter social.

3.1.2. Es aplicada. – porque se va a aplicar conocimientos de termodinámica, eléctricos y del sistema fotovoltaico para el diseño de un sistema de refrigeración utilizando energía solar.

3.1.3. Es cuantitativa. - ya que se va a desarrollar cálculos matemáticos para poder terminar los componentes del sistema solar y del sistema de refrigeración.

3.2. Diseño de investigación: investigación experimental

Hay grupos de familias que están alejados de los pueblos y para conseguir alimentos tienen que dedicar gran tiempo del día, para poder comprarlos, algunos alimentos son perecibles por tal razón tienen ser consumidos en breve tiempo porque no cuenta con un sistema de refrigeración o conservación de alimentos, por tal motivo se busca diseñar una refrigeradora de 6,5 Pies cúbicos, tamaño mediano, utilizando como energía la luz solar para eso contaremos con paneles solares, regulador de carga, batería e inversor que nos permitirán tener energía todas las 24 horas del día para hacer funcionar la refrigeradora.

Para desarrollar el diseño primero tuvimos hacer una encuesta por medio de un programa SPSS statistics 23 y se escogió a 29 familias de 49 familias que viven en el caserío Villa Hermosa y luego esos datos fueron introducidos a un programa SPSS statistics 23, para que nos arroja en gráficos estadísticos el porcentaje de las preguntas realizadas, los datos que obtuvimos son de suma importancia para poder sacar carga térmica del equipo, teniendo la carga térmica, se usó el programa EES de ingeniería para hallar la presión y la entalpía, obteniendo estos datos se pudo calcular los componentes del sistema solar y refrigeración, luego se seleccionaron los componentes que irían en el sistema solar teniendo en cuenta la norma de ministerio de energía y minas dirección general de electricidad, como también se seleccionaron los componentes del sistema de refrigeración, teniendo los componentes se prosiguió al diseño de los sistema de refrigeración y solar, posteriormente se hicieron la evaluación económica , con las recomendación y conclusiones.

3.3. Población y muestras

3.3.1 Población: Está conformada por la cantidad de viviendas del Caserío “Villa Hermosa”. El tamaño de la Población del Caserío “Villa Hermosa” es de 49 viviendas.
[7]

3.3.2 Muestra: Para poder obtener la cantidad de personas encuestadas para el proyecto se utilizó el programa SPSS statistics23, de esta forma se pudo conocer el número de familias que serían encuestadas aleatoriamente.

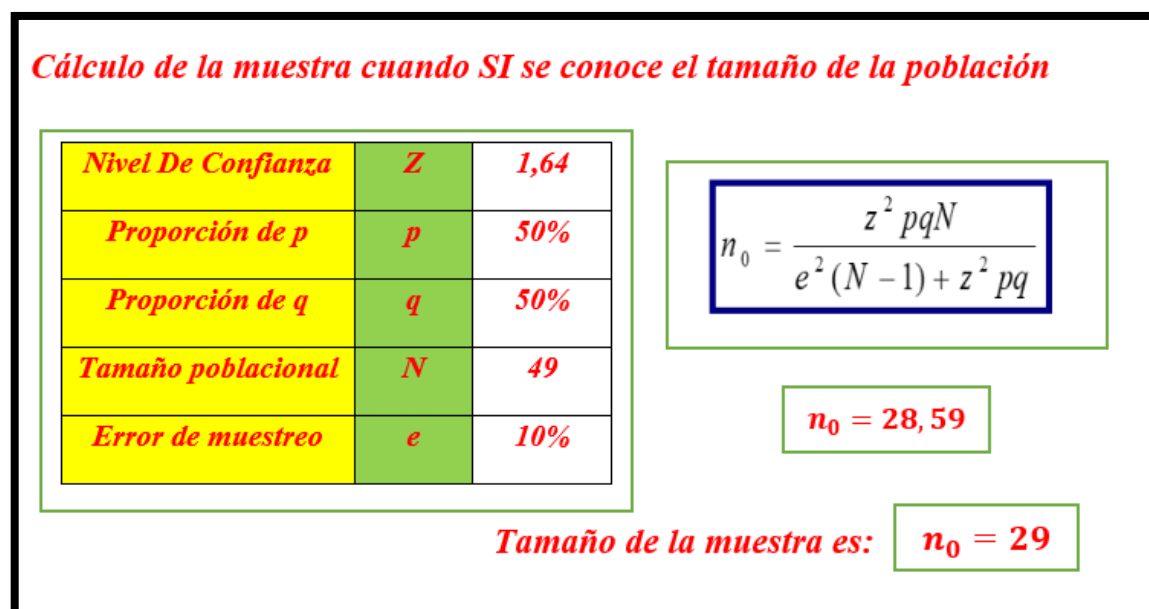


Figura N° 41: Cálculo de la muestra

El resultado nos indica que debemos tomar 29 viviendas al azar para el propósito del proyecto.

3.4. Variables Operacionales.

Tabla N° 16: Variable independiente

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	ítems
Variable independiente Sistema Fotovoltaico	Son aquellos equipos que aprovechan la energía solar para cubrir una demanda eléctrica en lugares aislados, que no están conectados en una red eléctrica.	El sistema de fotovoltaico nos permitirá el funcionamiento del sistema de refrigeración para la conservación de alimentos.	Diseño de un sistema Fotovoltaico	Analizar recurso solar.	
				La eficiencia de los equipos del sistema solar.	%
				Selección equipos para el sistema fotovoltaico.	Unidad
				El ángulo de inclinación óptimos del panel solar	

Tabla: N° 17: Variable dependiente

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Variable dependiente Sistema de Refrigeración	Es mantener una región fría a una temperatura por debajo del entorno.	El sistema de refrigeración nos ayudara a la conservación de alimentos, de esta manera los pobladores reducirán sus gastos.	Diseño de un sistema de refrigeración	Analices de carga térmica.	kW
				Tipo de refrigerante.	
				Temperatura	°C
				Coeficiente de Conductividad	W/m^2k
				Coeficiente de funcionamiento.	
				Materiales a emplear en la construcción.	Unidad
				Eficiencia de los elementos que se emplean en la construcción.	%

3.5.-Técnicas e instrumento de recolección de datos

3.5.1 Encuesta: Se realizó una encuesta virtual a un grupo de personas que viven en zonas aisladas, pero por motivos de estudios actualmente están en una provincia o departamentos, ya que por la pandemia no se puede viajar hasta el caserío para poder hacer la encuesta personalmente, esta encuesta es importante para poder determinar la demanda potencial del Sistema de Refrigeración.

3.5.2 Análisis de documentos: Tesis, artículos, libros, lectura de las Normativas para el diseño.

3.5.3. Medición directa: porque es experimental.

3..6.-Procedimiento de recolección de datos

Tablas N° 18: Datos del caserío Villa Hermosa de la página INEI

Villa Hermosa	
Descripción	Total
Departamento	Amazonas
Provincia	Boncara
Distrito	Yambrasbamba
Centro Poblado	Villa hermosa
Código de Ubigeo y Centro Poblado	0103120044
Longitud	-77,785231667
Latitud	-5,603000
Altitud	1487,2 m.s.n.m
Poblado	150
Vivienda	49
Distancia Del Centro Poblado hacia el Centro Educativo	0,06
Distancia Del Centro Poblado hacia el Centro de Salud más Cerca.	0,03
Centro de Salud	1
Local Comunal	1
Iglesia	1
Institución Educativo Primaria y Secundaria	No Cuenta
Agua Por Red Publica	No Cuenta
Desagüe Por Red Publica	No Cuenta
Energía Eléctrica En las Viviendas	No Cuenta
Puesto de Policial	No Cuenta
Teléfono Publico	No Cuenta
Vía De Mayor Uso	Camino De Herradura y Trocha
Transporte De Mayor Uso	A pie
Tiempo En Horas Hacia La Capital Del Distrito	5
Distancia Del Centro Poblado Hacia la Capital Del Distrito (KM)	141.5

Fuente: Página de la INEI: <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>

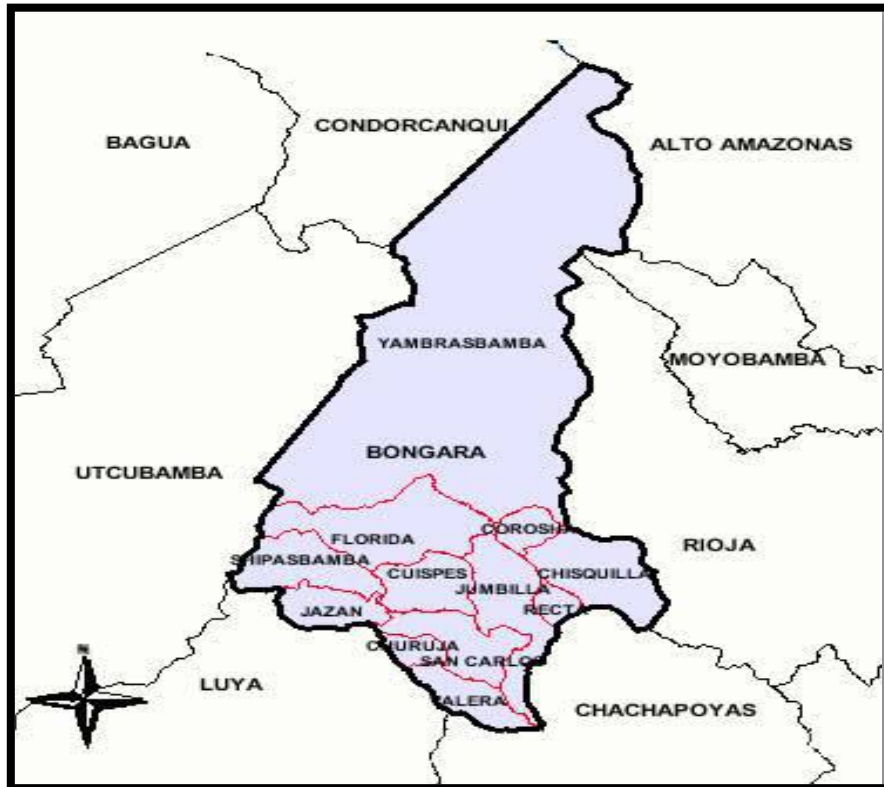


Figura N° 42: Caserío Villa Hermosa -Distrito Yamburasbamba
Fuente: Miner Yorbando Delgado Sánchez



Figura N° 43: Caserío Villa Hermosa
Fuente: Foto de la página del caserío Villa Hermosa del Facebook



Figura N° 44: Caserío Villa Hermosa
Fuente: Miner Yorbandó Delgado Sánchez



Figura N° 45: Puesto de salud Villa Hermosa
Fuente: Miner Yorbandó Delgado Sánchez



*Figura N° 46: Alumnos de la institución educativa de caserío Villa Hermosa
Fuente: Miner Yorbando Delgado Sánchez*



Figura N° 47: Recursos Naturales del Caserío Villa Hermosa.
Fuente: Fotos de la página del caserío Villa Hermosa del Facebook

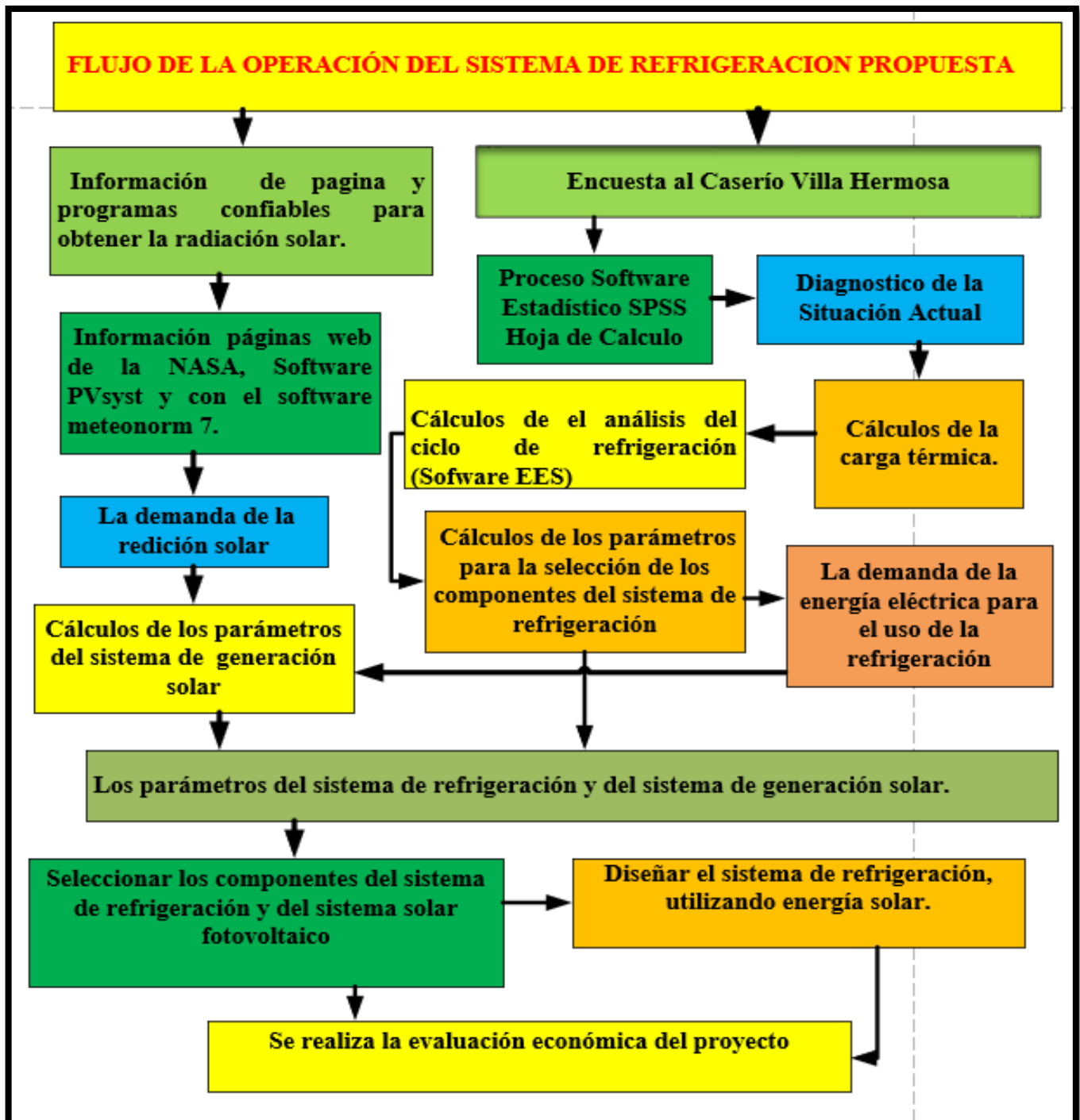


Figura N° 48: De flujo de ejecución del diseño

IV.- Resultados

4.1.- Identificar la información de la radiación solar a través de los diferentes mecanismos.

The screenshot shows a web interface for entering geographical data. At the top, there is a green header with the text 'Parámetros del lugar geográfico'. Below this, there are three tabs: 'Geographical Coordinates', 'Climatología Mensual', and 'Mapa interactivo'. The 'Geographical Coordinates' tab is active.

Under the heading 'Ubicación', there is a form with the following fields:

- 'Nombre del lug' (Location Name): A text box containing 'YAMBRASBAMBA-VILLA HERMOSA'.
- 'País' (Country): A dropdown menu with 'Peru' selected.
- 'Región' (Region): A dropdown menu with 'América del Sur' selected.

To the right of the form is a button labeled 'Muestra mapa' (Show map) with a globe icon.

Under the heading 'Coordenadas Geográficas' (Geographical Coordinates), there is a photograph of a rural settlement with several small houses and a dirt road, set against a backdrop of lush green hills under a blue sky with some clouds.

To the right of the photograph is a map of Peru, with the region of Yauca highlighted in light blue. The map shows various provinces, including Condorcangui, Alto Amazonas, Moyobamba, Bongara, Florida, Cuzpes, Jumbilla, Chocull, Rioja, Jazan, Yumbilla, San Carlos, Ullera, and Chachapoyas.

Below the heading 'Coordenadas Geográficas', the following coordinates are displayed:

- Longitud: 77,7852316670
- Latitud: -5,6030000000
- Altitud: 1487.2

Figura N° 49: Ubicación y coordenadas geográficas

Con el propósito de obtener los datos de la radiación solar del caserío Villa Hermosa se ha consultado con 3 fuentes como son: Consulta a la página web de la NASA, El software Pvsyst y el software Meteonorm 7, cuyos datos se detallan a continuación:

4.1.1.-Página de la NASA

Se consultó a la página de la NASA, los últimos 5 años consecutivos desde (2015-2019), la cual nos brindara la información de la Irradiación Horizontal Global, temperatura, Velocidad del viento y humedad relativa, se obtuvieron estos datos al ingresar a la página de la NASA y colocar los de latitud (-5,603) y longitud (-77,785) de la zona y obtuvimos los siguientes gráficos.

Tabla: N° 19: Radiación solar de la NASA desde 2015-2019

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
2015	3,29	3,98	3,55	3,83	3,54	3,89	3,86	4,37	4,55	4,53	4,26	3,76	3,95
2016	4,16	3,1	3,59	4,28	4,06	3,77	3,86	4,44	4,29	4,63	4,75	3,91	4,11
2017	3,42	3,37	3,45	3,82	3,83	4,05	4,11	4,33	4,06	4,53	4,64	3,77	3,95
2018	3,71	3,24	3,38	3,72	3,93	3,95	3,85	4,1	4,52	3,87	4,04	3,35	3,73
2019	3,48	3,29	3,51	3,97	3,93	3,9	4,03	4,26	4,43	3,91	4,11	4,01	3,82

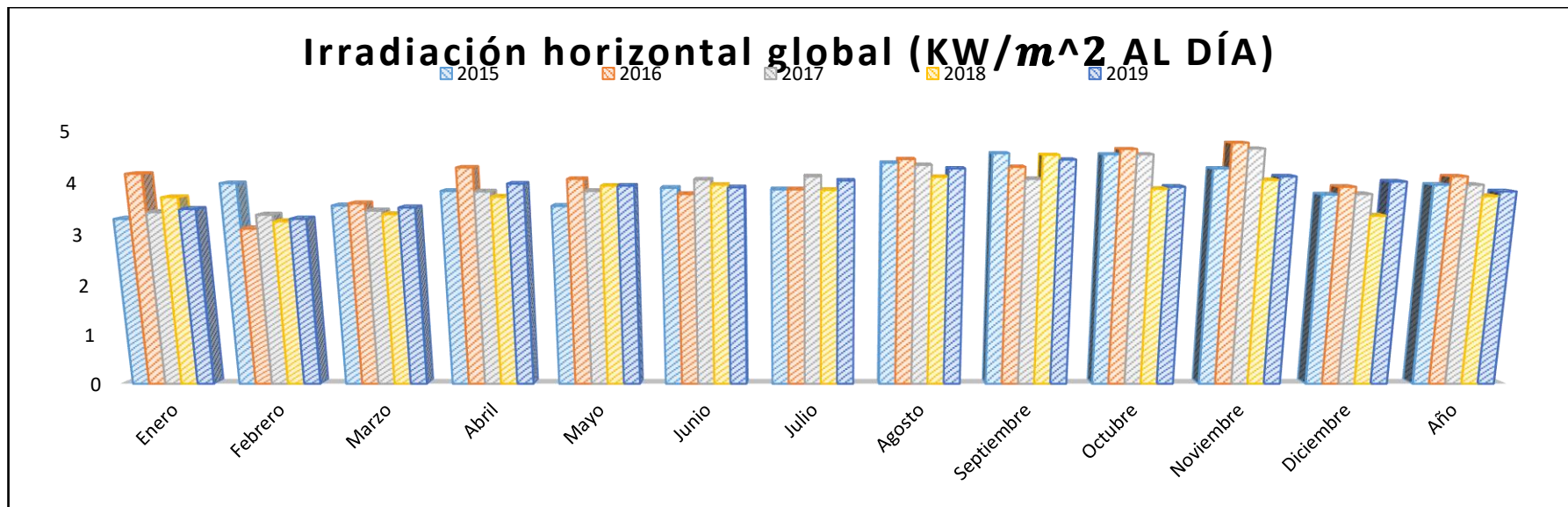


Figura N° 50: Irradiación horizontal global (2015-2019)

Tabla: N° 20: Temperatura máxima NASA desde 2015-2019

<i>Años</i>	<i>Enero</i>	<i>Febrero</i>	<i>Marzo</i>	<i>Abril</i>	<i>Mayo</i>	<i>Junio</i>	<i>Julio</i>	<i>Agosto</i>	<i>Septiembre</i>	<i>Octubre</i>	<i>Noviembre</i>	<i>Diciembre</i>	<i>Año</i>
2015	23,25	23,49	23,3	22,61	23,13	23,14	24,12	25,62	26,42	25,76	25,76	24,93	24,3
2016	26,14	24,69	25,12	24,89	24,77	23,04	24,39	25,44	25,5	25,66	26,67	24,02	25,03
2017	22,74	22,61	22,74	23,4	23,22	23,46	23,95	25,39	25,21	25,51	24,37	24,19	23,91
2018	23,25	23,15	22,55	22,46	22,89	23,09	23,49	24,23	25,56	24,53	24,34	23,49	23,59
2019	23,38	23,36	23,43	24,31	24,42	24,03	23,98	25,24	25,75	24,46	24,4	22,92	24,14

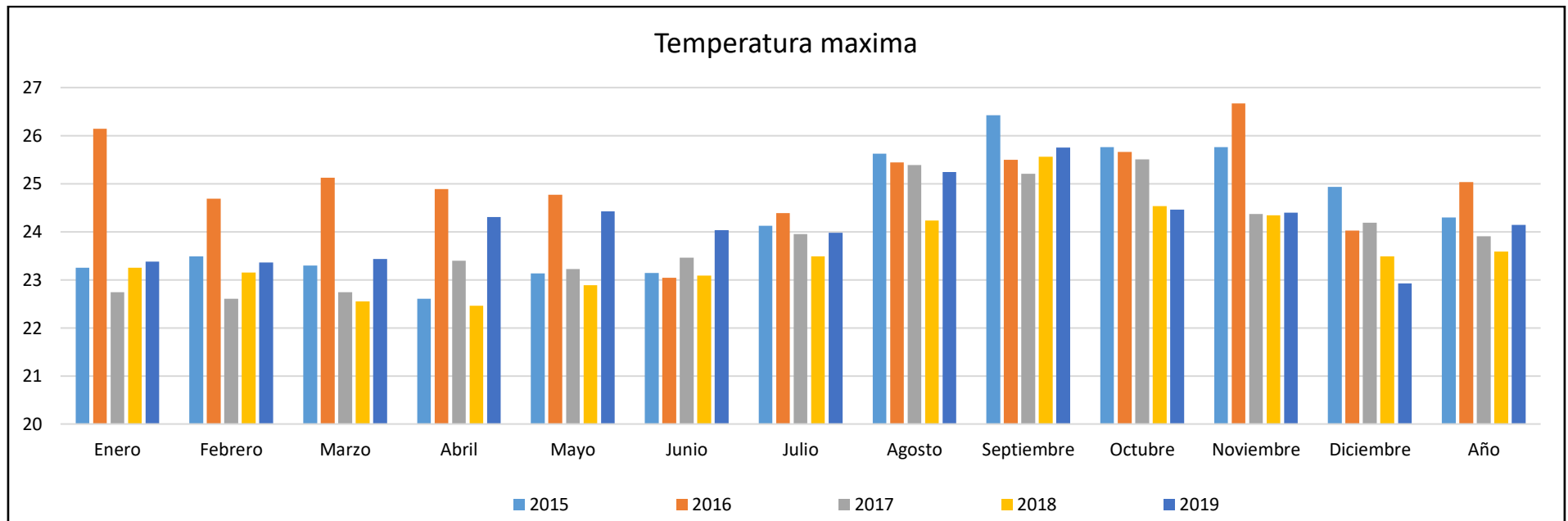


Figura N° 51: Temperatura máxima (2015-2019)

Tabla: N° 21: Temperatura mínima NASA desde 2015-2019

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
2015	14,27	14,71	14,92	14,19	13,78	13,1	13,31	13,54	14,31	14,81	15,29	14,82	14,25
2016	15,89	15,48	15,55	15,37	14,47	12,92	13,13	13,77	14,37	14,85	15,16	14,98	14,66
2017	14,32	14,54	14,72	14,45	14,44	13,28	12,46	13,97	14,26	14,54	15,07	14,99	14,25
2018	14,13	14,63	14,74	13,94	13,93	12,45	12,62	12,8	13,99	14,97	15,23	14,31	13,97
2019	14,31	15,12	14,87	15,13	14,56	13,47	13,02	12,91	14,04	14,5	15,15	14,66	14,3

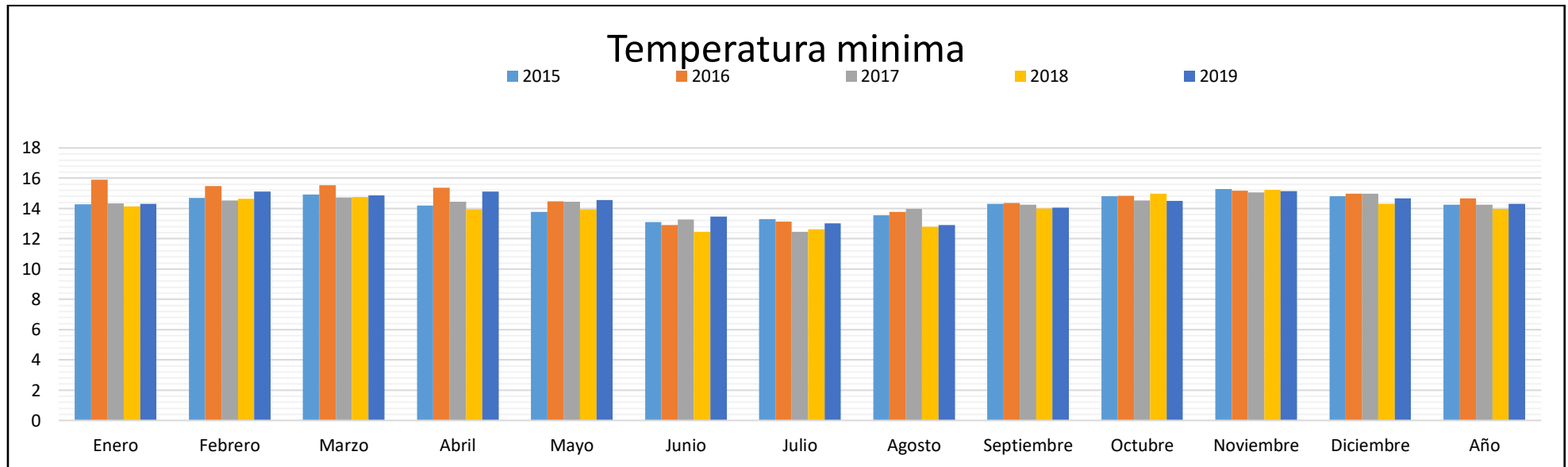


Figura N° 52: Temperatura mínima (2015-2019)

Tabla: N° 22: Humedad relativa NASA desde 2015-2019

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
2015	79,17	78,61	80,93	82,27	80,53	77,15	74,64	68,29	67,01	71,27	73,12	74,43	75,6
2016	74,3	78,5	78,31	78,09	77,18	76,32	72,51	68,0	69,92	70,84	65,73	76,7	73,86
2017	80,01	80,69	82,7	80,73	80,86	76,81	72,39	69,96	71,06	71,46	74,76	76,26	76,45
2018	78,12	80,73	82,69	81,94	81,65	75,87	73,21	70,77	69,69	74,1	76,37	77,87	76,9
2019	79,65	80,47	80,21	78,89	76,95	73,79	73,33	68,05	67,71	73,16	76,53	82,36	75,91

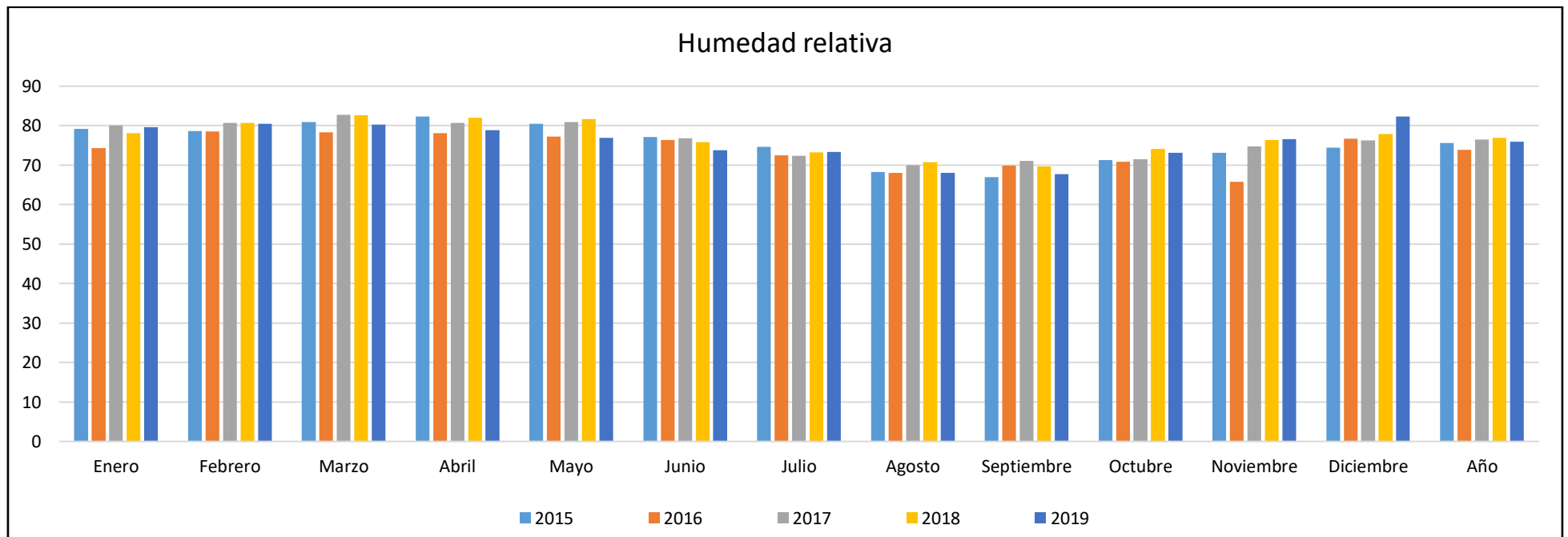


Figura N° 53: Humedad relativa (2015-2019)

Tabla: N° 23: Velocidad del viento NASA desde 2015-2019

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
2015	5,23	5,03	4,72	5,15	5,05	6,69	6,26	6,28	6,17	5,53	5,04	5,79	5,58
2016	4,99	5,49	5,19	5,11	5,56	6,32	6,31	6,42	5,75	5,02	5,4	4,96	5,54
2017	4,67	4,25	4,34	5,0	4,64	5,08	6,7	5,84	5,86	5,47	4,21	4,73	5,07
2018	4,89	4,94	4,94	4,64	4,65	5,83	6,13	6,55	5,81	4,69	4,72	5,27	5,26
2019	5,35	4,99	4,89	4,75	4,95	6,46	6,06	7,15	6,02	5,18	4,66	4,89	5,45

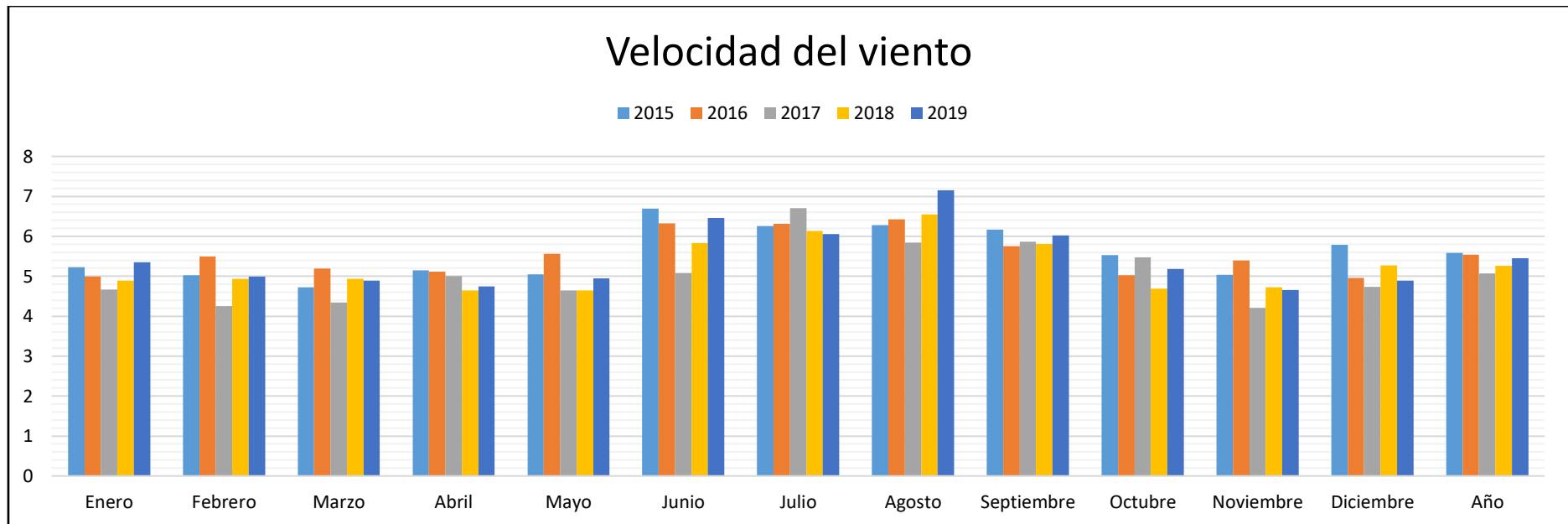


Figura N° 54: Velocidad del viento (2015-2019)

Resultados

- Se hizo una comparación de irradiación horizontal global por cada mes desde el año (2015-2019), y se toma de cada mes la irradiación horizontal global más crítica.
- Se compararon las temperaturas máximas por cada mes desde el año (2015-2019), y se escogió de cada mes la temperatura máxima.
- Se compararon las temperaturas mínimas por cada mes desde el año (2015-2019), y se escogió por cada mes la temperatura mínima.
- Se compararon la humedad relativa por cada mes desde el año (2015-2019), y se escogió por cada mes la humedad relativa la mayor y la menor.
- Se compararon la velocidad del viento por cada mes desde el año (2015-2019), y se escogió la mayor velocidad por cada mes.

Tabla: N° 24: Resultados datos de la NASA

Meses	Irradiación Horizontal Global	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Humedad Relativa Mayor	Humedad Relativa Menor	Velocidad del Viento
	(kW/m ² al día)	°C	°C	%	%	m/s
Enero	3,29	26,14	14,27	80,01	74,3	5,35
Febrero	3,1	24,69	14,54	80,69	78,5	5,49
Marzo	3,38	25,12	14,72	82,7	78,31	5,19
Abril	3,72	24,89	13,94	82,27	78,09	5,15
Mayo	3,54	24,77	13,78	81,65	76,95	5,56
Junio	3,77	24,03	12,45	76,81	73,79	6,69
Julio	3,85	24,39	12,46	74,64	72,39	6,31
Agosto	4,1	25,62	12,8	70,77	68	6,55
Septiembre	4,06	26,42	13,99	71,06	67,01	6,17
Octubre	3,87	25,76	14,5	74,1	70,84	5,53
Noviembre	4,11	26,67	15,07	76,37	65,73	5,4
Diciembre	3,35	24,93	14,31	82,36	74,43	5,79

4.1.2.-Software Meteonorm 7

Se consultó al software meteonorm 7, de los años siguiente (2015-2019), la cual nos brindó la información de la Irradiación Horizontal Global, temperatura, Velocidad del viento y humedad relativa, se obtuvieron estos datos al ingresar al software meteonorm 7 y colocar los de latitud (-5,603) y longitud (-77,785) de la zona y obtuvimos los siguientes gráficos.

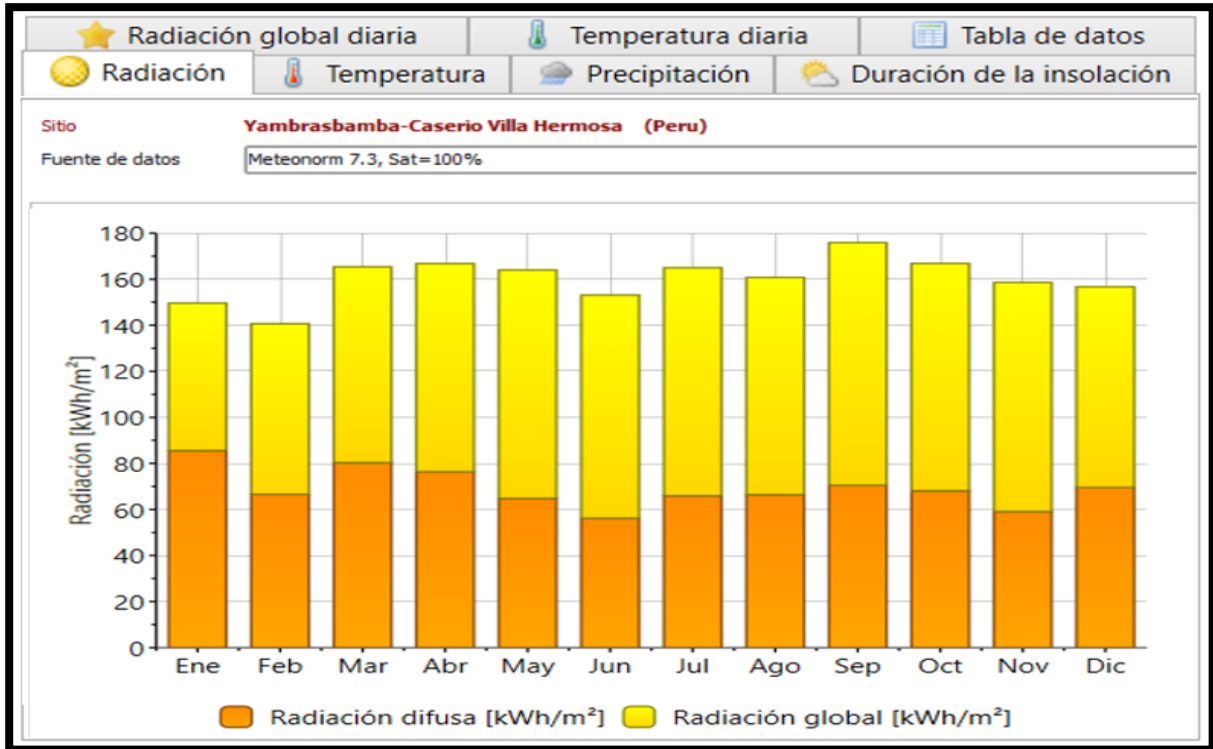


Figura N° 55: Radiación solar con software Meteonorm 7

Fuente: Software Meteonorm 7

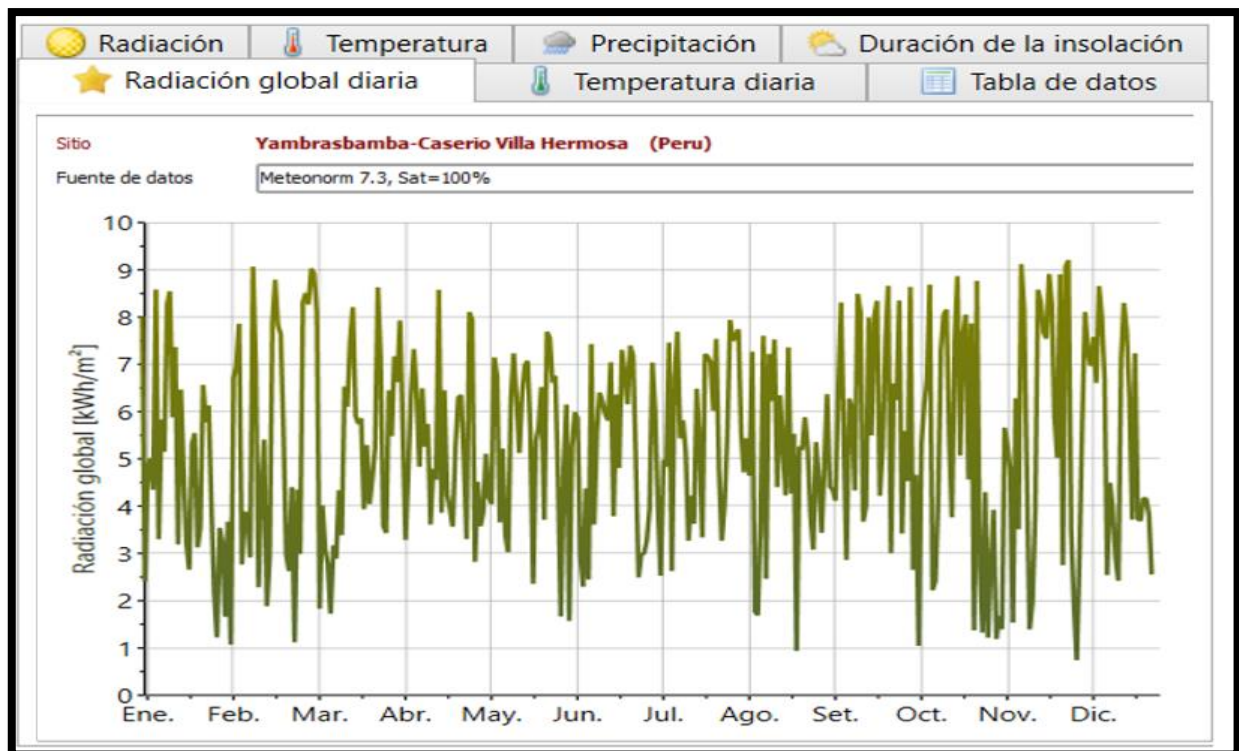


Figura N° 56: Radiación global diaria solar con software Meteonorm 7

Fuente: Software Meteonorm 7

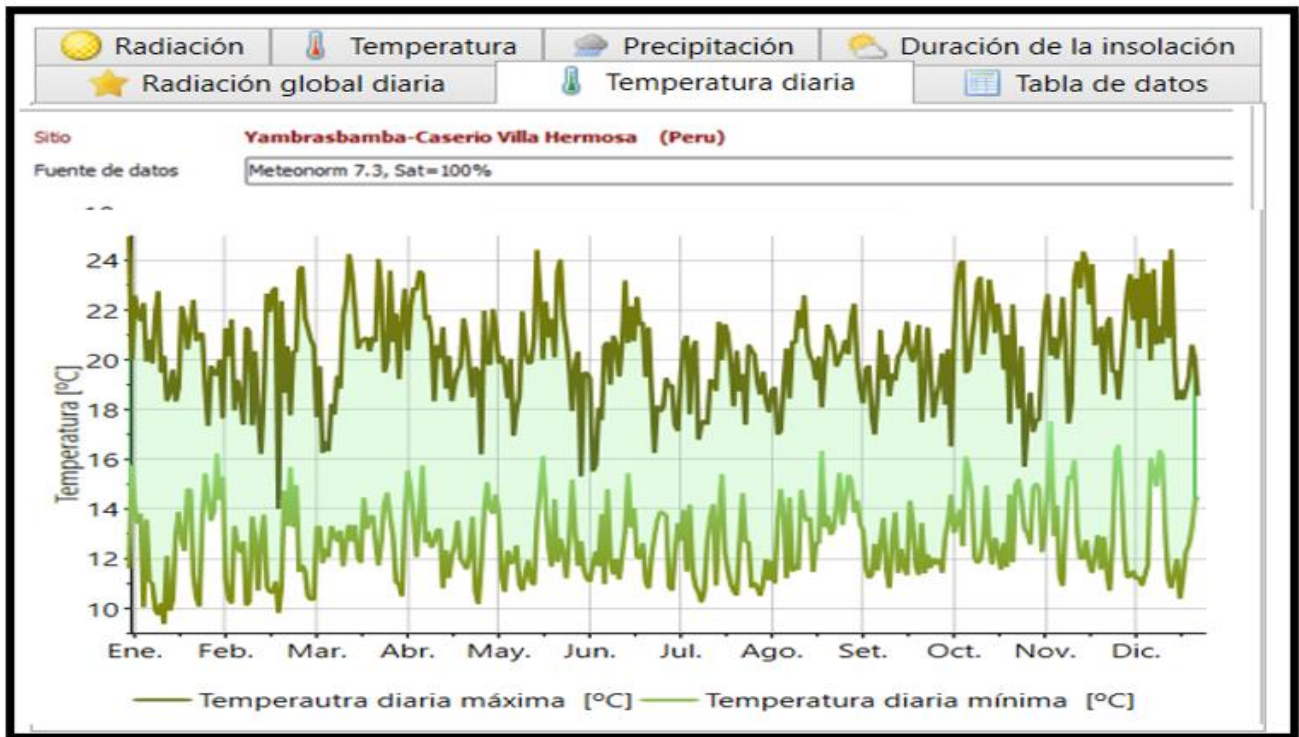


Figura N° 57: Temperatura diaria con el software Meteonorm 7
Fuente: Software Meteonorm 7

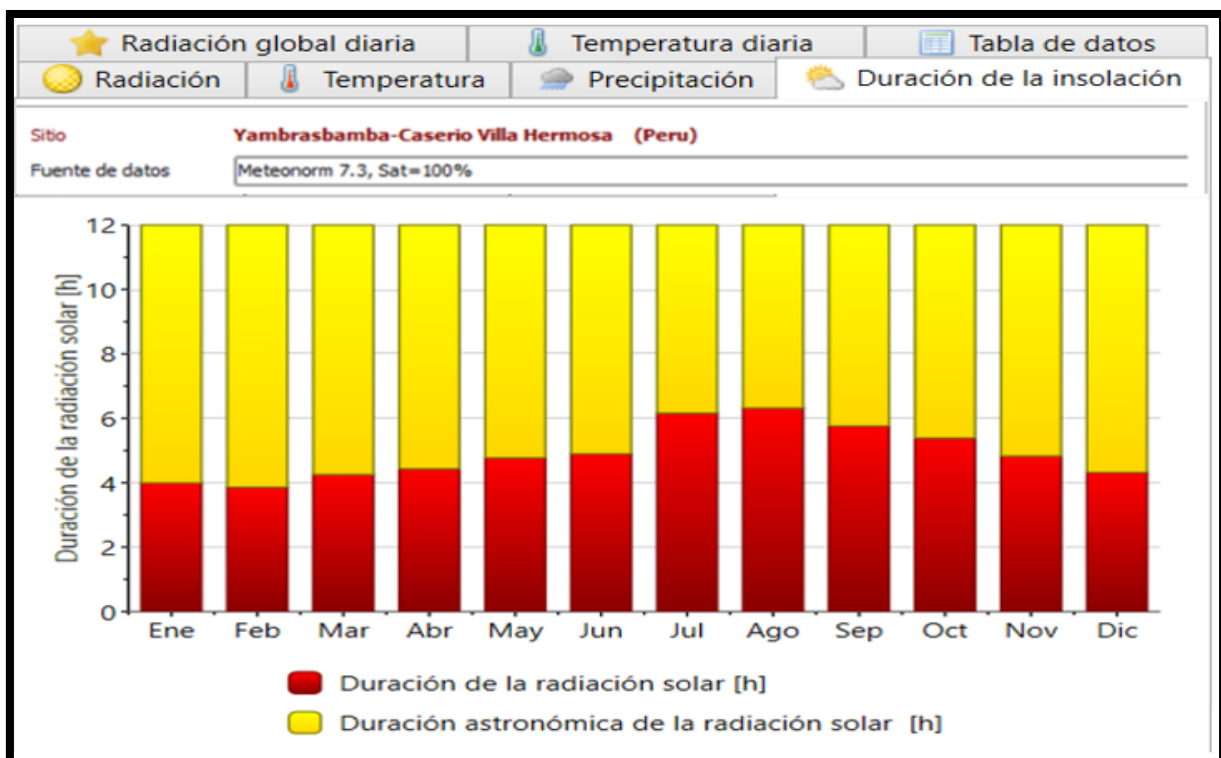


Figura N° 58: Duración de la insolación con el software Meteonorm 7
Fuente: Software Meteonorm 7

Radiación		Temperatura		Precipitación		Duración de la insolación	
Radiación global diaria		Temperatura diaria		Tabla de datos			
Sitio Yambrasbamba-Caserio Villa Hermosa (Peru)							
Fuente de datos Meteonorm 7.3, Sat=100%							
	Irradiación horizontal global kWh/m ² /día	Irradiación difusa horizontal kWh/m ² /día	Temperatura °C	Velocidad del viento m/s	Turbidez Linke [-]	Humedad relativa %	
Enero	5.11	2.21	19.0	3.80	2.950	67.2	
Febrero	5.20	2.61	20.1	3.20	2.953	66.9	
Marzo	5.36	2.26	20.1	3.10	2.906	67.4	
Abril	5.55	2.32	18.2	3.50	2.848	70.4	
Mayo	5.45	1.82	16.1	3.89	2.777	72.1	
Junio	5.32	1.88	14.0	3.60	2.762	76.3	
Julio	5.40	1.83	13.8	3.61	2.823	75.9	
Agosto	5.59	2.08	13.6	3.70	3.310	75.3	
Septiembre	5.84	2.26	13.5	4.21	3.730	75.4	
Octubre	5.58	2.22	14.2	4.29	3.213	73.6	
Noviembre	5.51	2.32	14.8	4.20	3.134	73.4	
Diciembre	5.32	2.27	17.0	4.10	3.072	70.4	
Año	5.44	2.17	16.2	3.8	3.040	72.0	

Figura N° 59: Tabla de datos desde (2015-2020) con el software Meteonorm 7

Fuente: Software Meteonorm 7

4.1.3.- Software Pvsyst

Con la ayuda del software Pvsyst nos permitirá tener los siguientes datos de temperatura, Velocidad del viento y humedad relativa, se obtuvieron estos datos al ingresar al programa y colocar latitud (-5,603) y longitud (-77,785) de la zona y obtuvimos la siguiente tabla.

Tabla: N°25: Resultados de datos desde (2015-2019) con el del software Pvsyst

Meses	Irradiación Horizontal Global	Temperatura	Humedad Relativa	Velocidad del Viento
	(kW/m ² al día)	°C	%	m/s
Enero	3,82	20,5	75,8	1,21
Febrero	3,42	21,2	74,1	1,24
Marzo	3,56	20,6	60,4	1,30
Abril	4,04	20,5	77,1	1,23
Mayo	4,13	20,4	78,0	1,14
Junio	3,87	20,1	79,2	1,63
Julio	3,97	20,3	74,4	1,37
Agosto	4,51	20,6	73,2	1,28
Septiembre	4,75	21,6	68,4	1,24
Octubre	4,95	22,2	71,3	1,30
Noviembre	4,80	21,6	67,3	1,36
Diciembre	3,99	20,8	64,5	1,20
Año	4,15	20,7	72,0	1,3

Fuente: Software Pvsyst

Resultados Finales de Irradiación Horizontal Global, Temperatura máxima y mínima, Humedad Relativa, velocidad del viento.

Tabla: N° 26: Tabulación de irradiación horizontal global

PROGRAMA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PVsys	3,82	3,42	3,56	4,04	4,13	3,87	3,97	4,51	4,75	4,95	4,8	3,99
NASA	3,29	3,1	3,38	3,72	3,54	3,77	3,85	4,1	4,06	3,87	4,11	3,35
METEONORM	5,11	5,2	5,36	5,55	5,45	5,32	5,4	5,59	5,84	5,58	5,51	5,32

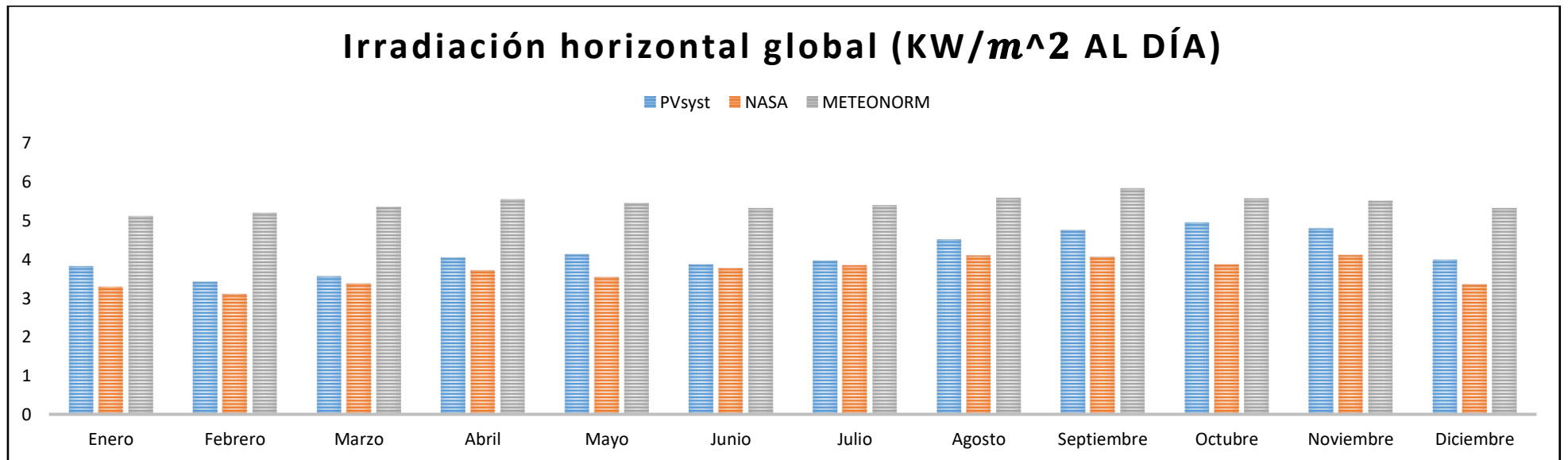


Figura N° 60: Tabulación de irradiación horizontal global

Tabla: N° 27: Humedad Relativa

Programa	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
NASA (H.R. Mayor)	80,01	80,69	82,7	82,27	81,65	76,81	74,64	70,77	71,06	74,1	76,37	82,36
NASA (H.R. Menor)	74,3	78,5	78,31	78,09	76,95	73,79	72,39	68,00	67,01	70,84	65,73	74,43
PVsyst	75,8	75,1	60,4	77,1	78,0	79,2	74,4	73,2	68,4	71,3	67,3	64,5
METEONORM	67,2	66,9	67,4	70,4	72,1	76,3	75,9	75,3	75,4	73,6	73,4	70,4

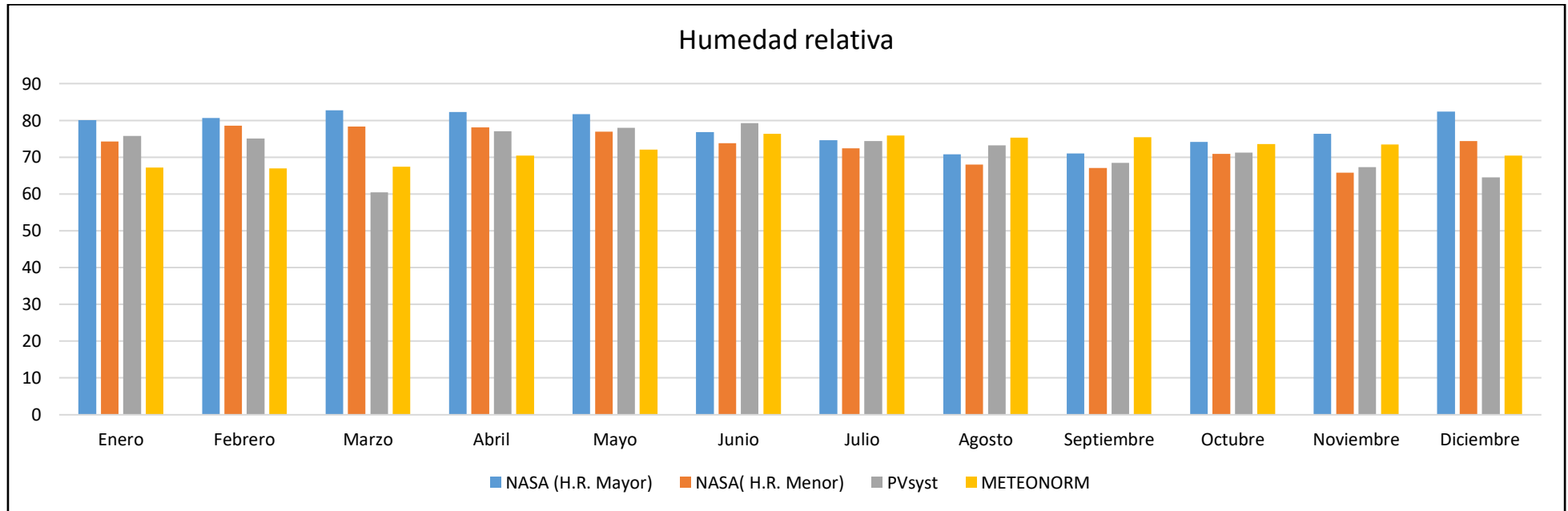


Figura N° 61: Humedad relativa

Tabla: N° 28: Velocidad del viento

Programa	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
NASA	5,35	5,49	5,19	5,15	5,56	6,69	6,31	6,55	6,17	5,53	5,4	5,79
PVsys	1,21	1,24	1,3	1,23	1,14	1,63	1,37	1,28	1,24	1,3	1,36	1,2
METEONORM	3,8	3,2	3,1	3,5	3,89	3,6	3,61	3,7	4,21	4,29	4,2	4,1

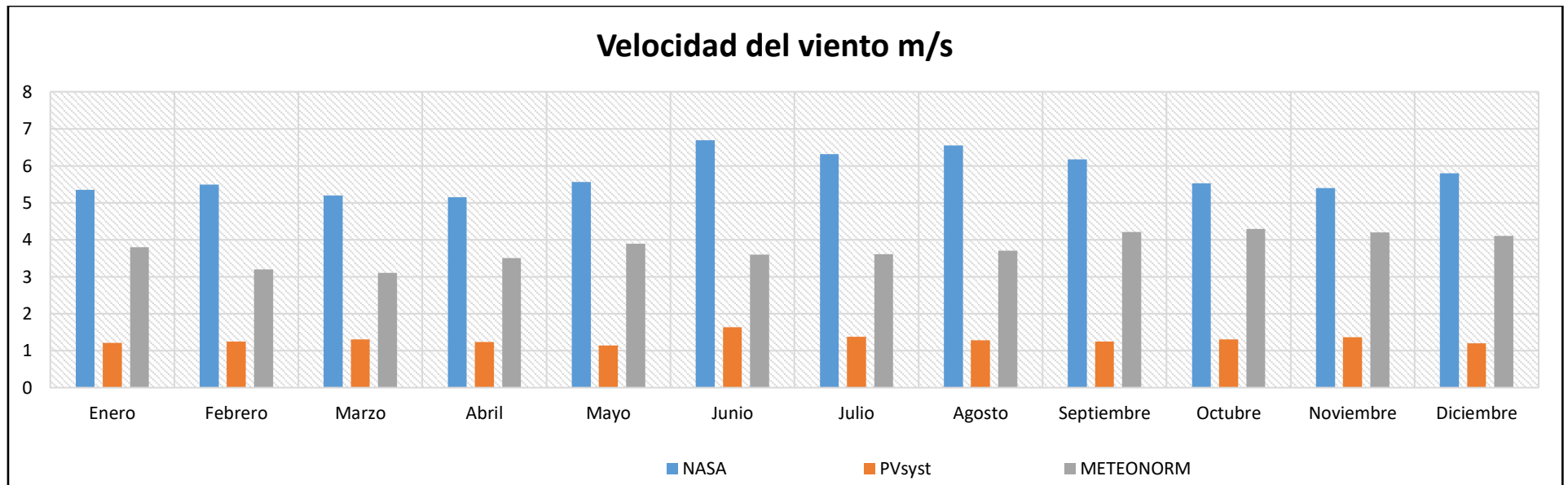


Figura N° 62: Velocidad del viento

De acuerdo a las normas de ministerio de energía y minas para especificación técnica del sistema fotovoltaico y sus componentes para electrificación rural, deben cumplir con las siguientes indicaciones: [9]

- La Irradiancia solar mínima mensual es de $3,5 \text{ kWh/m}^2\text{-día}$, por lo consiguiente, según la tabulación se escogió tres datos cercanos de $3,5 \text{ kWh/m}^2$ y que son (3,54 a 3,56 y 3,72) $\text{kWh/m}^2\text{-día}$, para el caserío Villa Hermosa, estos datos serán evaluados para poder sacar la irradiancia solar que favorezca al caserío.
- El rango de temperaturas ambiente debe estar en: -10 °C a 45 °C , por lo consiguiente, según la tabulación la temperatura está en un intervalo de $12,45 \text{ °C}$ a $26,67 \text{ °C}$.
- La Humedad relativa debe estar en: 50% a 95%, por lo consiguiente, según la tabulación se sabe que cumple con la norma ya que está en un intervalo de 60,4% a 82,36%,
- La velocidad del viento máximo es de 120 km/h por lo consiguiente, según la tabulación la velocidad máxima del viento en el caserío Villa Hermosa está en 22,716 km/h
- La altura sobre el nivel del mar es de 5000 m y la altura del caserío es de 1487,2 m.

Tabla N° 29: Información general para el sistema fotovoltaico

Condiciones Ambientales	Datos Requeridos	Datos Obtenidos
Irradiancia solar mínima mensual:	$3,5 \text{ kWh/m}^2$	(3,54-3,56 y 3,72) kWh/m^2 -día
Humedad relativa:	50 a 90%	60,4 a 82,36%
Rango de temperatura ambiental:	-10 °C a 45 °C	$12,45 \text{ °C}$ a $26,67 \text{ °C}$
Velocidad máxima del viento:	120km/h	22,7km/h
Altura sobre el nivel del mar:	5000m	1487,2m

4.2.-Determinar los parámetros para el sistema de refrigeración y el sistema de generación solar.

4.2.1.-Los parámetros para el sistema de refrigeración.

4.2.1.1. Datos de encuesta

Después de haber realizado una encuesta virtual a 29 familias y para obtener los resultados estadísticos se usó el programa SPSS statistics23, el cual arrojó los siguientes resultados.

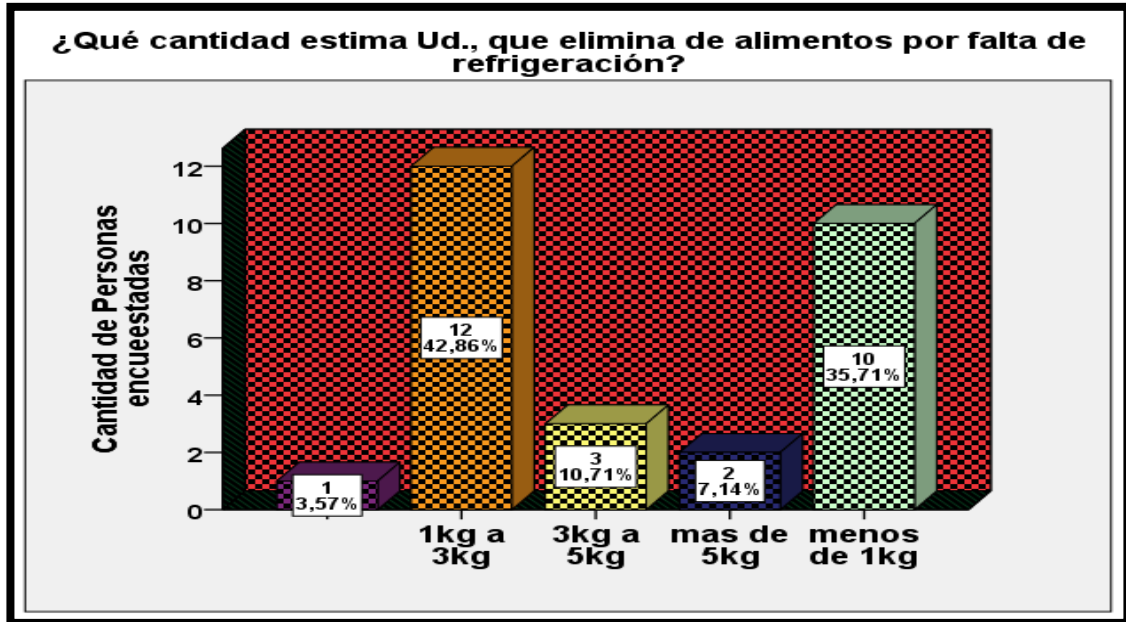


Figura N° 63: ¿Qué cantidad estima Ud., que elimina de alimentos por falta de refrigeración?

En la figura N° 63 nos indica que 10 familias desechan menos de 1 kg de alimentos, dando un porcentaje de 35,71% y de 1 kg a 3 kg son 12 familias teniendo un porcentaje de 42,86%.

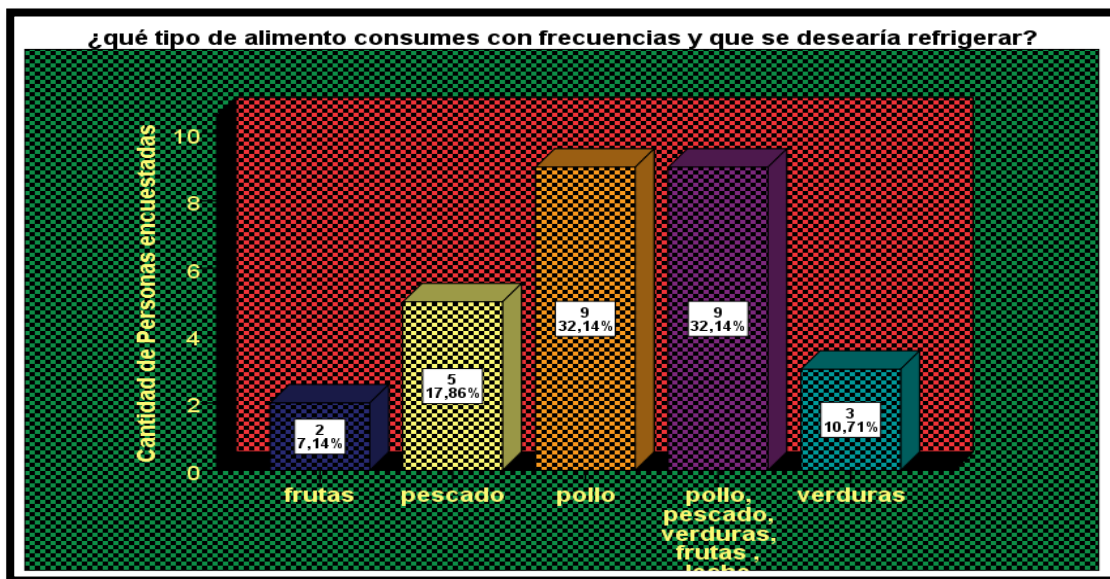


Figura N° 64: ¿qué tipo de alimento consumes con frecuencias y que se desearía refrigerar

En la figura N° 64 se demuestra que 32,14% consume pollo, pescado, verduras, frutas y un 32,14% consumen pollo, también que el 17,86% consume pescado.

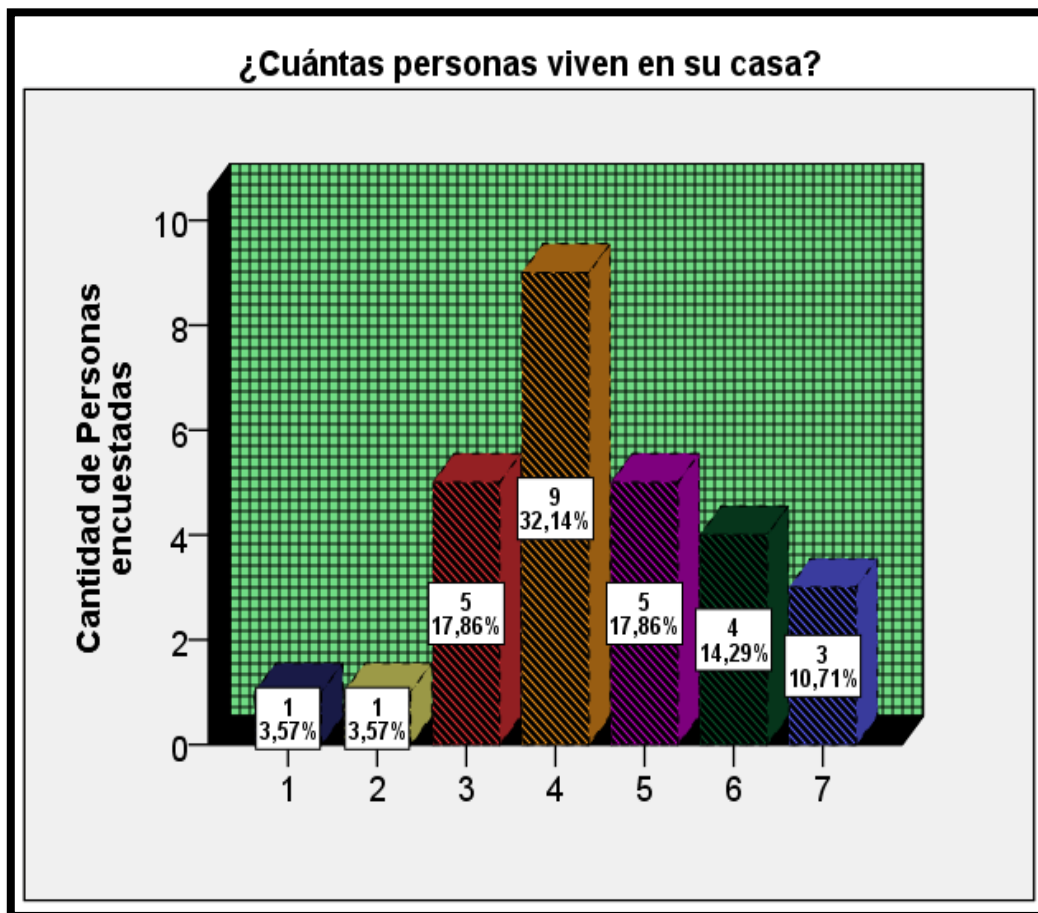


Figura N° 65: ¿Cuántas personas viven en su casa?

En la figura N° 65 de la encuesta tomada de 29 hogares nos indica que mayor cantidad de personas que viven en un hogar son 4 integrantes con un promedio 32,14%, por tal motivo se buscará un prototipo de refrigerador que sea económica y a la vez que su peso sea ligero para poder trasladarlo, al caserío Villa Hermosa.

En la figura N° 63 el artefacto debe tener las condiciones para congelar de 1 kg a 3 kg de producto porque es el porcentaje de mayor desperdicio de alimentos y según el anexo 8 para la conservación nos indica que tiene que tener una temperatura de 2 °C a 4 °C, esta forma se podrá conservar 20 kg de alimento, sus paredes de la refrigeradora estar revestido de un material termoaislante de espuma de poliuretano, su espesor será de 30 mm, también se tomará en cuenta su peso porque será trasladado a una zona aislada del país y su volumen del refrigerador tiene que ser de 7 pies³.

4.2.1.2.-Cálculo de carga térmica.

Tabla N° 30: Datos para la carga térmica

Especificaciones de refrigeradora	
Largo	0,48. m
Ancho	0,45. m
Altura	0,85. m
Temperatura de conservación	2 °C a 4 °C
Temperatura de congelación	-18 °C
Temperatura externa	26,67 °C
Material termoaislante	Espuma de poliuretano
Espesor:	30 mm
Coefficiente conductividad:	0,826 W/m ² k
Calor específico	0,93 ^{kJ} /kg. °C
Horas de funcionamiento de la refrigeradora	10 horas
Capacidad de conservación	20 kg

Teniendo las medidas de la refrigeradora en la tabla 30, que estas medidas lo hemos sacado de una ficha técnica de un refrigerador comercial, entonces proseguimos a sacar el volumen de este equipo con que vamos a diseñar.

$$\mathbf{Volumen = largo * Ancho * Altura} \quad \mathbf{(1, 1)}$$

$$V = (0,45 \times 0,48 \times 0,85) \text{ xm}^3 = 0,1836 \times 35,3147 \text{ pies}^3 = 6,48 \text{ pies}^3$$

$$\mathbf{V = 7 \text{ pies}^3}$$

1.-Ganancia de calor a través de las paredes, depende de 3 factores

1) Superficie total del frigorífico o refrigeradora.

Empleando la siguiente Ecuación

$$\mathbf{S = 2((axb)+(bxc) +(cxa))} \quad \mathbf{(1, 2)}$$

Donde:

- a: ancho (0,45m).
- b: largo (0,48 m).
- c: altura (0,85 m).

Entonces daremos solución de la superficie total exterior de la nevera con los siguientes datos sacados de una ficha técnica de un refrigerador comercial.

$$S = 2((0,45\text{m} \times 0,48 \text{ m}) + (0,48 \text{ m} \times 0,85 \text{ m}) + (0,85\text{m} \times 0,45\text{m})) = 2,013\text{m}^2$$

$$\mathbf{S = 2,013 \text{ m}^2}$$

Tabla N° 31: Valores de la conductancia k de aislamientos de paredes, suelos y techos

Esesor aislamiento	Poliuretano (expandido) k=0,0231	Poliuretano (planchas) k=0,0260	Poliestireno (extrusionado) k=0,0288	Fibra de Vidrio y Poliestireno k=0,0361	Placas de Corcho k=0,0433
m.m.	W/ (m ² . k)	W/ (m ² . k)	W/ (m ² . k)	W/ (m ² . k)	W/ (m ² . k)
25	0,92	1,02	1,15	1,14	1,73
50	0,45	0,51	0,56	0,71	0,85
75	0,30	0,34	0,38	0,47	0,57
100	0,23	0,26	0,28	0,35	0,43
125	0,18	0,29	0,23	0,28	0,34
150	0,15	0,17	0,19	0,24	0,28
180	0,13	0,15	0,16	0,20	0,24
200	0,11	0,12	0,14	0,18	0,21
230	0,10	0,11	0,13	0,16	0,19
250	0,09	0,10	0,11	0,14	0,17

Fuente: Catalá Gregori, 2008.

Para hallar K utilizamos poliuretano expandido cuyo coeficiente de transmisión para 30 mm es:

Interpolación	
Esesor (mm)	k coeficiente (W/ (m ² . k))
25	0,92
30	X
50	0,45

$$\text{➤ } X = 0,45 - \frac{(50-30) \cdot (0,45-0,92)}{50-25}$$

$$\text{➤ } X = 0,826 \text{ (W/ (m}^2 \cdot \text{k))}$$

Entonces lo sacamos el 25% por apertura de puertas, alumbrado, calor de personal y luego lo sumamos los dos resultados.

$$0,25 \times 0,826 + 0,826 = 1,0325 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{k)}$$

$$K = 1,0325 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{°k)}$$

Para poder conservar ciertos alimentos como: los pescados, frutas, verduras y las carnes, la temperatura más apropiada sería de 2° C según las tablas 30.

Se utilizará la temperatura máxima del ambiente que es: 26, 67° C, esta información la obtuvimos después de ver tabulado las informaciones de la página de la Nasa, Software Meteororm 7, Software Pvsyst, que está en la tabla 30.

La ganancia de calor a través de las paredes lo determinamos con la siguiente Ecuación [29]

$$Q_p = S * K * \Delta T * 24 \quad (1, 3)$$

Donde:

- S = Superficie exterior de la nevera en metros cuadrados (m^2)
- K = Coeficiente de transmisión del aislante ($\frac{W}{m^2 \cdot k}$).
- ΔT = Diferencia de temperatura (k).

$$2,013 * 1,0325 * (26,67 - 2) * \frac{^{\circ}C * m^2 * W}{m^2 \cdot k}$$

$$2,013 * 1,0325 * 297,82 * \frac{^{\circ}K * m^2 * W}{m^2 \cdot k}$$

$$Q_p = 618,9958 \text{ W}$$

2) Ganancia de calor por servicio

- 25% de 618,9958 W = 154,7489 W

$$Q_s = 154,7489 \text{ W}$$

3) Ganancia de calor por carga

Usamos la siguiente ecuación para desarrollar ganancia de calor por carga

$$Q_c = m * c * \Delta T \quad (1, 4)$$

- Donde:
- m = masa (kg).
- c = calor específico ($\frac{kJ}{kg \cdot ^{\circ}C}$).
- ΔT = Variación de temperatura ($^{\circ}C$)

$$20 \text{ kg} * (26,67 - 2) ^{\circ}C * 0,93 \frac{kJ}{kg \cdot ^{\circ}C} = 458,862 \text{ kJ}$$

¿Cuánto tiempo funciona el refrigerador?

El tiempo del funcionamiento de la primera operación de la refrigeradora está en un periodo de 2-2.5 horas y luego de su primer descanso la refrigeradora trabaja entre 10 a 30 minutos, los tiempos deben ser relativos entre el arranque y el descanso. [46]

El tiempo de la primera operación del refrigerador se tomará 2 horas

- **Tiempo (1) = 2 horas**

$$Q_c = \frac{458,862 \text{ kJ}}{2 * 60 * 60 \text{ s}}$$

$$Q_c = 63,73 \text{ W}$$

Tiempo estimado de funcionamiento después de la primera operación.

- $Q_{2^{\circ}C - 4^{\circ}C} = 20 \text{ kg} * (4 - 2) ^{\circ}C * 0,93 \frac{kJ}{kg \cdot ^{\circ}C}$

➤ $Q_{2^{\circ}C-4^{\circ}C} = 37,2\text{kJ}$

Para sacar el tiempo (2), de trabajo de la refrigeradora después de la primera operación.

➤ $37,2\text{kJ} = (63,7\text{ J/s}) \times \text{Tiempo (2)}$ (1, 5)

➤ $\text{Tiempo (2)} = \frac{37,2 \times 1000\text{J}}{63,7\text{ J/s}}$

➤ $\text{Tiempo (2)} = 583,71 \text{ segundos}$

➤ **Tiempo (2) = 10 minutos**

Averiguando el tiempo (c), que se demora una refrigeradora, en obtener la temperatura adecuada para la conservación de alimentos en el momento de abrir y sacar algún producto de la nevera y volverlo a cerrar.

➤ $37,2\text{KJ} = (618,9958\text{ J/s}) \times \text{Tiempo (c)}$

➤ $\text{Tiempo (c)} = \frac{37,2 \times 1000\text{J}}{618,9958\text{ J/s}}$

➤ $\text{Tiempo (c)} = 60,09 \text{ segundo}$

➤ **Tiempo (c) = 1,0016 min**

Resumen de la carga térmica:

➤ 1. Ganancia de calor a través de las paredes	= 618,9958 W
➤ 2. Ganancia de calor por servicio	= 154,7489 W
➤ 3. Ganancia de calor carga	= 63,73 W
Total	= 837,4747 W
➤ 10 % coeficiente de seguridad	= 83,74747 W
➤ Total, carga	= 921,222 W

$$Q_{Evap} = 921,222 \text{ W}$$

$$Q_{Evap} = 0,92122 \text{ kW}$$

4.2.1.3.- Análisis del sistema de refrigeración por compresión

Para analizar el sistema de refrigeración doméstico por compresión de vapor hemos utilizado las siguientes condiciones y también las siguientes fórmulas.

- Es una operación de estado estacionario.
- No hay pérdida de presión a través de tuberías, por lo consiguiente, los cambios de presión solo se darán en el compresor y el tubo capilar.
- Las pérdidas o ganancias de calor en el sistema son despreciables.
- En el análisis se lleva a cabo sin sobrecalentamiento o subenfriamiento.

1.-Las siguientes formulas lo usamos para el análisis del sistema de refrigeración por compresión

1.1.-Eficiencia isentrópica del compresor (η_{is}).

$$\eta_{is} = 1 - 0.385 \frac{P_1}{P_2} \quad (1, 6)$$

donde:

- η_{is} : Eficiencia isentrópica del compresor
- P_1 = Presión 1
- P_2 = Presión 2

1.2.-Trabajo isentrópico del compresor.

$$W_c = (h_2 - h_1) * \eta_{is} \quad (1, 7)$$

Donde:

- W_c : Trabajo de compresión (kJ/kg).
- h_1 : Entalpía del vapor saturado, (kJ/kg).
- h_2 : Entalpía, (kJ/kg).
- η_{is} : Eficiencia isentrópica del compresor.

1.3.-Trabajo real del compresor

$$W_{real} = \frac{W_c}{\eta_{is}} \quad (1, 8)$$

Donde:

- W_{real} : Trabajo real del compresor, (kJ/kg).
- W_c : Trabajo de compresión (kJ/kg).
- η_{is} =Eficiencia isentrópica compresión.

1.4.- Entalpía del vapor sobrecalentado.

$$h_2 = h_1 + W_{real} \quad (1, 9)$$

Donde:

- h_2 : Entalpía del vapor sobrecalentado, (kJ/kg).
- h_1 : Entalpía del vapor saturado, (kJ/kg).
- W_{real} : Trabajo real del compresor, (kJ/kg).

1.5.- Efecto refrigeración

$$q^\circ = h_1 - h_4 \quad (1, 10)$$

Dónde:

- q° : Efecto refrigeración (kJ/kg).
- h_1 : Entalpía del vapor saturado, (kJ/kg).
- h_4 : Entalpía del líquido saturado (kJ/kg).

1.6.-Flujo másico refrigeración

$$m^\circ_{gref} = \frac{Q_{evap}}{q_o} \quad (1, 11)$$

Dónde:

- m°_{gref} : Flujo másico de refrigerante (kg/s).
- Q_{evap} : Capacidad frigorífica requerida (kW).
- q_o : Efecto refrigerante (kJ/kg)

1.7.-Entrada de Potencia del compresor.

$$W_{compresor} = m^\circ_{gref} * (h_2 - h_1) \quad (1, 12)$$

Donde:

- $W_{compresor}$: Entrada de Potencia del compresor (kW).
- m°_{gref} : Flujo másico de refrigerante (kg/s).
- h_2 : Entalpía del vapor sobrecalentado (kJ/kg).
- h_1 : Entalpía del vapor saturado (kJ/kg).

1.8.-Tasa de remoción de calor del espacio a refrigerar.

$$C_{EVAP} = m^\circ_{gref} * (h_1 - h_4) \quad (1, 13)$$

Donde:

- C_{EVAP} : Tasa de remoción de calor del espacio a refrigerar (kW).
- m°_{gref} : Flujo másico de refrigerante (kg/s).
- h_1 : Entalpía del vapor saturado (kJ/kg).
- h_4 : Entalpía del líquido saturado (kJ/kg).

1.9.-Tasa de rechazo de calor del refrigerante hacia el ambiente.

$$C_{cond} = m^\circ_{gref} * (h_2 - h_3) \quad (1, 14)$$

Donde:

- C_{cond} : Tasa de rechazo de calor del refrigerante hacia el ambiente (kW).
- m°_{gref} : Flujo másico de refrigerante (kg/s).
- h_2 : Entalpía del vapor sobrecalentado (kJ/kg).
- h_3 : Entalpía del líquido saturado (kJ/kg).

1.10.-Coeficiente de rendimiento (COP)

$$COP = \frac{C_{EVAP}}{C_{cond}} \quad (1, 15)$$

Dónde:

- C_{EVAP} : Tasa de remoción de calor del espacio a refrigerar (kW).
- C_{cond} : Tasa de rechazo de calor del refrigerante hacia el ambiente (kW).

1.11.-Relación de presión

$$R_p = \frac{P_2}{P_1} \quad (1, 16)$$

donde:

- R_p : Relación de presión
- P_1 : Presión 1
- P_2 : Presión 2

1.12.-Energía por tonelada de refrigeración

$$PRT = (3.5 * W_{real}) / C_{EVAP} \quad (1, 17)$$

donde:

- W_{real} : Trabajo real del compresor, (kJ/kg).
- C_{EVAP} : Tasa de remoción de calor del espacio a refrigerar (kW).

1.13.-Capacidad volumétrica de refrigeración

$$D_1 = \text{Density (R600a; T=T (1); x=x (1))} \quad (1, 18)$$

$$CVR = (D_1 * C_{EVAP}) \quad (1, 19)$$

Donde:

- D_1 : densidad
- C_{EVAP} : Tasa de remoción de calor del espacio a refrigerar (kW).

1.14.-Flujo de vapor de succión por cada kW

$$FVSR = \frac{1}{(D_1 * C_{EVAP})} * 1000 \quad (1, 20)$$

Donde:

- C_{EVAP} : Tasa de remoción de calor del espacio a refrigerar (kW).
- CVR : Capacidad volumétrica de refrigeración

1.15.-Eficiencia térmica

$$Efi = \left(1 - \frac{C_{EVAP}}{C_{cond}}\right) * 100 \quad (1, 21)$$

Dónde:

- C_{EVAP} : Tasa de remoción de calor del espacio a refrigerar (kW).
- C_{cond} : Tasa de rechazo de calor del refrigerante hacia el ambiente (kW).

2.- Datos de entrada para análisis del sistema de refrigeración por compresión

Para el análisis es importante saber los valores de ciertas variables como son:

- Temperatura de evaporación. – esta temperatura de evaporación está en un rango de -35° C a 10 °C y fue encontrada en la tesis de Edwin Cristóbal Corte Juela.

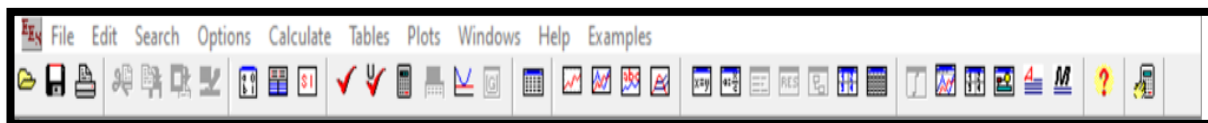
- Temperatura de condensación. – esta temperatura de condensación según la norma ISO es de 40, 50 y 60, son para zonas subtropicales y tropicales.
- El tipo de refrigerante que utilizaremos será de R600a.

Tabla N° 32: Datos de entrada para el análisis

Refrigerante R600a		Datos reales
Temperatura de evaporación	-35°C a 10°C	-14,73°C
Temperatura de Condensador	40°C ,50°C, 60°C	43,39°C
carga térmica	141,12W	0,14112 kW

Para el análisis del sistema de refrigeración con gas R600a nos apoyaremos del software Solucionador de ecuaciones de ingeniería (EES).

3.- Análisis del sistema de refrigeración por compresión



"Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor con gas R600a"

"Datos"

$Q_f=0,921222$
 $T [3]=43,39$
 $T [1]=-14,73$
 $x [3]=0$
 $x [1]=1$

" Proceso 1-2, Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor"

"Compresión"

" Entrada del compresor"

$P [1]=\text{Pressure (R600a, } T=T [1], x=x [1])$
 $h [1]=\text{Enthalpy (R600a, } T=T [1], x=x [1])$
 $s [1]=\text{Entropy (R600a, } T=T [1], x=x [1])$

"Salida del compresor"

$P [2]=P [3]$
 $h2=\text{Enthalpy (R600a, } P=P [2], s=s [1])$

"Trabajo isentrópico del compresor"

$W_c=(h2-h [1])$
 $nis=1-(0,385*(P [1]/P [2]))$

" Trabajo real del compresor"

$W_{real}=W_c/nis$

$$h [2] = h [1] + W_{\text{real}}$$

$$s [2] = \text{Entropy (R600a, } h=h [2], P=P [2])$$

$$T [2] = \text{Temperature (R600a, } h=h [2], P=P [2])$$

"Proceso 2-3, Rechazo de calor a presión constante"

"Condensador"

$$P [3] = \text{Pressure (R600a, } T=T [3], x=x [3])$$

$$h [3] = \text{Enthalpy (R600a, } T=T [3], x=x [3])$$

$$s [3] = \text{Entropy (R600a, } T=T [3], x=x [3])$$

"Proceso 3-4, Estrangulamiento en el tubo capilar"

"Tubo capilar"

$$h [4] = h [3]$$

$$x [4] = \text{quality (R600a, } h=h [4], P=P [4])$$

$$s [4] = \text{Entropy (R600a, } h=h [4], P=P [4])$$

$$T [4] = \text{Temperature (R600a, } h=h [4], P=P [4])$$

"Proceso 4-1, Absorción de calor a presión constante"

"Evaporador"

$$P [4] = P [1]$$

"Flujo masico"

$$m = (Q_f) / (h [1] - h [4])$$

"Entrada de potencia al compresor"

$$W_{\text{com}} = m * (h [2] - h [1])$$

"Efecto de refrigeración"

$$q = (h [1] - h [4])$$

"Tasa de remoción de calor del espacio a refrigerar"

$$C_{\text{eva}} = m * (h [1] - h [4])$$

"Tasa de rechazo de calor del refrigerante hacia el ambiente"

$$C_{\text{cond}} = m * (h [2] - h [3])$$

"Coeficiente de rendimiento"

$$\text{COP} = C_{\text{eva}} / C_{\text{cond}}$$

"Relación de presión"

$$R_p = P [2] / P [1]$$

"Energía por tonelada de refrigeración"

$$\text{PRT} = (3.5 * W_{\text{real}}) / q$$

"Capacidad volumétrica de refrigeración"

$$\rho [1] = \text{Density (R600a, } T=T [1], x=x [1])$$

$$\text{CVR} = \rho [1] * q$$

"Flujo de vapor de succión por cada kW"

$$\text{FVSR} = (1/(\rho[1]*q)) * 1000$$

"Eficiencia térmica"

$$\text{Efi} = (1 - (C_{\text{eva}}/C_{\text{cond}})) * 100$$

4.- Resultados del análisis del sistema de refrigeración

Se presentan los resultados del análisis que se hizo al ciclo de refrigeración por compresión de vapor, al introducir los siguientes datos (temperatura de evaporación, temperatura de condensador, carga térmica) al programa EES y se trabajó con un Refrigerante R600a, se obtuvieron los siguientes resultados, que se muestran la figuras N° 66 y N° 67.

Ccond = 1.218 [kW]	Ceva = 0.9212 [kW]
COP = 0.7561	CVR = 579.6 [kJ/m ³]
Efi = 24.39	FVSR = 1.725 [m ³ /kJ]
h2 = 605 [kJ/kg]	m = 0.004012 [Kg/s]
nis = 0.9404	PRT = 1.129
q = 229.6 [kJ/Kg]	Q _f = 0.9212 [kW]
Rp = 6.461	Wc = 69.67 [kJ/kg]
Wcom = 0.2972 [kW]	Wreal = 74.08 [kJ/kg]

Figura N°66: Los resultados de las ecuaciones del análisis del sistema de Refrigeración por compresión de vapor con gas R600.

Sort	h _i [kJ/Kg]	P _i [kPa]	s _i [kJ/kg*K]	T _i [°C]	x _i	ρ _i [kg/m ³]
[1]	535.4	89.72	2.302	-14.73	1	2.524
[2]	609.4	579.7	2.316	43.39		
[3]	305.7	579.7	1.356	43.39	0	
[4]	305.7	89.72	1.413	-14.73	0.3772	

Figura N° 67: Los resultados de las ecuaciones del análisis del sistema de Refrigeración por compresión de vapor con Gas R600.

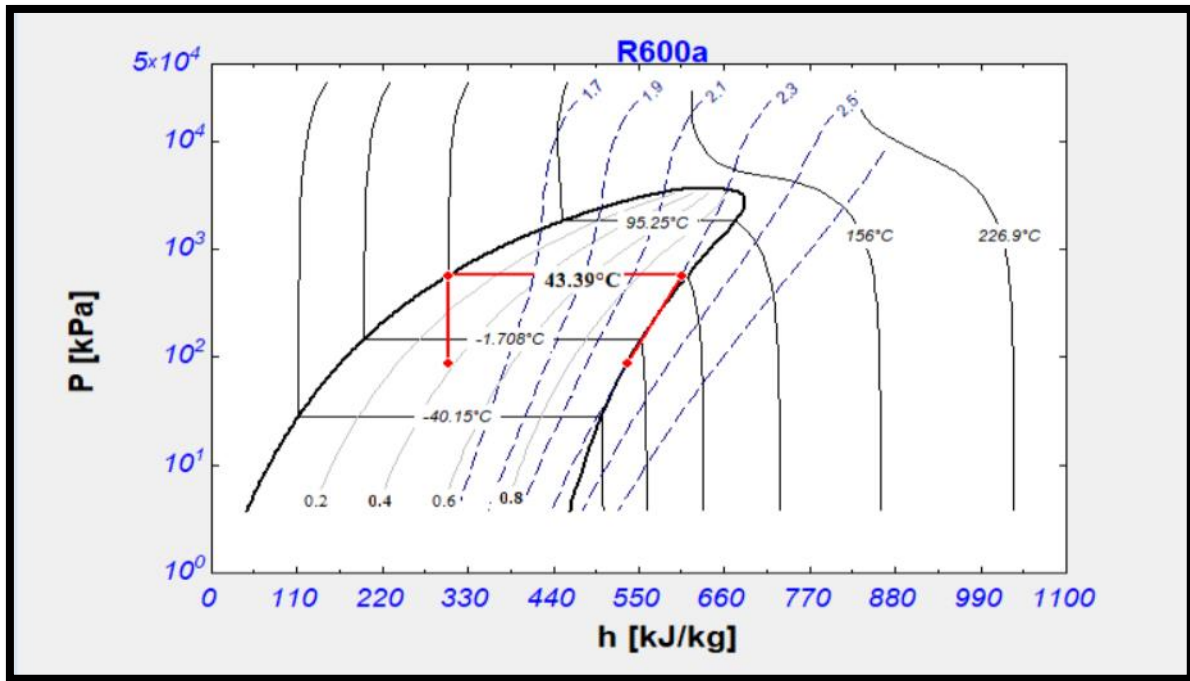


Figura N° 68: del ciclo ideal de refrigeración de P-h

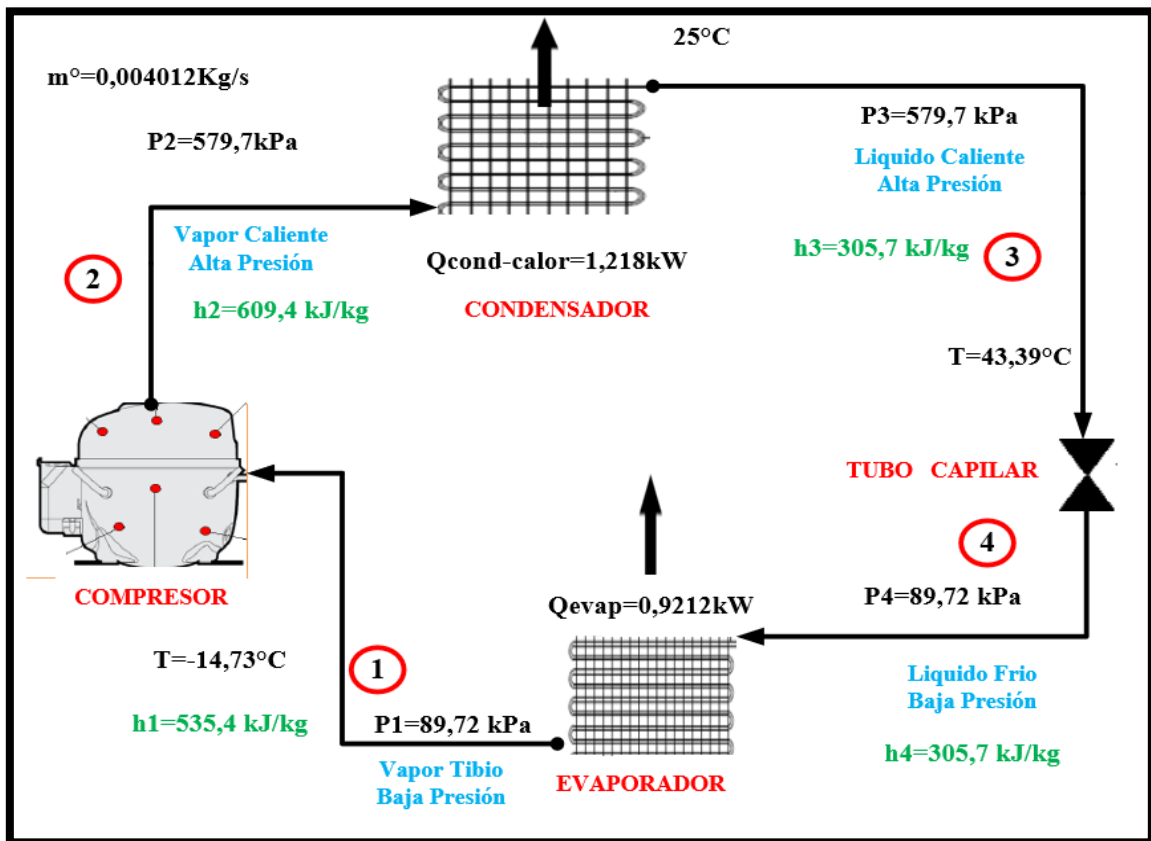


Figura N° 69: Diagrama del refrigerador doméstico con R600a

4.2.1.4.- Cálculos de los parámetros para la selección de los componentes del sistema de refrigeración.

Con la finalidad de escoger a los componentes del sistema de refrigeración, desarrollaremos las siguientes ecuaciones.

1.-Potencia térmica del compresor (P_{tc})

$$P_{tc} = \dot{m}^{\circ}_{gref} * (h_2 - h_1) \quad (1, 22)$$

Donde:

- \dot{m}°_{gref} : Flujo másico de refrigerante (kg/s).
- h_2 : Entalpía del vapor sobrecalentado (kJ/kg).
- h_1 : Entalpía del vapor saturado (kJ/kg).

$$P_{tc} = 0,00401 * (609,4 - 535,4)$$

$$P_{tc} = 0,2969kW$$

2.-Coeficiente de funcionamiento (COP_r)

$$COP_r = \frac{q_o}{w_c} > 1 \quad (1, 23)$$

Dónde:

- q° : Efecto refrigeración (kJ/kg).
- W_c : Trabajo de compresión (kJ/kg).

$$COP_r = \frac{229,7}{69,67} > 1$$

$$COP_r = 3,297 > 1$$

3.- Potencia real del compresor

$$P_{real} = \frac{P_{tc}}{\eta_{is}} \quad (1, 24)$$

Donde:

- P_{tc} : Potencia térmica del compresor (kW)
- η_{is} : Eficiencia isoentrópica compresión.

$$P_{real} = \frac{0,2969kW}{0,9404}$$

$$P_{real} = 0,3157kW$$

4.-Potencia nominal del compresor.

$$P_{nominal} = \frac{P_{real}}{0,95} \quad (1,25)$$

$$P_{nominal} = \frac{0,3157kW}{0,95}$$

$$P_{nominal} = 332,316W$$

5.-Potencia del condensador

$$Q^{\circ}_{cond} = (h_2 - h_3) \quad (1, 26)$$

Donde:

- h_2 : Entalpía del vapor sobrecalentado (kJ/kg).
- h_3 : Entalpía del líquido saturado (kJ/kg).

$$Q^{\circ}_{cond} = (609,4 - 305,7)kJ/kg$$

$$Q^{\circ}_{cond} = 303,7 kJ/kg$$

4.2.2-Cálculos de los parámetros para el sistema de generación solar.

Tabla N° 33: Consumo eléctrico de la refrigeradora

Artefactos eléctricos	Cantidad de artefactos	Potencia eléctrica		Horas de consumo diario	Consumo diario promedio en kWh	Consumo diario máximo +30% en kWh
		Watts	kW			
Refrigeradora 6,48pies ³	1	332,3	0,3323	10	3,323	4,3199

Ver tabla 40 (Anexos) de consumo eléctrico de artefactos.

4.2.2.1.- Cálculo del consumo eléctrico real.

$$E_T = \frac{E_R}{R} \quad (1, 27)$$

Donde:

1.1.- E_R : El consumo eléctrico teórico (kW-h).

1.2. - R : El rendimiento global de la instalación.

4.2.2.1.1.- Cálculo del consumo eléctrico teórico.

$$E_R = n * P * t \quad (1,28)$$

Donde:

- E_R = Consumo diario.
- P = Potencia nominal de cada equipo.
- n = Números de aparatos determinados.
- t = Las horas diarias de funcionamiento

$$E_R = 1 * 0,3323 * 10$$

$$E_R = 3,323kWh$$

4.2.2. 1.2. – Cálculo del rendimiento global de la instalación.

$$R = (1 - K_b - K_c - K_r - K_v) * (1 - \frac{K_a * N}{P_a}) \quad (1, 29)$$

K_a	K_b	K_c	K_r	K_v	P_a	N
0,005	0,05	0,1	0,1	0,05	60%	5

$$R = (1 - 0,05 - 0,1 - 0,1 - 0,05) * (1 - \frac{0,005 * 5}{0,6})$$

$$R = 0,6708$$

Calculamos consumo eléctrico real

$$E_T = \frac{3,323kWh}{0,6708}$$

$$E_T = 4,95378kWh$$

4.2.2.2. – Cálculo para números de paneles fotovoltaicos

4.2.2.2.1.- Cálculo de los ángulos óptimos de inclinación para los paneles solares.

Se calculará la irradiancia solar mínima mensual es de 3,54 kWh/m², que está ubicado en el mes de mayo para un ángulo de inclinación de 10°

1.-Factor de corrección de la excentricidad de la órbita de la Tierra [34]

$$E_0 = \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 = 1 + 0,033\cos\left(\frac{2\pi d_n}{365}\right) \quad (1,30)$$

Donde:

- d_n : orden del día en el calendario juliano (151 días).

$$E_0 = 1 + 0,033\cos\left(\frac{2\pi * 151}{365}\right)$$

$$E_0 = 0,97$$

2.-Angulo diario (rad) [34]

$$\tau = 2\pi\left(\frac{d_n-1}{365}\right) \quad (1,31)$$

$$\tau = 2\pi\left(\frac{151-1}{365}\right)$$

$$\tau = 2,58$$

3.-Declinación solar (rad) [34]

$$\delta = 0,006918 - 0,399912\cos(\tau) + 0,070257\sin(\tau) -$$

$$0,006758\cos(2\tau) + 0,000907\sin(2\tau) - 0,002697\cos(3\tau) +$$

$$0,00148\sin(3\tau) \quad (1,32)$$

Donde:

- τ : Angulo diario (rad)

$$\delta = 0,006918 - 0,399912\cos(2,58) + 0,070257\sin(2,58)$$

$$- 0,006758\cos(5,16) + 0,000907\sin(5,16)$$

$$- 0,002697\cos(7,74) + 0,00148\sin(7,74)$$

$$\delta = 0,38056$$

4.-Ángulo de salida del Sol (rad) [34]

$$\omega_s = \arccos(-\tan(\phi)\tan(\delta)) \quad (1,33)$$

Donde:

- ϕ : Latitud del lugar (-5,603).
- δ : Declinación solar (0,38056).

$$\omega_s = \arccos(-\tan(-5,603)\tan(0,38056))$$

$$\omega_s = 1,90$$

5.-Radiación solar extraterrestre sobre superficie horizontal (kWh/ m²) [34]

$$G_{0d} = \frac{24}{\pi} * I_{sc} * E_0 * (\omega_s \sin(\phi)\sin(\delta) + \sin(\omega_s)\cos(\phi)\cos(\delta)) \quad (1,34)$$

Donde:

- ω_s : Ángulo de salida del Sol (1,90) (rad)
- E_0 : Factor de corrección de la excentricidad de la órbita de la Tierra (0,97).
- δ : Declinación solar (0,38056) (rad).
- I_{sc} : constante solar (1367 W/m²)
- ϕ : Latitud del lugar (-5,603).

$$G_{0d} = \frac{24}{\pi} * 1367 * 0,9717 * (0,313 * \text{Sen}(-5,603)\text{Sen}(0,38056) + \text{Sen}(0,313)\text{Cos}(-5,603)\text{Cos}(0,38056))$$

$$G_{0d} = 11436,32 \text{ Wh/m}^2$$

6.-Índice de transparencia atmosférica [34]

$$K_d = \frac{G_d}{G_{0d}} \quad (1, 35)$$

Donde:

- G_{0d} : Radiación solar extraterrestre sobre superficie horizontal (11436,32 Wh/m²).
- G_d : Irradiación global en la superficie horizontal (datos medidos) (3540Wh/m²)

$$K_d = \frac{3540 \text{ Wh/m}^2}{11436,32 \text{ Wh/m}^2}$$

$$K_d = 0,309 \text{ donde } (0.3 < K_d < 0.7)$$

7.-Radiación difusa en superficie horizontal (kWh/ m²) [34]

$$D_d = G_d * [1,39 - 4,027k_d + 5,531k_d^2 - 3,108k_d^3] \quad (1, 36)$$

Donde:

- K_d : Índice de transparencia atmosférica (0,309). (0.3 < k_d < 0.7)
- G_d : Irradiación global en la superficie horizontal (datos medidos) (3540Wh/m²).

$$D_d = 3540 * [1,39 - 4,027 * 0,309 + 5,531 * 0,309^2 - 3,108 * 0,309^3]$$

$$D_d = 2057,65 \text{ Wh/m}^2$$

8.-Radiación directa en superficie horizontal (kWh/ m²) [34]

$$I_d = G_d - D_d \quad (1,37)$$

Donde:

- D_d : Radiación difusa en superficie horizontal (2057,65Wh/m²).
- G_d : Irradiación global en la superficie horizontal (datos medidos) (3540Wh/m²).

$$I_d = 3540 \text{ Wh/m}^2 - 2057,65 \text{ Wh/m}^2$$

$$I_d = 1482,35 \text{ Wh/m}^2$$

9.-Factor de conversión geométrico [34]

$$R_{d,\beta} = \frac{(\omega_s \text{Sen}(\delta) \text{Sen}(\varnothing - \beta) + \text{Sen}(\omega_s) \text{Cos}(\delta) \text{Cos}(\varnothing - \beta))}{(\omega_s \text{Sen}(\varnothing) \text{Sen}(\delta) + \text{Sen}(\omega_s) \text{Cos}(\varnothing) \text{Cos}(\delta))} \quad (1, 38)$$

Donde:

- δ : Declinación solar (0,38055) (rad).
- β : Ángulo de inclinación (10°).
- \varnothing : Latitud del lugar (-5,603).
- ω_s : Ángulo de salida del Sol (1,9) (rad).

$$R_{d,\beta} = \frac{(1,9 * \text{Sen}(0,38) \text{Sen}(-5,6 - 10) + \text{Sen}(1,9) \text{Cos}(0,38) \text{Cos}(-5,6 - 10))}{(1,9 * \text{Sen}(0,38) * \text{Sen}(-5,6) + \text{Sen}(1,9) * \text{Cos}(0,38) * \text{Cos}(-5,6))}$$

$$R_{d,\beta} = -0,841$$

10.-Radiación directa en superficie inclinada un ángulo β (kWh/ m²) [34]

$$I_{d\beta} = I_d * R_{d,\beta} \quad (1, 39)$$

Donde:

- I_d : Radiación directa en superficie horizontal (1482,35Wh/m²)
- $R_{d,\beta}$: Factor de conversión geométrico (-0,841).

$$I_{d\beta} = 1482,35 \text{Wh/m}^2 * (-0,841)$$

$$I_{d\beta} = -1\ 246,48 \text{Wh/m}^2$$

11.-Radiación difusa en superficie inclinada un ángulo β (kWh/ m²) [34]

$$D_{d,\beta} = D_d * \left[(G_d - D_d) * \frac{R_{d,\beta}}{G_{0d}} + \frac{1}{2} * (1 - \text{Cos}(\beta)) * \left(\frac{G_d - D_d}{G_{0d}} \right) \right] \quad (1,40)$$

Donde:

- $R_{d,\beta}$: Factor de conversión geométrico (-0,841).
- β : Ángulo de inclinación (10°).
- D_d : Radiación difusa en superficie horizontal (2057,65Wh/m²).
- G_d : Irradiación global en la superficie horizontal (datos medidos) (3540Wh/m²).
- G_{0d} : Radiación solar extraterrestre sobre superficie horizontal (11436,32 kWh/ m²)

$$D_{d,\beta} = 2057,65 * \left(\frac{3540 - 2057,65}{11436,32} \right) * \left[-0,841 + \frac{1}{2} * (1 - \text{Cos}(10)) \right]$$

$$D_{d,\beta} = 20,98 \text{Wh/m}^2$$

12.-Radiación global en superficie inclinada un ángulo β (kWh/ m²) [34]

$$G_{d\beta} = I_{d\beta} + D_{d,\beta} \quad (1, 41)$$

Donde:

- $I_{d\beta}$: Radiación directa en superficie inclinada un ángulo β (kWh/ m²)
- $D_{d,\beta}$: Radiación difusa en superficie inclinada un ángulo β (kWh/ m²)

$$G_{d\beta} = 20,98 - 1246,48$$

$$G_{d\beta} = -1\ 225,5 \text{ Wh/m}^2$$

A partir de los datos obtenidos de la hora solar pico, se hicieron unos cálculos con las fórmulas de ángulos óptimos de inclinación para los paneles solares y se obtuvo una tabla de resultados que indica la radiación incidente para las distintas inclinaciones de los meses más críticos: Marzo, abril y mayo.

Tabla N° 34: Radiación global en superficie inclinada un ángulo β (kWh/ m²)

Ángulo de inclinación	$G_{d\beta}$ Global (Wh/ m ²)		
	Marzo	Abril	Mayo
	3560(Wh/ m ²)	3720(Wh/ m ²)	3540(Wh/ m ²)
0°	2276,37	2126,15	1749,06
5°	-628,40	224,29	586,09
10°	-2376,91	-1762,11	-1225,5
15°	-464,11	-987,19	-1090,30
20°	2 369,58	1 438,84	798
25°	2 064,40	2 040,27	1734,08
30°	-942,42	-44,56	376,83
35°	-2 343,09	-1828,76	-1329,24
40 °	-130,09	-756,15	-939,89
45 °	2 524,80	1 636,56	978,07
50°	1819,25	1 921,41	1690,93

Se seleccionó la irradiación solar corregida de 2524,80 Wh/ m², con un ángulo de inclinación de 45° porque es el más favorable.

$$G_{d\beta} = 2524,80 \text{ Wh/m}^2$$

4.2.2.2.2.- Cálculo del número de paneles solares.

1.- HPS: Hora pico solares (h)

$G_{d\beta}$: Para hallar el valor Horas Pico Solar del mes crítico, se tomará cuenta las siguientes ecuaciones:

$$G_{d\beta} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right] = I \left[\frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \right] \quad (1, 42)$$

$$2524,80 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} * HPS$$

$$HPS = 2,524h$$

2.-Eficiencia de la instalación (P_G)

$$P_G = n_{inv} * n_{bat} * n_{con} \quad (1,43)$$

- n_{bat} : Rendimiento de la batería (95%)
- n_{inv} : Rendimiento del inversor (88%)
- n_{con} : Rendimiento de los conductores eléctricos (97%)

$$P_G = (0,95 * 0,88 * 0,97)$$

$$P_G = 0,81$$

3. La corrección de la tensión y de la corriente del panel fotovoltaico con la temperatura de la zona.

3.1 Fórmula para calcular la temperatura que alcanzarán las células de los paneles solares en el lugar de la instalación. [33]

$$T_p = T_a + \frac{(T_{ONC}-20^{\circ}) * I}{800} \quad (1, 44)$$

Donde:

- T_p : la temperatura que alcanzará la célula del panel en el lugar de la instalación.
- T_a : temperatura ambiente del lugar donde será instalado el sistema fotovoltaico.
- T_{ONC} : es la temperatura nominal de la célula cuando la irradiancia es 800 W/m^2 y está a una temperatura 20°C , con una velocidad de viento 1m/s y distribución de AM 1,5 G.
- I : es la irradiancia medida.

La temperatura ambiente ($20,6^{\circ}$) se obtuvo de la irradiación ($3560(\text{Wh}/\text{m}^2)$) de zona que fue escogido para ser corregido.

La temperatura nominal de la célula solar y la irradiancia medida se obtuvieron del catálogo del fabricante del panel solar escogido para este proyecto.

- $T_a = 20,6^{\circ}\text{C}$
- $T_{ONC} = 45^{\circ}\text{C}$

- $I = 1000 \text{ Wh/ m}^2$

$$T_p = 20,6^\circ\text{C} + \frac{(45^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) * 1000 \text{ Wh/ m}^2}{800 \text{ Wh/ m}^2}$$

$$T_p = 51,85^\circ\text{C}$$

3.2 La fórmula para calcular la corrección de la tensión de circuito abierto[33]

$$V_{OC(x^\circ\text{C})} = V_{OC(25^\circ\text{C})} + \Delta T * \Delta V_{OC(T)} \quad (1, 45)$$

Donde:

- $V_{OC(x^\circ\text{C})}$: es la tensión de circuito abierto del panel solar a temperatura ambiente en el lugar de instalación.
- $V_{OC(25^\circ\text{C})}$: es la tensión de circuito abierto que da el fabricante del panel solar a temperatura estándar
- ΔT : es la variación de temperatura entre las condiciones estándar dadas por el fabricante y la del lugar donde será la instalación.
- $\Delta V_{OC(T)}$: es el coeficiente de temperatura de la tensión de circuito abierto del panel.

- $V_{OC(25^\circ\text{C})} = 48,3\text{V}$
- $\Delta T = (25^\circ\text{C} - 20,6^\circ\text{C})$
- $\Delta V_{OC(T)} = -0,38038$

$$V_{OC(20,6^\circ\text{C})} = 48,3 + (25 - 20,6) * (-0,38038)$$

$$V_{OC(20,6^\circ\text{C})} = 46,63\text{V}$$

3.3 Fórmula de cálculo de la corrección de corriente de cortocircuito [33]

$$I_{SC(x^\circ\text{C})} = I_{SC(25^\circ\text{C})} + \Delta T * \Delta I_{SC(T)} \quad (1, 46)$$

Donde:

- $I_{SC(x^\circ\text{C})}$: es la corriente de cortocircuito del panel solar a temperatura ambiente en el lugar de instalación.
- $I_{SC(25^\circ\text{C})}$: es la corriente de cortocircuito que da el fabricante del panel solar a la temperatura estándar.
- ΔT : es la variación de temperatura entre las condiciones estándar dadas por el fabricante y la del lugar donde será la instalación.
- $\Delta I_{SC(T)}$: es el coeficiente de temperatura de la corriente de cortocircuito del panel.

- $I_{SC(25^\circ\text{C})} = 9,95\text{A}$
- $\Delta T = (25^\circ\text{C} - 20,6^\circ\text{C})$
- $\Delta I_{SC(T)} = 0,02973$

$$I_{SC(20,6^\circ\text{C})} = 9,95 + (25 - 20,6) * (0,02973)$$

$$I_{SC(20,6^{\circ}C)} = 10,08A$$

3.4. Fórmula de la corrección de la tensión máxima de potencia [33]

$$\Delta V_{mpp(T)} = 0,83 ** \Delta V_{OC(T)} \quad (1,47)$$

Donde:

- $\Delta V_{mpp(T)}$: variación por temperatura del voltaje de máxima potencia.
- $\Delta V_{OC(T)}$: es el coeficiente de temperatura de la tensión de circuito abierto del panel.
 - $\Delta V_{OC(T)} = -0,38038$

$$\Delta V_{mpp(T)} = 0,83 * (-0,38038)$$

$$\Delta V_{mpp(T)} = -0,3157$$

3.4.1 Fórmula para la máxima potencia cuando se encuentra a temperatura ambiente.

$$V_{mpp(T)} = V_{mpp(25^{\circ}C)} + \Delta T * \Delta V_{mpp(T)} \quad (1,48)$$

Donde:

- $V_{mpp(T)}$: la potencia máxima cuando se encuentra a temperatura ambiente.
- $\Delta V_{mpp(T)}$: variación por temperatura del voltaje de máxima potencia.
- ΔT : es la variación de temperatura entre las condiciones estándar dadas por el fabricante y la del lugar donde será la instalación, pero corregida.
- $V_{mpp(25^{\circ}C)}$: es la potencia máxima que da el fabricante del panel solar a temperatura estándar. [33]

- $\Delta V_{mpp(T)} = -0,3157$
- $\Delta T = (51,85^{\circ}C - 25^{\circ}C)$
- $V_{mpp(25^{\circ}C)} = 40,1V$

$$V_{mpp(51,85)} = 40,1 + (51,85^{\circ}C - 25^{\circ}C) * (-0,3157)$$

$$V_{mpp(51,85)} = 31,623 V$$

3.5. Fórmula de la corrección de la Intensidad máxima de potencia [33]

$$\Delta I_{mpp(T)} = 0,83 ** \Delta I_{SC(T)} \quad (1,49)$$

Donde:

- $\Delta I_{mpp(T)}$: variación por temperatura de la intensidad máxima de potencia.
- $\Delta I_{SC(T)}$: es el coeficiente de temperatura de la corriente de cortocircuito del panel.
 - $\Delta I_{SC(T)} = 0,02973$

$$\Delta I_{mpp(T)} = 0,83 * (0,02973)$$

$$\Delta I_{mpp(T)} = 0,02467$$

3.5.1 Fórmula para la Intensidad de potencia cuando se encuentra a temperatura ambiente.

$$I_{mpp(T)} = I_{mpp(25^{\circ}C)} + \Delta T * \Delta I_{mpp(T)} \quad (1,50)$$

Donde:

- $I_{mpp(T)}$: la intensidad máxima cuando se encuentra a temperatura ambiente.
- $\Delta I_{mpp(T)}$: variación por temperatura de la intensidad máxima de potencia.
- ΔT : es la variación de temperatura entre las condiciones estándar dadas por el fabricante y la del lugar donde será la instalación, pero corregida.
- $I_{mpp(25^{\circ}C)}$: es la intensidad máxima que da el fabricante del panel solar a temperatura estándar. [33]

- $\Delta I_{mpp(T)} = 0,02467$
 - $\Delta T = (51,85^{\circ}C - 25^{\circ}C)$
 - $I_{mpp(25^{\circ}C)} = 9,23A$
- $$I_{mpp(51,85)} = 9,23 A + (51,85^{\circ}C - 25^{\circ}C) * (0,02467)$$

$$I_{mpp(51,85)} = 9,89 A$$

4. eficiencia de conversión eléctrica del panel

$$n_{fv} = \frac{V_{mpp} * I_{mpp}}{Ac * E} \quad (1, 51)$$

Donde:

- n_{fv} : Eficiencia de conversión eléctrica del panel
- V_{mpp} : Voltaje a máxima potencia (V)
- I_{mpp} : Intensidad a máxima potencia (A)
- E : nivel de radiación solar en la superficie del panel (W/m^2), bajo condiciones STC.
- Ac : Superficie del panel fotovoltaico (m^2)

Cuyos (n_{fv}) valores típicos deben estar entre 15% y 20% [32]

- $V_{mpp} = 31,623V$
- $I_{mpp} = 9,89 A$
- $E = 1000(W/m^2)$
- $Ac = 1,956 * 0,992 (m^2)$

$$n_{fv} = \frac{31,623 * 9,89}{1000 * 1,94}$$

$$n_{fv} = 0,16$$

5. Área efectiva de cada panel

$$A_T = 2((a \times b) + (b \times c) + (c \times a))$$

Donde:

- a: ancho (0,992m).
- b: largo (1,956).
- c: altura (0,045).

Entonces daremos solución al área total del panel solar con los siguientes datos sacado de una ficha técnica.

$$A_T = 2((0,045m \times 0,992m) + (0,045m \times 1,956m) + (0,992m \times 1,956m)) = 4,146m^2$$

$$A_T = 4,146 m^2$$

6. N_T : Números de paneles

$$N_T = \frac{E_T}{A_T * P_G * G_{d\beta} * n_{fv} * \cos(\beta)} \quad (1,52)$$

Donde:

- N_T : Números de paneles.
- E_T : Consumo eléctrico real. (4,95378kWh)
- A_T : Área efectiva de cada panel. (4,146 m²)
- P_G : Eficiencia de la instalación. (0,81)
- $G_{d\beta}$: Hora pico solar corregido. (2524,80Wh/ m²)
- n_{fv} : Eficiencia de conversión eléctrica del panel. (0,16)
- $\cos(\beta) = \cos(45)$ ángulo de inclinación del panel. [31]

$$N_T = \frac{4953,78Wh}{(4,146 m^2) * (0,81) * (2524,80Wh/ m^2) * (0,16) * (0,7071)}$$

$$N_T = 5$$

7. Cálculo de la energía que es proporcionado por el panel solar en el caserío Villa Hermosa. [31]

$$E_{panel} = n_{panel} * I_{max} * HPS \quad (1, 53)$$

Donde:

- E_{panel} : energía proporcionada por el panel solar (Ahd)
- n_{panel} : Rendimiento del panel solar.
- I_{mpp} : Intensidad a máxima potencia (A)
- HPS : Hora pico solares (h)

- $n_{panel} = 0,7$
- $I_{mpp} = 9,89 A$

- $HPS = 2,524h$

$$E_{panel} = * 0,7 * 9,89 A * 2,524h$$

$$E_{panel} = 17,47Ah$$

8. Cálculo de la potencia que proporciona el panel solar en el caserío Villa Hermosa.

[31]

$$E_{pt} = V_{pmm} * I_{max} * HPS * \left(\frac{V_{pmm}}{V_p} \right) \quad (1, 54)$$

Donde:

- E_{pt} : potencia que proporciona los paneles solares (Ahd)
- V_p : Voltaje con que trabaja el sistema (V)
- V_{mpp} : Voltaje a máxima potencia (V)
- I_{mpp} : Intensidad a máxima potencia (A)
- HPS : Hora pico solares (h)

- $V_p = 24 V$

- $V_{mpp} = 31,623V$

- $I_{mpp} = 9,89 A$

- $HPS = 2,524h$

$$E_{pt} = 31,623 * 9,89 * 2,524h * \left(\frac{31,623V}{24V} \right)$$

$$E_{pt} = 1040,11 Wh$$

Se utilizarán 5 paneles solares de 370 W de 72 células monocristalinas

4.2.2.2.3 – Dimensionando los acumuladores o baterías del sistema fotovoltaicos

- **Máxima profundidad de descarga:** se refiere a la máxima descarga que se permite a una batería solar antes de su desconexión del regulador. [31]
- **Días de autonomía:** tiene que ver con los días que no llega el sol a la zona. [31]

1. Dimensionando de la capacidad del banco de baterías

$$Cap_{bat} = \frac{E_T * N}{V_T * P_{Dmax} * n_{inv} * n_{rb}} \quad (1, 55)$$

Donde:

- Cap_{bat} : Capacidad mínima del banco de baterías, expresada en Ah.
- E_T : Consumo eléctrico real. (4,95378kWh)
- N : Números de días de autonomía. (5)
- V_T : Tensión de trabajo del sistema fotovoltaico. (24V)
- P_{Dmax} : Porcentaje de descarga de la batería. (0,6)
- n_{inv} : eficiencia del inversor. (0,88)
- n_{rb} : eficiencia del conjunto regulador batería. (0,98)

$$Cap_{bat} = \frac{4953,78 * 5}{24 * 0,6 * 0,88 * 0,98}$$

$$Cap_{bat} = 1994,51Ah$$

2 cálculo de número de las baterías conectadas en paralelo.

$$N_{ramas\ de\ baterías\ paralelos} = \frac{Cap_{bat}}{CN} \quad (1,56)$$

Donde:

- $N_{ramas\ de\ baterías\ paralelos}$: Números de las baterías en paralelos
- Cap_{bat} : Capacidad de la batería. (1994,51Ah)
- CN : Capacidad nominal de la batería. (428Ah)

$$N_{ramas\ de\ baterías\ paralelos} = \frac{1994,51Ah}{428Ah}$$

$$N_{ramas\ de\ baterías\ paralelos} = 5$$

3 el número de baterías conectadas en serie

$$N_{bat-serie} = \frac{V_{de\ trabajo}}{V_{Tension\ de\ la\ bateria}} \quad (1, 57)$$

- $V_{de\ trabajo}$: Tensión de trabajo del sistema fotovoltaico (24V).
- $V_{Tension\ de\ bateria}$: Tensión del módulo de batería (24V).

$$N_{bat-serie} = \frac{24V}{24V}$$

$$N_{bat-serie} = 1$$

Total, de números de baterías = $N_{ramas\ de\ baterías\ paralelos} * N_{bat-serie}$

$$N_{numeros\ de\ baterías} = 5$$

4.2.2.2.4. – Dimensionado del regulador de carga del sistema fotovoltaicos.

1.-Corriente de entrada del regulador

$$I_{\text{minimo del .regular}} = 1,25 * I_{SC.Panel} * N_{\text{numeros de paneles}} \quad (1, 58)$$

Donde:

- $I_{\text{minimo del .regular}}$: Corriente de entrada del regulador.
- $I_{SC.Panel}$: Corriente de cortocircuito del panel solar.
- $N_{\text{numeros paneles}}$:Número de paneles fotovoltaicos en el sistema.
- **1.25**: factor de seguridad para evitar daños ocasionales al regulador. [31]

- $I_{SC.Panel}=10,08A$
- $N_{\text{Paralelo}} =5$

$$I_{\text{minimo del .regular}} = 1,25 * 10,08 * 5$$

$$I_{\text{minimo del .regular}} = 63A$$

2.- Cálculo para el número de reguladores para la instalación

$$N_{\text{reguladores}} = I_{\text{minimo del .regular}} / I_{\text{regulador seleccionado}} \quad (1, 59)$$

Donde:

- $N_{\text{reguladores}}$:Números de reguladores.
- $I_{\text{minimo del .regular}}$: Corriente de entrada del regulador.
- $I_{\text{regulador seleccionado}}$: Corriente de entrada del regulador seleccionado.

- $I_{\text{minimo del .regular}} = 63A.$
- $I_{\text{regulador seleccionado}} = 70A.$

$$N_{\text{reguladores}} = \frac{63A}{70A}$$

$$N_{\text{reguladores}} = 1$$

4.2.2.2.5. – Dimensionando del inversor del sistema fotovoltaico.

Para la selección del inversor, tenemos que determinar el suministro de la potencia del consumo de los equipos de electrodomésticos: [38]

1.-Potencia del inversor

$$P_{Inversor} = \frac{P_{Potencia\ de\ la\ carga}}{n_{inv}} \quad (1, 60)$$

Donde:

- $P_{Inversor}$: Potencia del Inversor.
- $P_{Potencia\ de\ la\ carga}$: Potencia de los equipos electrodomésticos (W)
- n_{inv} : eficiencia del inversor

- $P_{Potencia\ de\ la\ carga} = 332,3W$
- $n_{inv} = 0.88$

$$P_{Inversor} = \frac{332,3W}{0,88}$$

$$P_{Inversor} = 377,6W$$

Condición: El inversor seleccionado tiene que ser mayor o igual la carga potencia de la carga, no puede ser menor.

$$➤ P_{Inversor} \geq \sum P_{Potencia\ de\ la\ carga} \quad (1, 61)$$

2.-Cantidad de Inversores

$$N_{Inversor} = \frac{P_{Inversor}}{P_{Inversor\ seleccionado}}$$

Donde:

- $N_{Inversor}$: Números de inversores
 - $P_{Inversor}$: Potencia del Inversor.
 - $P_{Inversor\ seleccionado}$: Potencia del Inversor seleccionado
- $P_{Inversor} = 377,6W$
 - $P_{Inversor\ seleccionado} = 400W$

$$N_{Inversor} = \frac{377,6}{400}$$

$$N_{Inversor} = 1$$

4.2.2.2.6. – Dimensionando el cableado del sistema fotovoltaicos.

Para el cálculo del cableado tenemos que calcular con ciertas normas, ya que cuando hay consumo eléctrico, también habla pérdida debido a la caída de tensión [38]

$$S = (2 * L * I) / (\kappa * \Delta V) [mm^2] \quad (1, 62)$$

Donde:

- S= Sección de cable
- L = longitud del cable.
- I= intensidad máxima de corriente en el cable.
- κ = conductividad eléctrica del cable.
- ΔV = caída de tensión permitida en el tramo.

Tabla N° 35: Caídas de tensiones recomendadas para un sistema fotovoltaico

Tramo		Valor Recomendado	Valor máx. Admisible
Paneles Solares	Regulador	1%	3%
Regulador	Acumulador	0,50%	1%
Acumulador	Inversor	1%	1%

Fuente: [Manual de la instalación del regulador de carga]

- Entre los Paneles Fotovoltaicos y el Regulador de Carga: Inferior al 3%.
- Entre el Regulador de Carga y la Batería y: Inferior al 1%.
- Entre el Regulador y el Inversor; inferior al 1 %.
- El material del cable es de cobre, cuya conductividad eléctrica depende de la temperatura, por lo tanto, se utilizará un valor estándar de conductividad de 20° C, por lo tanto, será: $\kappa =$ de 56 m/ Ωmm^2 .
- Para seleccionar cables se debe elegir una sección de cables normalizado en el sistema AWG americano pero que sea inmediatamente superior al valor obtenido por los cálculos.

1.-Cálculo de la intensidad máxima que debe soportar el tramo campo fotovoltaico – regulador

$$I_{MAX mf} = 1,25 * I_{SC.Panel} * N_{\text{Números de paneles *regulador}} \quad (1, 63)$$

Donde:

- $I_{MAX mf}$: Intensidad máxima del tramo entre fotovoltaico – regulador.
- $I_{SC.Panel}$: Corriente de cortocircuito del panel solar.
- $N_{\text{numeros de paneles parale*regulador}}$:Numeros de paneles solares conectada al regulador.

- $I_{SC.Panel} = 10,08A$
- $N_{numeros\ de\ paneles * regulador} = 5$

$$I_{MAX\ mf} = (1,25 * 10,08A * 5)$$

$$I_{MAX\ mf} = 63A$$

2.- Cálculo de la intensidad máxima que debe soportar el tramo regulador – inductor

$$I_{MAX\ inv} = \frac{1,25 * P_{Inversor}}{V_{Tension\ de\ trabajo} * n_{inv}} \quad (1,64)$$

Donde:

- $P_{Inversor}$: Potencia del Inversor. (400W)
- n_{inv} : eficiencia del inductor. (0,88)
- $V_{Tension\ de\ trabajo}$: el voltaje con que se trabaja el sistema. (24V)

$$I_{MAX\ inv} = \frac{1,25 * 400W}{24V * 0,88}$$

$$I_{MAX\ inv} = 23,67A$$

3.-Cálculo de la sección de los conductores eléctricos en cada tramo

3.1.-Paneles - regulador

Donde:

- $L = 10m$.
- $I_{MAX\ mf} = 63A$
- $\kappa = 56\ m/\Omega\ mm^2$.
- Entre los Paneles Fotovoltaicos y el Regulador de Carga: Inferior al 3%.
- Tensión del sistema= 24V
- $\Delta V = 24 * 0,03 = 0,72V$

$$S_{Cable} = (2 * 10 * 63) / (56 * 0,72) [mm^2]$$

$$S_{Cable} = 31,25\ mm^2$$

El valor normalizado inmediatamente superior a $31,25\ mm^2$ y usaremos la sección de cable normalizado de: $S_{Cable} = 33,6\ mm^2$ y de calibre AWG de # 2

3.2.-Regulador - acumulador

Donde:

- $L = 3m$.
- $I_{MAX\ mf} = 63A$
- $\kappa = 56\ m/\Omega\ mm^2$.
- Entre el Regulador de Carga y la Batería y: Inferior al 1%.
- Tensión del sistema= 24V
- $\Delta V = 24 * 0,01 = 0,24V$

$$S_{Cable} = (2 * 3 * 63) / (56 * 0,24) [mm^2]$$

$$S_{Cable} = 28,125 mm^2$$

El valor normalizado inmediatamente superior a $28,125 mm^2$ y usaremos la sección de cable normalizado de: $S_{Cable} = 33,6 mm^2$ y de calibre AWG de # 2

3.3.- Regulador - inversor

Donde:

- $L = 2m.$
- $I_{MAX inv} = 23,67A$
- $\kappa = 56 m/\Omega mm^2.$
- Entre la Batería y el Inversor; inferior al 1 %.
- Tensión del sistema= 24V
- $\Delta V = 24 * 0,01 = 0,24V$

$$S_{Cable} = (2 * 2 * 23,67) / (56 * 0,24) [mm^2]$$

$$S_{Cable} = 7,0446 mm^2$$

El valor normalizado inmediatamente superior a $7,0446 mm^2$ y usaremos la sección de cable normalizado de: $S_{Cable} = 8,37 mm^2$ y de calibre AWG de # 8

3.4.- Inversor- domicilio

$$I = \frac{Potencia\ total * 1,25}{Voltaje\ de\ salida\ del\ inversor} \quad (1,65)$$

$$I = \frac{332,3W * 1,25}{115V}$$

$$I = 3,6 Amperio$$

Donde:

- $L = 18m.$
- $I_{MAX inv} = 3,6A$
- $\kappa = 56 m/\Omega mm^2.$
- Entre la Batería y el Inversor; inferior al 1 %.
- Tensión del sistema= 24V
- $\Delta V = 24 * 0,01 = 0,24V$

$$S_{Cable} = (2 * 18 * 3,6) / (56 * 0,24) [mm^2]$$

$$S_{Cable} = 9,64 mm^2$$

El valor normalizado inmediatamente superior a $9,64 mm^2$ y que usaremos la sección de cable normalizado de: $S_{Cable} = 13,3 mm^2$ y de calibre AWG de # 6

4.2.2.2.7.- Cálculo para determinar la capacidad del interruptor termomagnético.

$$I_n = \frac{PI}{k*V*\cos(\varphi)} \quad (1, 66)$$

Donde:

- PI :Potencia Instalada
- K :Constante para sistema monofásico $k=1$
- V : Tensión de servicio (220)
- $\cos(\varphi)$:0,9

$$I_n = \frac{332,3W}{1 * 220 * 0,9}$$

$$I_n = 1,678 \text{Amperios}$$

Hallamos la corriente de diseño, para corriente de diseño se añade un 25% por factor de seguridad. [39]

$$I_d = I_n * 1,25 \quad (1, 67)$$

$$I_d = 2.0975 \text{ Amperios}$$

Se escogerá un interruptor termomagnético de 6 amperios por mayor seguridad.

4.2.2.2.8.- Cálculo de la distancia entre paneles

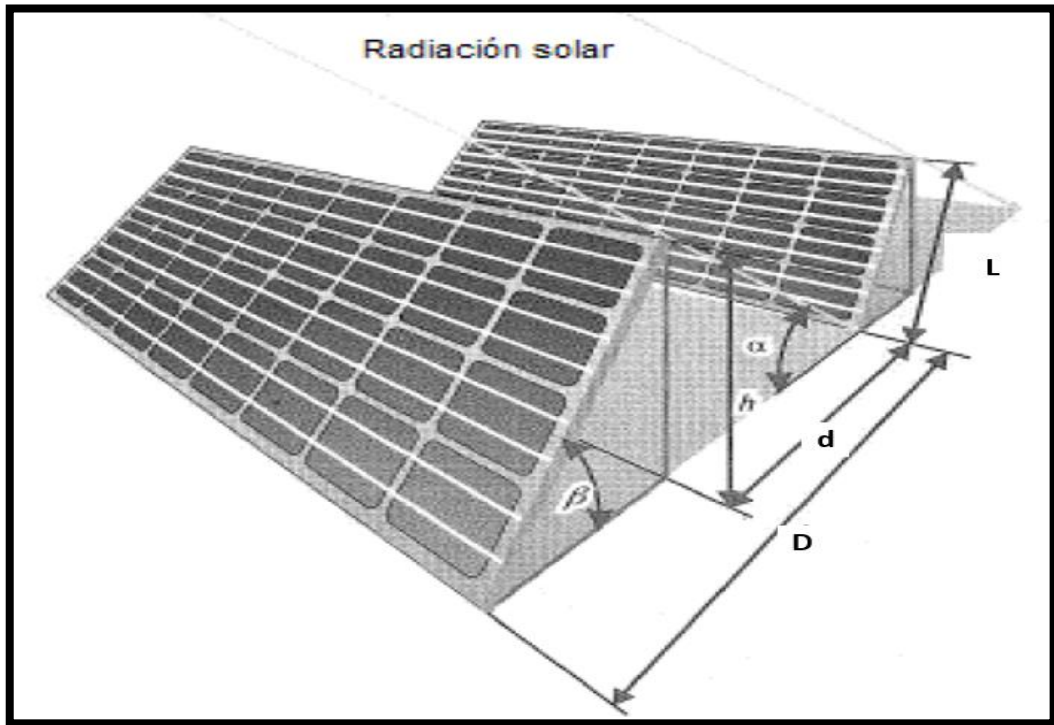


Figura N° 70: Distancia entre paneles

Fuente: www.google.com

$$h = L \text{Sen}(\beta) \quad (1, 68)$$

$$d = \frac{h}{\text{tg}(61^\circ - \varnothing)} \quad (1, 69)$$

$$D = d + L \text{Cos}(\beta) \quad (1, 70)$$

Donde:

- h : altura.
- β : Ángulo de inclinación (45°).
- L : Longitud del panel. (1956)
- \varnothing : Latitud del lugar. (-5,603)

$$h = 1956 * \text{Sen}(45^\circ)$$

$$h = 1383,1 \text{mm}$$

$$d = \frac{1383,1}{\text{tg}(61^\circ + 5,603)}$$

$$d = 598,43 \text{mm}$$

$$D = 598,43 + 1956 * \text{Cos}(45^\circ)$$

$$D = 1981,53 \text{mm}$$

4.2.2.2.9.- Validación del rendimiento de los paneles solares en función de la temperatura.

Rendimiento del panel solar (n_{panel})

$$\eta_{panel} = \frac{V_{mpp} * I_{mpp}}{V_{oc} * I_{sc}} \quad (1, 71)$$

Donde:

- V_{mpp} : Voltaje a máxima potencia
- I_{mpp} : Intensidad a máxima potencia
- V_{oc} : Voltaje en circuito abierto
- I_{sc} : Intensidad en cortocircuito

Para que sea un buen panel solar debe tener un rendimiento de $0,7 \leq (\eta_{panel}) \leq 0,85$ [17]

1. Cálculo del rendimiento del panel solar seleccionado.

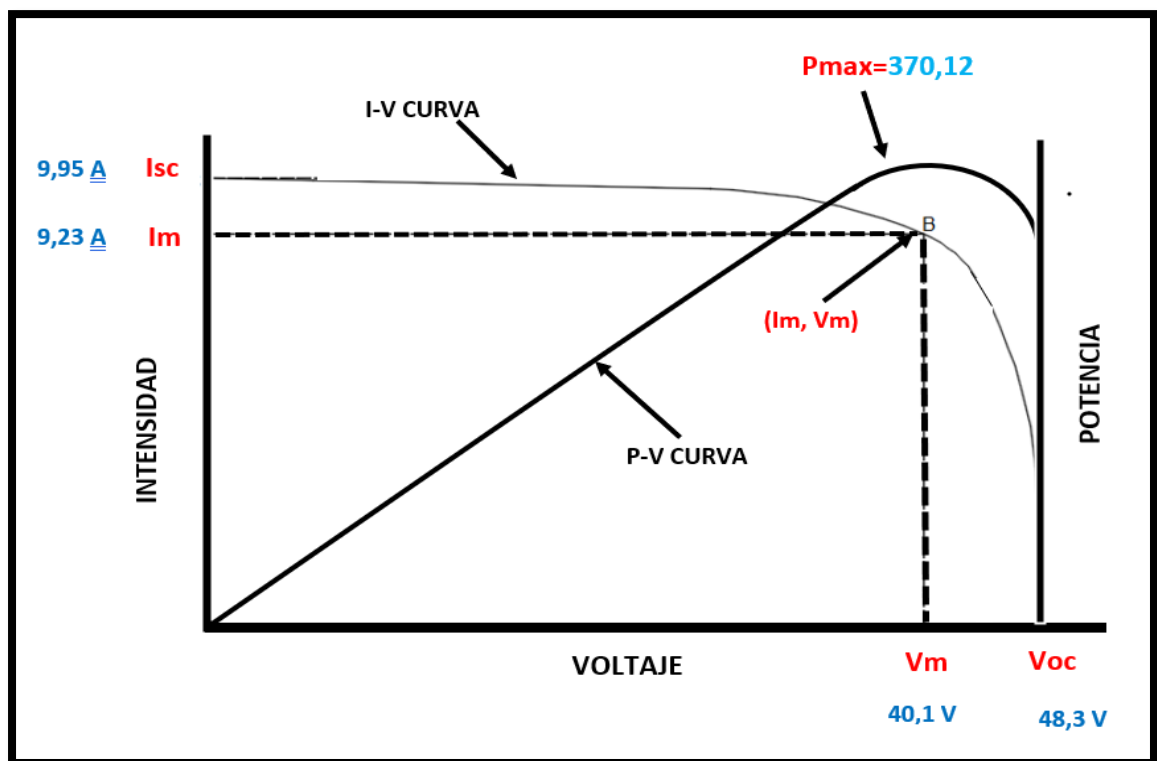


Figura N° 71: las curvas de carga del panel fotovoltaico

- $V_m = 40,1 \text{ V}$
- $I_m = 9,23 \text{ A}$
- $V_{oc} = 48,3 \text{ V}$
- $I_{sc} = 9,95 \text{ A}$

$$\eta_{panel} = \frac{(40,1) * (9,23)}{(48,3) * (9,95)}$$

$$\eta_{panel} = 0,77$$

Cálculo del rendimiento del panel solar seleccionado para demostrar que el panel, cumple con los requisitos para un sistema solar, ya que nos salió como rendimiento 0,77, estando dentro de los parámetros que se pide para un sistema solar.

2.-Cálculo para validar el rendimiento de los paneles solar en función a la temperatura de la zona.

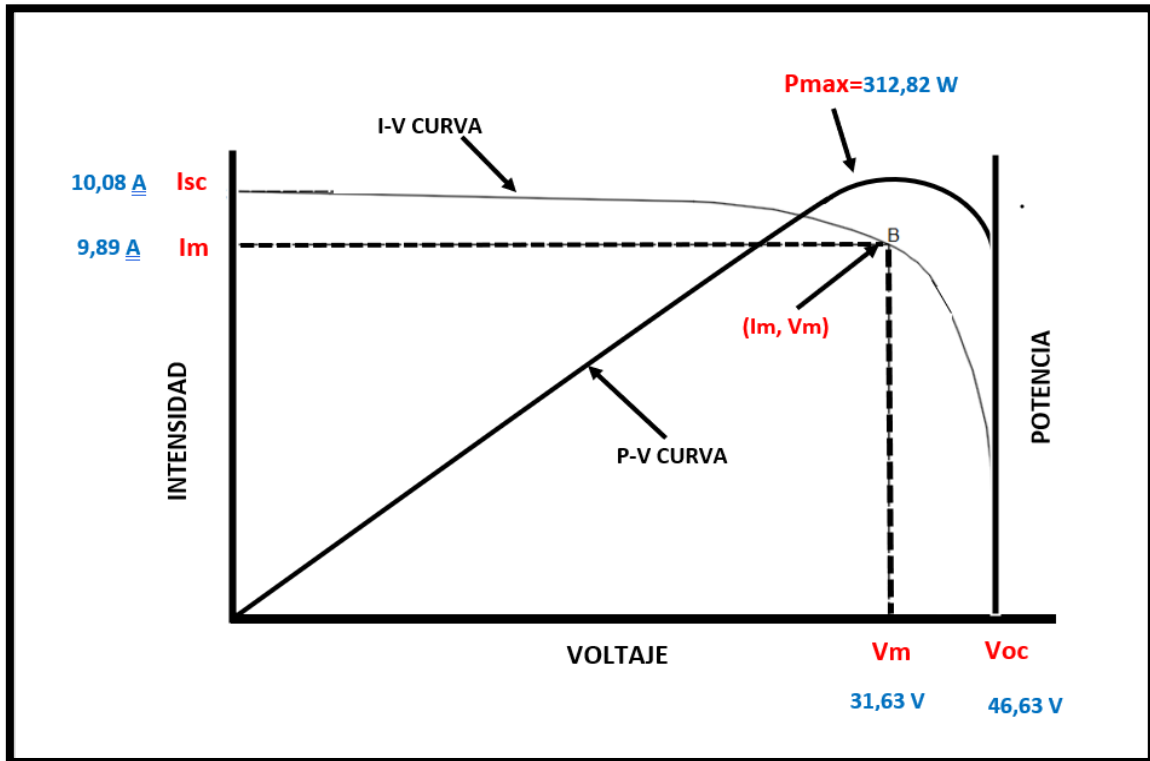


Figura N° 72: las nuevas curvas de carga del panel fotovoltaico

- $V_m = 31,623V$
- $I_m = 9,89 A$
- $V_{oc} = 46,63V$
- $I_{sc} = 10,08$

$$\eta_{\text{panel}} = \frac{(31,623) \cdot (9,89)}{(46,63) \cdot (10,08)}$$

$$\eta_{\text{panel}} = 0,7$$

Para este cálculo de la validación del rendimiento de los paneles solares con la temperatura de la zona, lo primero que se tuvo que realizar es corregir el Voltaje en circuito abierto, Intensidad en cortocircuito, Voltaje a máxima potencia, Intensidad a máxima potencia, de esta forma pudimos obtener los siguientes resultados: Voltaje en circuito abierto (46,63V), Intensidad en cortocircuito (10,08 A), Voltaje a máxima potencia (31,623V), Intensidad a máxima (9,89A), dando una nueva potencia de 312,82 watts y un rendimiento de 0,7, entonces damos la validación de los paneles solares en función de la temperatura de la zona.

4.2.2.2.10.- Como se fluctúa la carga con el uso de la refrigeradora.

1.- Cálculo de la masa del aire de la refrigeradora.

$$m = \frac{PV}{RT} \quad (1, 72)$$

Donde:

- **P** : Presión del aire (101,325 kPa).
- **V** : Volumen de la refrigeradora (0,1836m³).
- **R**: Constante del aire (0,287 kJ/kg*k).
- **T**: Temperatura de conservación (275,15 k).
- m= Masa del aire(?).

$$m = \frac{(101,325 * 0,1836)kg}{(0,287 * 275,15)}$$

$$m = 0,236 \text{ kg}$$

2.-Cálculo del calor recibido cuando se abre la puerta de la refrigeradora

$$\Delta Q = m * \Delta T * C_v \quad (1, 73)$$

Donde:

- **ΔQ** : Calor recibido (?).
- m= Masa del aire (0,236 kg).
- **ΔT**: Variación de temperatura (299,82-275,15)k.
- **C_v** =Calor especifico del aire (0,718 kJ/kg*k)

$$\Delta Q = 0,236 * 24,67 * 0,718 \text{ kJ}$$

$$\Delta Q = 4,18 \text{ kJ}$$

3.-Cálculo del tiempo que se demora la refrigeradora en estabilizarse después de haberse abierto la puerta.

$$T = \frac{\Delta Q}{Q_f} \quad (1, 74)$$

Donde:

- T= Tiempo (?).
- **ΔQ** : Calor recibido (4,18kJ).
- **Q_f**: Carga térmica (0,92122 kW).

$$T = \frac{4,18kJ}{0,9212kJ/S}$$

$$T = 4,53 \text{ segundos.}$$

$$T = 0,00125833 \text{ hora}$$

4.-Cálculo del consumo potencia eléctrico de la refrigeradora en el momento que se abre la puerta.

Consumo potencia eléctrico=Potencia eléctrica de la refrigeradora * Tiempo

$$\text{Consumo potencia eléctrico}=332,3 * 0,00125=0,418 \text{ Wh}$$

El tiempo que demora en estabilizarse la temperatura de conservación en la refrigeradora después de abrirse la puerta es: 5 segundo y consume una potencia eléctrica de 0,418 Wh, no afecta en nada para la conservación de los alimentos de la refrigeradora, ya que los paneles nos proporcionan una potencia de 5200, 55 Wh.

4.3.-Seleccionar los componentes del sistema de refrigeración y del sistema solar fotovoltaico.

4.3.1.-Seleccionando los componentes del sistema de refrigeración

1.- compresor para refrigerante R600a

Aplicaciones: Son muy utilizadas en dispensadores de agua, refrigeradores, congeladores, gabinetes de licores y máquinas de hielo de pequeños tamaños, para domicilios.

- Características: Tamaños pequeños.
- Alta eficiencia y confiabilidad.
- Rendimiento de arranque confiable.
- Bajo nivel de sonido y vibración.



figura N° 73: compresor Hye131mku a R-600 a 220-240V 50Hz [37]
Fuente: [ficha técnica de compresores cubigel]

Tabla N°36: Características del compresor Hye131mku a R-600 a 220-240V 50Hz

Datos técnicos			
Modelo	Hpy16aa	Condiciones del ciclo de prueba	
Gas refrigerante	R600a	Temperatura de evaporación	-23,3°C
Temperatura/Presión	Baja T° (LBP)	Temperatura de condensación	50°C
Potencia	1/2 HP	Temperatura líquida	32°C
Tipo	Alternativo, hermético	Temperatura ambiente	32°C
Tipo de corriente	Monofásica	Temperatura de succión	32°C
Frecuencia	50 Hz	Rendimiento nominal	
Tipo compresor	Hermético	Capacidad de enfriamiento	208 kcal/h
Caudal Aire	16.15 cm ³	COP	1,15W/W
Voltaje nominal	12V/24V CC	Capacidad frigorífica -30°C	161Kcal/h
Tipo Test: Ashare 32			

Fuente: [ficha técnica de compresores cubigel]

2.- Evaporador



figura N° 74: Evaporador [37]

Fuente: [<https://spanish.alibaba.com/p-detail/Refrigeration-1600379263032.html?spm>]

Tabla N° 37: Datos técnicos del evaporador [37]

Datos Técnicos del Evaporador	
Tipo	Serpentín de cobre con aletas de aluminio sujetas al tubo
Tipo de circuito	Un circuito refrigerante continuo.
Refrigerante	R134a- R600a
Material del tubo	Cobre
Material de la placa	Galvanizado
Unión del tubo y la placa	Soldadura a base de estaño
Espesor de la placa	0.5mm
Temperatura	2°C a 8°C
Dimensiones	38,5*20cm
Diámetro del tubo	¼ in
Incluye	Resistencia eléctrica para descongelamiento
Observación	Se encuentra en un buen estado

Fuente: [<https://spanish.alibaba.com/p-detail/Refrigeration-1600379263032.html?spm>]

3.- Condensador



Figura N° 75: Condensador [37]

Fuente [<https://spanish.alibaba.com/p-detail/Ice-cream-1600379058957.html?spm>]

Tabla N° 38: Datos técnicos del condensador [37]

<i>Datos Tecnicos del Condensador</i>	
Nombre del producto:	Refrigeración de acero tubo dispensador de agua de condensador (enfriador de agua condensador)
Aplicación:	Refrigerador congelador escaparate de agua enfriador
Refrigerante:	R600a
Estructura:	1 de tipo de alambre en el tubo de condensador utilizado en la espalda 2 doblada o tipo espiral de alambre en el tubo de condensador utilizado en el fondo 3 envuelto tipo de tubo incrustar en placa
Principal proceso de producción:	Dobladora de tubo-> soldadura> arreglar el soporte-> soldar el tubo de succión-> Prueba de fugas revestimiento--> ¡Plegable o de configuración--> Inspección paquete!
Rendimiento:	1 SUEFACE con electroforesis de recubrimiento para evitar la corrosión 2 interior CLEANESS puede cumplir con el requisito de CFC y R600a sistema de refrigeración 3 satisfacer diferentes de las necesidades de capacidad
Material	1 tubo BUNDY: Ø4.76/6/6/35/8/9/52 de la pared de espesor 0,7 MM 2. Alambre de acero de bajo carbono de Ø1.0-1,6 MM 3. Soporte: placa de acero (SPCC) espesor 0,6-1,5 MM 4 placa de acero: SPCC espesor 0,3-0,4 MM

Fuente: [<https://spanish.alibaba.com/p-detail/Ice-cream-1600379058957.html?spm>]

4.- Tubo capilar



Figura N° 76: Tubo capilar [36]
Fuente: [Ficha técnica de tubos capilares de precisión]

Tabla N° 39: Datos técnicos del tubo capilar [36]

<i>Datos técnicos del tubo capilar</i>	
Material	Cobre
Largo	2,31m
Diámetro interior	0,91 mm
Tubo: Espesor	0,762mm
Flujo	0,37CFM de refrigerante

Fuente: [Ficha técnica de tubos capilares de precisión]

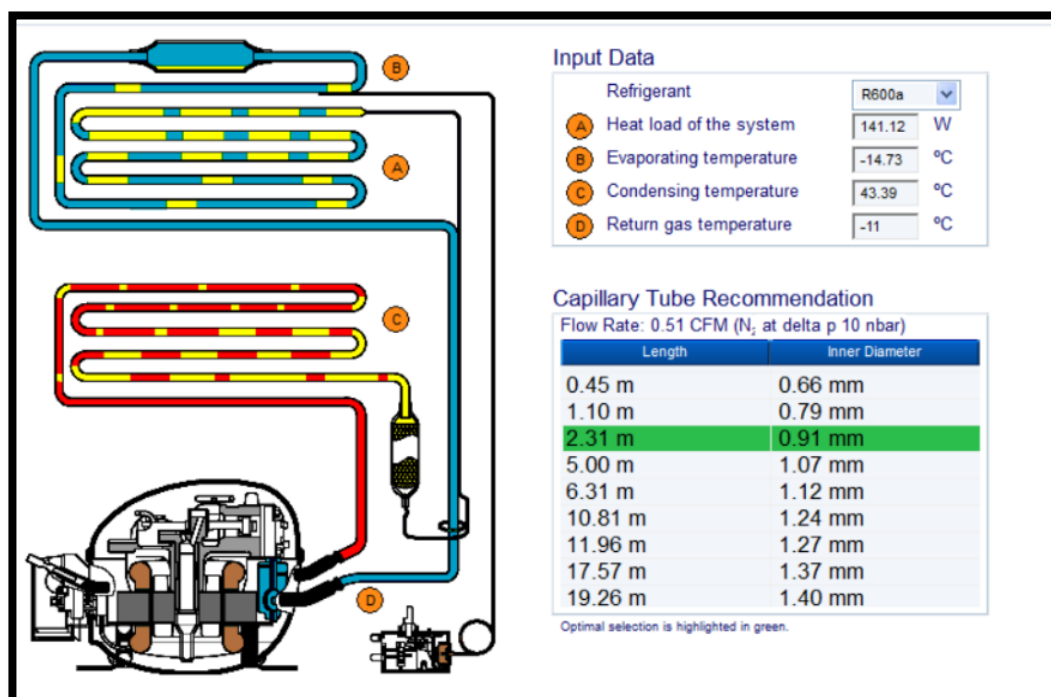


Figura N° 77: Dimensionamiento del tubo capilar

5.- Refrigerante R600a



Figura N° 78: Refrigerante R600a [36]

Fuente: [Ficha técnica del R600(Gasservel)]

Tabla N° 40: Refrigerante R600a [36]

Datos Técnicos del Refrigerante R600a	
HyChill Minus 10	La solución orgánica natural para la refrigeración de temperatura media. Es utilizado para refrigeración domésticas y comerciales ligeras, incluidos frigoríficos y congeladores, dispensadores de bebidas y exhibidores independientes.
Nombre	Isobutano
Fórmula	$(CH_3)_3CH$
Desplazamiento	$3,77cm^3$
Presión evaporación (-25°C)	0,579 bar
Presión condensación (55°C)	7,72bar
Entalpía (-25°C/32°C)	501,5kJ/kg
Entalpía (55°)	224,9kJ/kg
Diferencia de entalpía	276,6kJ/kg
Capacidad de refrigeración	34W
Flujo másico	0,443kg/h
Temperatura gas salida cilindro	87°C
Temperatura entrada de expansión	55°C
Volumen específico	$1,96dm^3/kg$
Flujo Volumétrico	$0,867dm^3/h$

Fuente: [Ficha técnica del R600(Gasservel)]

6.- Filtro secador



Figura N° 79: Filtro secador [37]

Fuente: [https://www.alibaba.com/product-detail/refrigeration-copper-spun-filter-drier_527882775.html?spm]

Tabla N° 41: Filtro secador [37]

<i>Datos Técnicos del tubo capilar</i>	
Material	Cobre
Tipo	Grano con malla
Diámetro entrada y salida	19 mm
Diámetro del cuerpo	24mm
Refrigerante	R600a
Voltaje	220-240
Estructura	puede amortiguar eficazmente los efectos de la vibración en los componentes internos
Capacidad	Puede absorber agua, ácidos y otros contaminantes

Fuente: [https://www.alibaba.com/product-detail/refrigeration-copper-spun-filter-drier_527882775.html?spm]

7.- Termostato tipo Patrick



Figura N° 80: Termostato tipo Patrick [37]

Fuente: [Ficha técnica de termostatos mecánicos ranco (CRN TECNOPART, S.A)]

Tabla N°42: Termostato tipo Patrick [37]

<i>Datos Técnicos del Termostato tipo Patrick</i>	
Fabricante	Reporshop
Certificaciones	cuentan con la aprobación UL y VDE.
Identificador de producto del fabricante	RE440080007
Dimensiones del producto	76,2 x 25,4 x 25,4 cm;
Peso del producto	300 g
Voltaje nominal	250V (AC250V)
Frecuencia	50Hz / 60Hz
Corriente	5(4) A-20A -16(4)A
Temperatura ajustable	+ 350 ° C -36 ° C

Fuente: [Ficha técnica de termostatos mecánicos ranco (CRN TECNOPART, S.A)]

8.- Foco led



Figura N° 81: Foco Led [37]

Fuente: [<https://www.lighting.philips.com.co/soporte/soporte-de-productos/descargas/fichas-tecnicas>]

Tabla N° 43: Termostato tipo Patrick [37]

<i>Datos Técnicos foco led</i>			
Marca	Vgogfly	Fabricante	Vgogfly
Estilo	moderno	Color	5500K
Forma	Bombilla	Material	Plástico
Componente incluidos	Bombilla incluida	Voltaje	110 voltios
Usos específicos	Refrigerador	Certificación	UI-listed
Tipo de bombilla	LED	Flujo luminoso	550lm
Vataje		5 watts	

Fuente: [<https://www.lighting.philips.com.co/soporte/soporte-de-productos/descargas/fichas-tecnicas>]

4.3.2.-Seleccionar los componentes del sistema solar fotovoltaico.

1.- Panel solar 370W 24V monocristalino Bauer

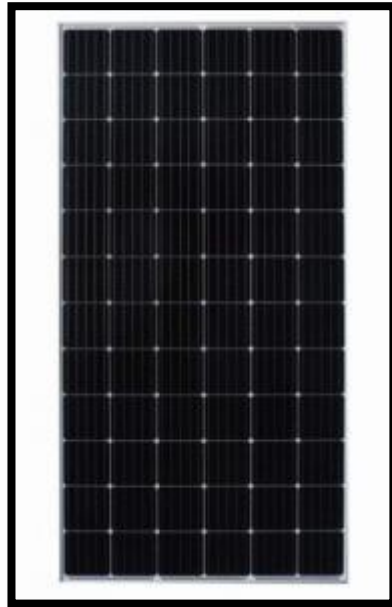


Figura N° 82: Panel solar 370W 24V monocristalino Bauer [40]

Fuente: [<https://autosolar.pe/paneles-solares-24v>]

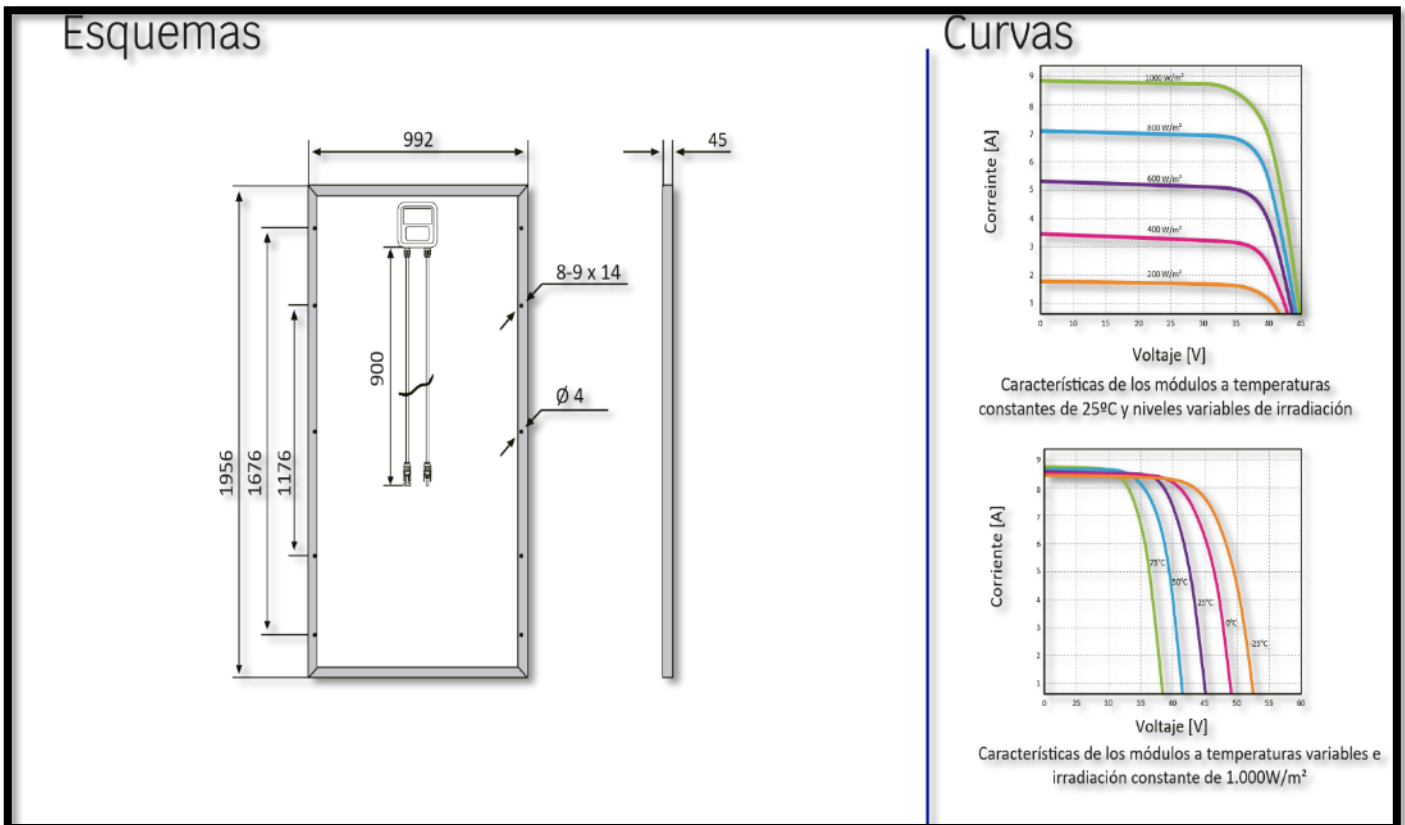


Figura N° 83: Esquema y curvas del panel solar 370W 24V monocristalino Bauer

Fuente: [<https://autosolar.pe/paneles-solares-24v>]

Tabla N° 44: Norma de ministerio de energía y minas del panel solar [9]

Módulo Fotovoltaico
Características Generales
Tiene que estar certificada con la norma internacional: IEC-61215
Tiene que estar certificada con la norma internacional: IEC 61730
Tiene que ser certificada de acuerdo a la norma de ISO 9001
Los paneles deben tener una ficha técnica que indique lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Dimensiones: Largo, ancho y alto. ➤ Peso. ➤ Material de la célula fotovoltaica. ➤ Número de células fotovoltaicas. ➤ Potencia máxima. ➤ Corriente en el punto de máxima potencia. ➤ Corriente de cortocircuito. ➤ Tensión de circuito abierto. ➤ Eficiencia del módulo fotovoltaico
Características Física
Tiene que estar compuesto como mínimo por 36 células fotovoltaicas de silicio policristalino o monocristalino.
Tiene estar con una cubierta de vidrio y estar encapsulado con material Acetato de Vinil Etileno.
La estructura del panel tiene que ser rígida de marco de aluminio anodizado con orificios hechos en fábrica para su instalación.
No debe presentar los siguientes defectos: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Células rotas o agrietadas. ➤ Células desalineadas. ➤ Presencia de elementos extraños en las células Fotovoltaicas. ➤ Impurezas en el laminado. ➤ Burbujas en el encapsulado. ➤ Rotura o daño del vidrio. ➤ Rotura o daño de las conexiones eléctricas entre Células. ➤ Ilegibilidad o borrado de la etiqueta. ➤ Material extraño adherido a la cubierta de vidrio. ➤ Superficie posterior dañada. ➤ Caja de conexiones rota o desprendida. ➤ Presencia de intersticios entre el marco y la placa
Características Eléctricas
La potencia máxima nominal del módulo fotovoltaico, debe estar indicada en Condiciones Estándar de Medida (1 000 W/m ² , AM 1,5 y temperatura de célula 25 °C).
La potencia máxima real del módulo fotovoltaico, al momento de ser suministrado, no podrá ser menor al 5 % ni mayor al 10 % de su potencia máxima nominal (Wp)
Deberá tener como mínimo, dos (02) diodos de "by pass", los cuales deberán estar instalados al interior de su caja de conexiones
Deberá tener señalizada la conexión de aterramiento en su marco de aluminio anodizado.

Fuente: Ministerio de energía y minas

Tabla N° 45: panel solar 370W 72 células monocristalinas [40]

Datos técnicos del panel solar 370W de 72 células monocristalino	
Células	72 piezas monocristalinas (156 x 156 mm)
Cristal	Bajo contenido en hierro y templado (3,2 mm)
Potencia máxima (Wp)	370W
Cable	90cm, 4mm ²
Voltaje en circuito abierto (Voc)	48.3V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	9.95A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	40.1V
Intensidad a máxima potencia (Im)	9.23A
Condiciones del test	1000W/m ² , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coficiente temperatura – Isc	+0.02973%
Coficiente temperatura – Uoc	-0.38038%
Coficiente temperatura – Pmpp	-0.57402%
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	19%
Certificados de producto	TUV (IEC 61215, IEC 61730), CE
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
Peso	21.5 kg
Garantía del producto	10 años
Garantía de la potencia	25 años

Fuente [<https://autosolar.pe/paneles-solares-24v>]

2. Batería Rolls 6V 428Ah S-550



Figura N°84: Batería Rolls 6V 428Ah S-550 [40]

Fuente: [<https://autosolar.pe/baterias-plomo-abierto-6v/bateria-rolls-6v-s290-290ah-c100>]

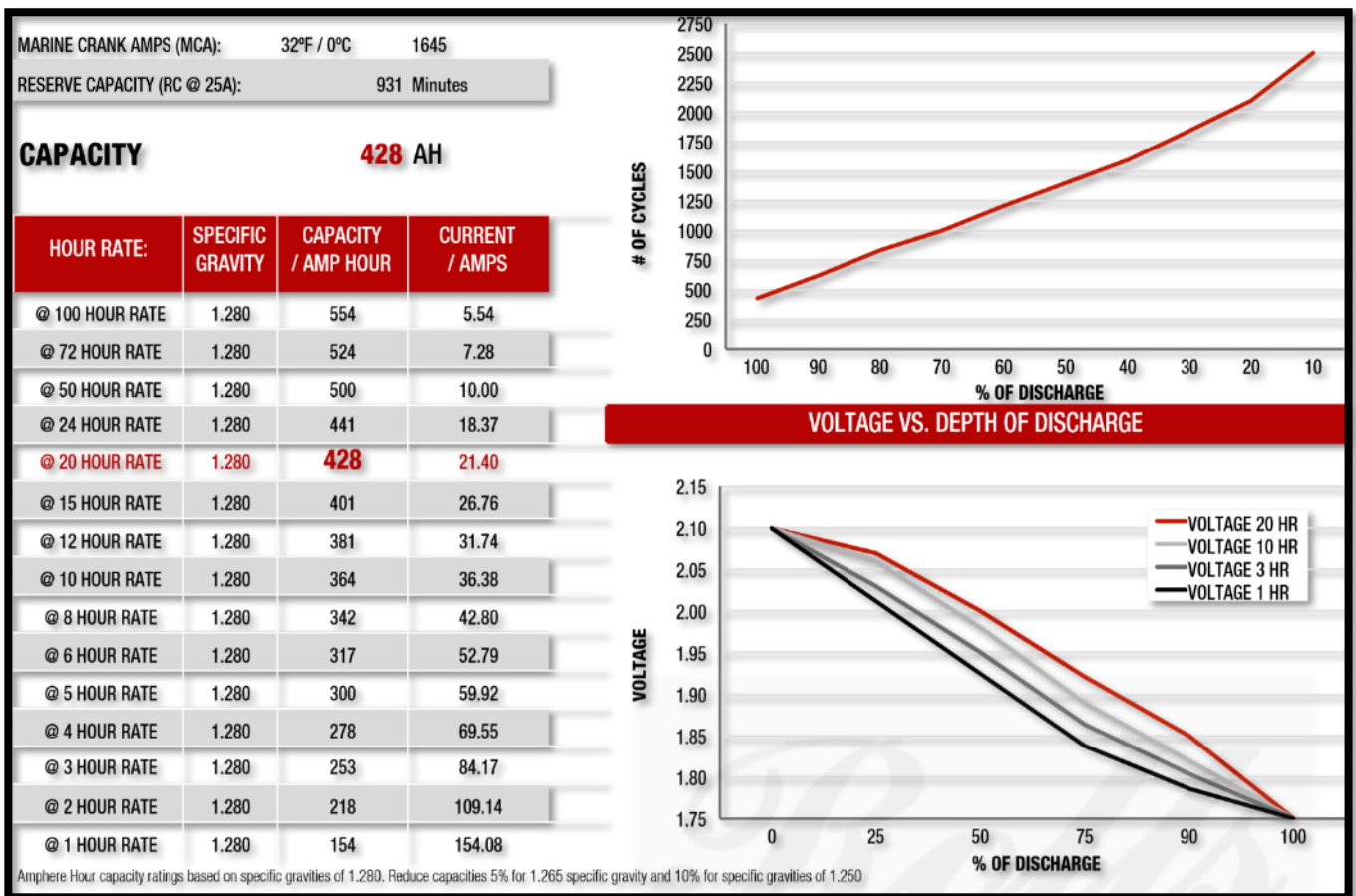


Figura N° 85: Batería Rolls 428Ah S-550 [40]

Fuente: [<https://autosolar.pe/baterias-plomo-abierto-6v/bateria-rolls-6v-s290-290ah-c100>]

Tabla N° 46: Norma de ministerio de energía y minas de la batería [9]

Baterías
Características Generales
Deberá ser del tipo plomo – ácido
Deberá contar con etiqueta visible adherida o impresa firmemente sobre su superficie con la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Marca ➤ Modelo ➤ Procedencia ➤ Tensión nominal ➤ Capacidad en Ah. ➤ Indicar el régimen de descarga.
Deberá entregarse información técnica del fabricante que muestre como mínimo lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tipo de batería. ➤ Características de la etiqueta e información que contiene. ➤ Información del tipo de electrolito, de ser líquido deberá indicarse su densidad. ➤ Tipos de terminales, indicación de polaridad y conexionado. ➤ Características físicas: Tipos de terminales, dimensiones, características del contenedor, existencia de válvula tipo VRLA para baterías selladas.
Características Física
La polaridad deberá estar claramente indicada en bajo o alto relieve.
Los terminales de la batería deberán permitir la conexión firme y segura de los cables.
La conexión de los cables a la batería deberá realizarse con conectores que permitan una sujeción firme y segura, de preferencia suministrados por el fabricante de la batería.
Características eléctricas
La capacidad real de la batería, al momento de ser suministrada, no deberá ser menor del 95 % ni mayor a 120 % de su capacidad nominal.
La capacidad nominal de la batería debe ser solicitada en amperios hora (Ah) para el régimen de descarga C100 o C20, según se requiera, hasta una tensión final de 1,75 V por celda y 25 °C de temperatura ambiente.

Fuente: Ministerio de energía y minas

Tabla N°47: Batería Rolls 6V 428Ah S-550 [40]

Datos Técnicos del Batería ROLLS 6V 428Ah S – 550		
Peso Seco	43 kg	94 Lbs
Peso Húmedo	56 kg	123 Lbs.
Longitud	318 mm	12 1/2 Pulgadas
Ancho	181 mm	7 1/8 Pulgadas
Altura	425 mm	16 3/4 pulgadas
Contenedor	Polipropileno	
Cubierta	Polipropileno	
Terminales	Poste universal moldeado	
Asas	Sin asas	
Eficiencia máxima	95%	
Altura placa	159 Mm	6.250 pulgadas
Células	19 placas / Celda	3 celda
Ancho de placa	159 Mm	6,250 pulgadas
Grosor del separador	2 mm	0,061 pulgadas
Grosor (Positivo)	2,79 mm	0,110 pulgadas
Aislamiento de la alfombra de vidrio	1 mm	0,02 pulgadas
Grosor (Negativo)	2,24 mm	0,088 pulgadas
Amperios del cigüeñal frío (Cca)	0°F / -17.8°C	710
Amperios de cigüeñal marino (Mca)	32°F / 0°C	888
Capacidad de reserva:	315 minutos	
Reserva de electrolitos	63 mm	2,25 pulgadas

Fuente: [<https://autosolar.pe/baterias-plomo-abierto-6v/bateria-rolls-6v-s290-290ah-c100>]

Tabla N° 48: la capacidad 428 AH de batería Rolls S-550 [40]

CAPACIDAD 428AH			
Tasa De Horas	Específico gravedad	Capacidad / Amperios hora	Actual / Amperios
100 tasa de horas	1,280	554	5,54
72 tasa de horas	1,280	524	7,28
50 tasa de horas	1,280	500	10,00
24 tasa de horas	1,280	441	18,37
20 tasa de horas	1,280	428	21,4
15 tasa de horas	1,280	401	26,76
12 tasa de horas	1,280	381	31,74
10 tasa de horas	1,280	364	36,38
8 tasa de horas	1,280	342	42,8
6 tasa de horas	1,280	317	52,79
5 tasa de horas	1,280	300	59,92
4 tasa de horas	1,280	278	69,55
3 tasa de horas	1,280	253	84,17
2 tasa de horas	1,280	218	109,14
1 tasa de horas	1,280	154	154,08

Fuente: Ficha técnica de baterías de Rolls

3.- Controlador mppt Blue Solar 150V 70A Victron



Figura N° 86: Controlador smart solar mppt 150V 70A Victron

Fuente: [<https://autosolar.pe/controladores-de-carga-mppt/controlador-smartsolar-mppt-150v-70a-victron>]

Tabla N°49 : Controlador smart solar mppt 150V 70A Victron

Controlador de carga	150V 70A
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 o 48 V
Corrientes de carga nominal	70 A
Potencia FV nominal, 12 V	1000 W
Potencia FV nominal, 24 V	2000 W
Potencia FV nominal, 36 V	3000 W
Potencia FV nominal, 48 V	4000 W
Máxima corriente de corto circuito FV	35 A
Eficiencia máxima	98 %
Autoconsumo	Menos de 35 mA a 12 V / 20 mA a 48 V
Tensión de carga de "ecualización"	Valores predeterminados: 16,2 V / 32,4 V / 48,6 V / 64,8 V (regulable)
Algoritmo de carga	adaptativa multietapas (ocho algoritmos preprogramados) o algoritmo definido por el usuario
Protección	Polaridad inversa FV/Cortocircuito de salida/Sobre temperatura
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)
Humedad	95 %, sin condensación
Altitud máxima	5.000 m (potencia nominal completa hasta los 2.000 m)
Condiciones ambientales	Para interiores, no acondicionados
Grado de contaminación	PD3
Interruptor on/off remoto	Sí (conector de dos polos)
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48 V

Fuente: [<https://autosolar.pe/controladores-de-carga-mppt/controlador-smartsolar-mppt-150v-70a-victron>]

Tabla N° 50: Norma de ministerio de energía y minas del controlador de carga

Controlador De Carga
Características generales
Tiene que ser del tipo electrónico.
Se debe poder seleccionar y modificar el tipo de batería a conectar, como mínimo, del tipo abierta y del tipo sellada.
El expediente técnico debe contar con lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tensión nominal de operación. ➤ Procesos electrónicos de carga eléctrica. ➤ Valores de la tensión de desconexión y reposición de las cargas de consumo. ➤ Valores de la tensión de activación de los procesos electrónicos de carga eléctrica. ➤ Información de modificación de las tensiones producto de la variación de la corriente. ➤ Valores de caídas de tensión máxima entre terminales. ➤ Valor de autoconsumo en cualquier condición de funcionamiento. ➤ Factor de corrección de tensión por temperatura, de los procesos electrónicos de carga eléctrica. ➤ Información técnica referida al cumplimiento
Características Física
La superficie debe ser de material inoxidable o con tratamiento superficial que retarde el proceso de deterioro por factores climáticos.
Los terminales de conexión deben ser de fácil acceso y deben permitir una sujeción firme de los cables a conectar.
Los terminales de conexión deben tener indicaciones claras de la posición del componente a conectarse, además de la polaridad correspondiente.
Deberá contar con indicadores visuales o sonoros que proporcionen, como mínimo, la siguiente información de funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Entrega de corriente del módulo fotovoltaico. ➤ Estado de carga de la batería. ➤ Cargas de consumo desconectadas. ➤ Alarma por pronta desconexión de las cargas de consumo. ➤ Alarma por mal funcionamiento: cortocircuito, sobrecarga, polaridad inversa.
Características eléctricas
El proceso de flotación electrónica deberá realizarse en el rango de 13,7 V y 13,9 V a 25 °C.
Las tensiones no deben modificarse en más de 1 % producto de la variación de la corriente.
Las caídas internas de tensión, entre cualquiera de sus terminales, deben ser como máximo 4 % para cualquier condición de funcionamiento.
El autoconsumo en cualquier condición de funcionamiento no debe exceder el 0,2 % de su capacidad nominal de lado del generador fotovoltaico.

Fuente: Ministerio de energía y minas

4.- Inversor Victron Phoenix 24V 250VA VE.Direct

Tabla N° 51: Norma de ministerio de energía y minas del inversor [9]

E. Inversor CC/CA
Características generales
Debe ser de onda senoidal pura
Debe contar con etiqueta visible
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Debe entregarse información técnica del fabricante que muestre como mínimo lo siguiente: ➤ Tipo de Inversor. ➤ Características de la etiqueta e información que contiene. ➤ Información referida al tiempo de vida. ➤ Descripción física: dimensiones, peso, material de la cubierta, descripción de los terminales de conexión, grado de protección. ➤ Modo de visualización de parámetros de funcionamiento y alarmas. ➤ Potencia nominal de operación. ➤ Potencia de Instantánea.
Características Físicas
La superficie del inversor debe ser de material inoxidable.
Las conexiones de ingreso (corriente continua) y de salida (corriente alterna).
Se debe tener acceso a su electrónica para reparaciones
Deberá contar con un interruptor de encendido y apagado.
Características eléctricas
El autoconsumo del inversor debe ser menor al 3 % de su potencia nominal para cualquier factor de carga.
Debe tener una eficiencia superior al 80 % para factores de carga desde el 15 % de su potencia nominal y para todo el rango de tensiones de entrada.
La tensión de salida en corriente alterna, para cualquier factor de carga, debe ser de 220 V ± 7,5 %.
La frecuencia, para cualquier factor de carga, debe ser de 60 ±1 Hz.

Fuente: Ministerio de energía y minas



Figura N° 87: Inversor Victron Phoenix 24V 250VA VE.Direct [40]
Fuente: [https://autosolar.pe/inversores-solares]

Tabla N°52: Inversor Victron Phoenix 24V 250VA VE.Direct [40]

Datos Técnicos del Inversor Victron Phoenix 24V 250VA VE. Direct	
Potencia a 25°C	400W
Pico de potencia	Pico de potencia
Voltaje de entrada	Voltaje de entrada
Voltaje de salida	Voltaje de salida
Frecuencia	Frecuencia
Desconexión por CC baja (ajustable)	Desconexión por CC baja (ajustable)
Rango de tensión de entrada	Rango de tensión de entrada
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)	Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)
Detector de batería cargada (ajustable)	Detector de batería cargada (ajustable)
Eficiencia máxima a plena carga	Eficiencia máxima a plena carga
Consumo en vacío	Consumo en vacío
Consumo en Vacío predeterminado en modo ECO	Consumo en vacío predeterminado en modo ECO
Humedad (sin condensación)	Humedad (sin condensación)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Interruptor de ON -OFF ➤ Indicador piloto inversor ➤ Indicador de batería invertida ➤ Tarjeta electrónica con frecuencia determinada ➤ Fusible de protección salida 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Interruptor de ON -OFF ➤ Indicador piloto inversor ➤ Indicador de batería invertida ➤ Tarjeta electrónica con frecuencia determinada ➤ Fusible de protección salida

Fuente: [https://autosolar.pe/inversores-solares]

5.- Sección de los cables

Tabla N° 53: Selección de cable

Selección de conductor				
Tramo	Longitud	Conductor calculado	Conductor seleccionado	AWG #
Paneles – Regulador	10 m	31,25 mm ²	33,6mm ²	2
Regulador - Baterías	3 m	28,125 mm ²	33,6 mm ²	2
Regulador - Inversor	2 m	7,0446 mm ²	8,37 mm ²	8
Inversor-Domicilio	18 m	9,64 mm ²	13,3 mm ²	6



Figura N° 88: Cables eléctricos [40]

Fuente: INDECO THW – 90

Tabla N° 54: Ficha técnica del cable [40]

INDECO THW-90	
Usos	Aplicaciones generales en instalaciones fijas, edificaciones, interior de locales con ambiente seco o húmedo, conexiones de tableros de control y en general en todas las instalaciones que requieran mayor capacidad de corriente al TW-80
Descripción	Conductores de cobre electrolítico recocido, sólido, cableado o flexible, Aislamiento de PVC
Características	Buena resistencia dieléctrica, resistencia a la humedad, producto químico, grasas, aceites y al calor hasta la temperatura de servicio.
Marca	INDECO S.A. THW-90 450/750V -Sección -Año de fabricación.
Calibres	2,5mm ² -500mm ²
Colores	Amarillo, azul, Blanco, Negro, Rojo y Verde
Eficiencia máxima	97%
Embalaje	De 2,5 a 10mm ² : En rollo estándar de 100 metros De 16 a 500mm ² : En carretes de madera

Fuente: INDECO THW - 90

Tabla N° 55: Seleccionamos el conductor

Calibre	Área de la sección	Temperatura nominal del conductor					
		60° C	75° C	90° C	60° C	75° C	90° C
		TW	THW, RHW	RHH, RHW- 2	UF	RHW	RHW-2
	transversal	TWD	THW-LS	THHN, THW-2		XHHW	XHHW
AWG	nominal	CCE	THWN	THHW-LS,			XHHW-2
o kcmil	mm ²		XHHW	XHHW-2			DRS
		Cobre			Aluminio		
14	2,08	20*	20*	25*	-	-	-
12	3,31	25*	25*	30*	-	-	-
10	5,26	30	35*	40*	-	-	-
8	8,37	40	50	55	-	-	-
6	13,3	55	65	75	40	50	60
4	21,2	70	85	95	55	65	75
2	33,6	95	115	130	75	90	100
1/0	53,5	125	150	170	100	120	135
2/0	67,4	145	175	195	115	135	150
3/0	85,0	165	200	225	130	155	175
4/0	107	195	230	260	150	180	205
250	127	215	255	290	170	205	230
300	152	240	285	320	190	230	255
350	177	260	310	350	210	250	280
400	203	280	335	380	225	270	305
500	253	320	380	430	260	310	350
600	304	355	420	475	285	340	385
750	380	400	475	535	320	385	435
1000	507	455	545	615	375	445	500

Fuente: [Manual de la instalación del regulador de carga]

6.-Interruptor termomagnético



Figura N° 89: Interruptor termomagnético

Fuente: [<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/ar/Catalog/Product/SSL6206-7MB>]

Tabla N° 56: Datos de ficha técnica de interruptor termomagnético

Automático magnetotérmico 400V 6kA, 2 polos, C, 6A	
designación del producto	Pequeño interruptor automático
Datos técnicos generales	
número de polos	2
clase de característica de disparo	C
vida útil mecánica (ciclos de maniobra) / típico	10 000
categoría de sobretensión	III
grado de contaminación	2
Voltaje	
tipo de corriente / de la tensión de empleo	AC
La tensión de alimentación	
tensión de alimentación / con AC / valor asignado	400 V
Clase de protección	
grado de protección IP	IP20, con conductores conectados
clase de limitación de energía	3
Electricidad	
intensidad de empleo con 30 °C / valor asignado con AC / valor asignado	6 amperios
aptitud de uso	Residencial / infraestructuras

Fuente: [<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/ar/Catalog/Product/SSL6206-7MB>]

7.-Interruptor-diferencial.



Figura N° 90: Interruptor diferencial

Fuente: [file:///C:/Users/User/Downloads/5SV41110_datasheet_es.pdf]

Tabla N° 57: Datos de ficha técnica de interruptor diferencial

Interruptor diferencial, 2 polos, tipo AC, entrada: 16 A, 10 mA, Un AC: 230 V	
designación del producto	Interruptor diferencial
Datos técnicos generales	
número de polos	2
corriente de cortocircuito / del fusible aguas arriba / máx. admisible	63 amperios
resistencia a cortocircuitos	10 kA
La tensión de alimentación	
tensión de alimentación / para equipo de prueba / mín.	100 V
rango de valores / de la frecuencia de la tensión de alimentación	50 Hz
rango de valores / de la frecuencia de empleo	50 Hz
rango de valores / de la tensión de alimentación / con AC	230/400 V
Clase de protección	
grado de protección IP	IP20, para montaje en distribuidor, con conductores conectados
Electricidad	
corriente diferencial de disparo / valor asignado	10 A
intensidad de empleo con 40 °C / valor asignado	16 amperios
● con AC / valor asignado	16 amperios
tipo de corriente de defecto	AC
intensidad de paso / admisible	5 200 amperios

Fuente: [file:///C:/Users/User/Downloads/5SV41110_datasheet_es.pdf]

4.4.-Diseñar el sistema de refrigeración, utilizando energía solar.

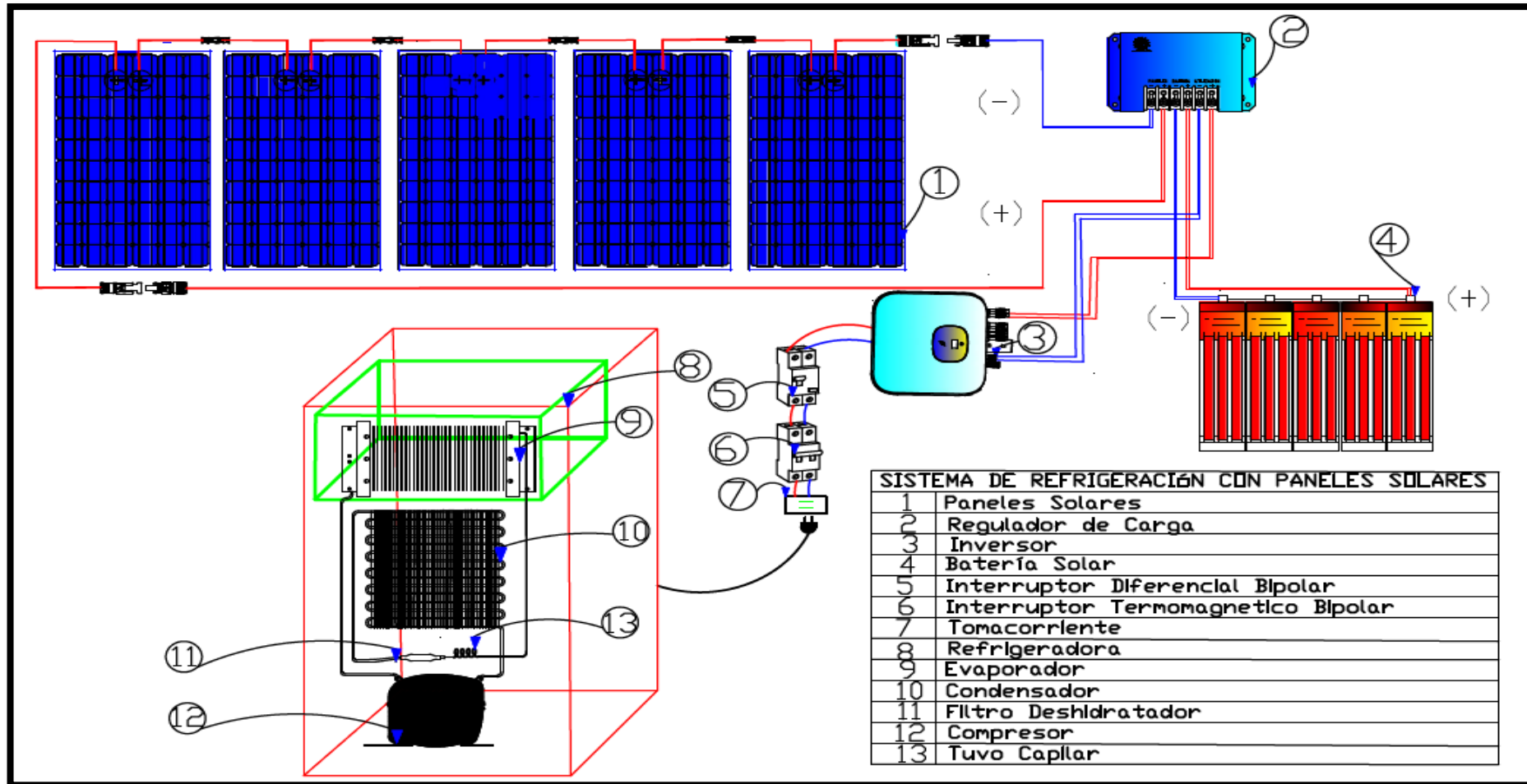


Figura N° 91: Esquema del sistema de refrigeración con energía solar.

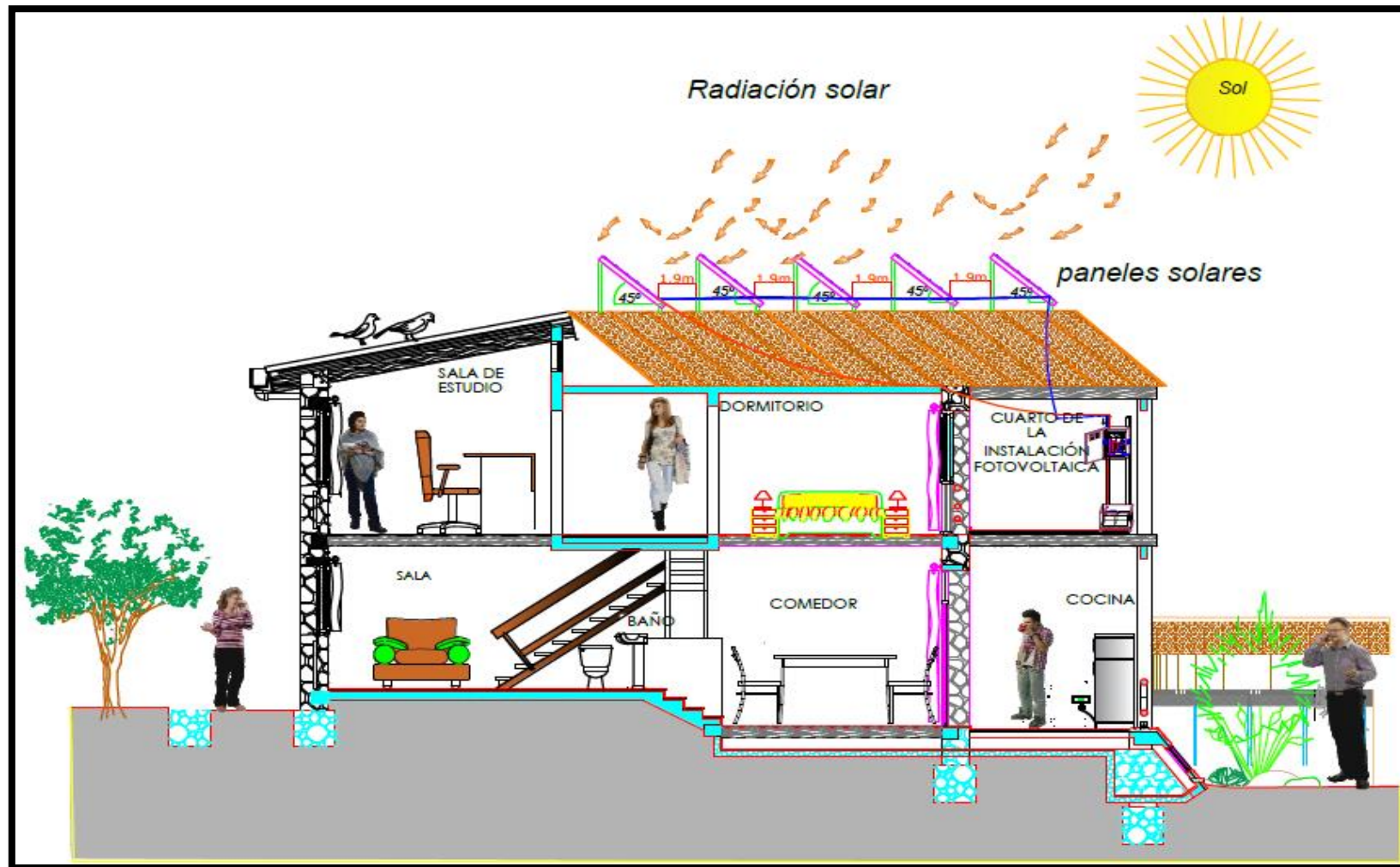


Figura N° 92: Diseño del sistema de refrigeración con energía solar propuesto.

4.4.1.- Diseño del sistema de refrigeración

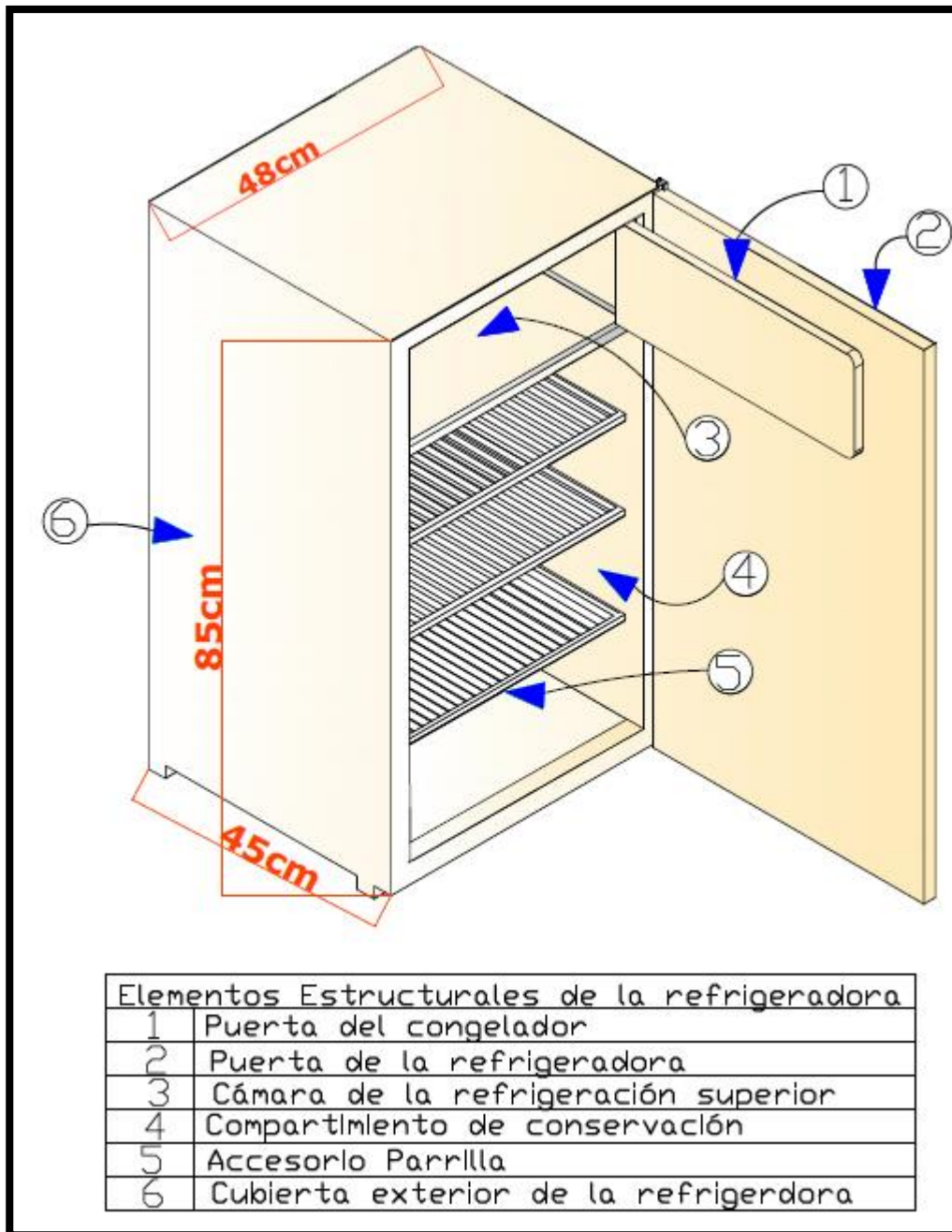


Figura N° 93: Diseño de la refrigeradora propuesto

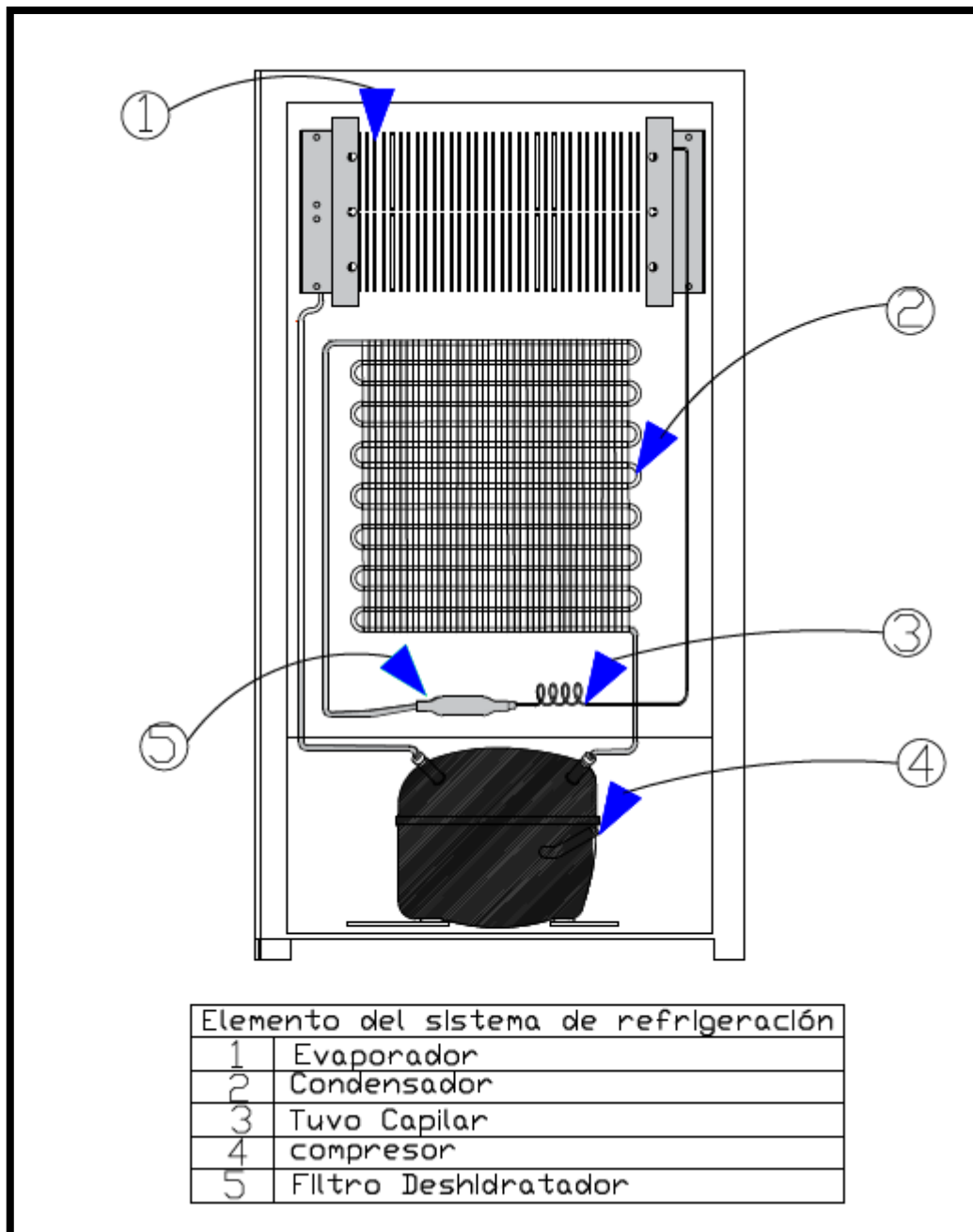


Figura N° 94: Diseño de las partes de refrigeradora domestica propuesto.

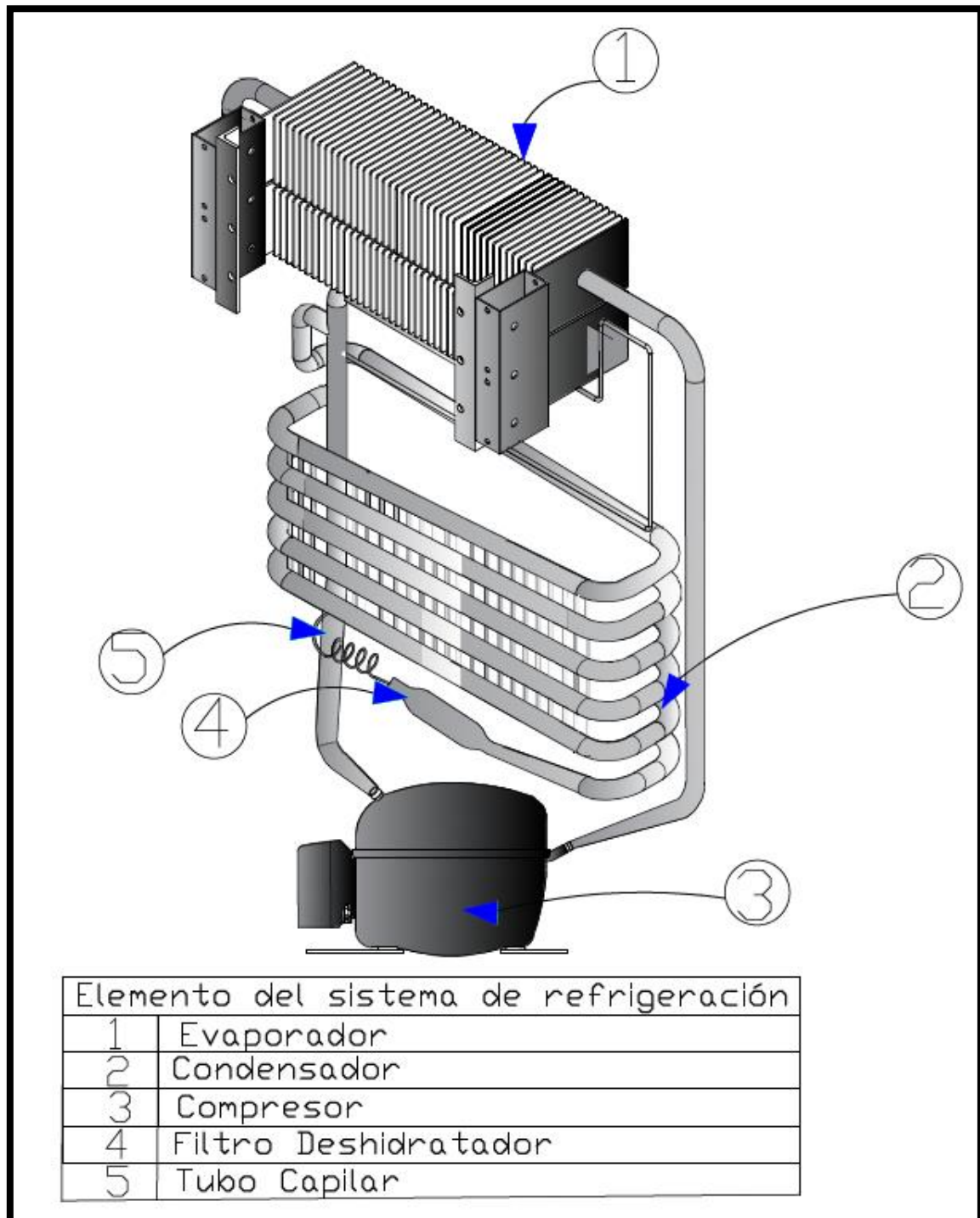


Figura N°95: Sistema de refrigeración.

4.4.2.-Diseñar el sistema de refrigeración, utilizando energía solar.

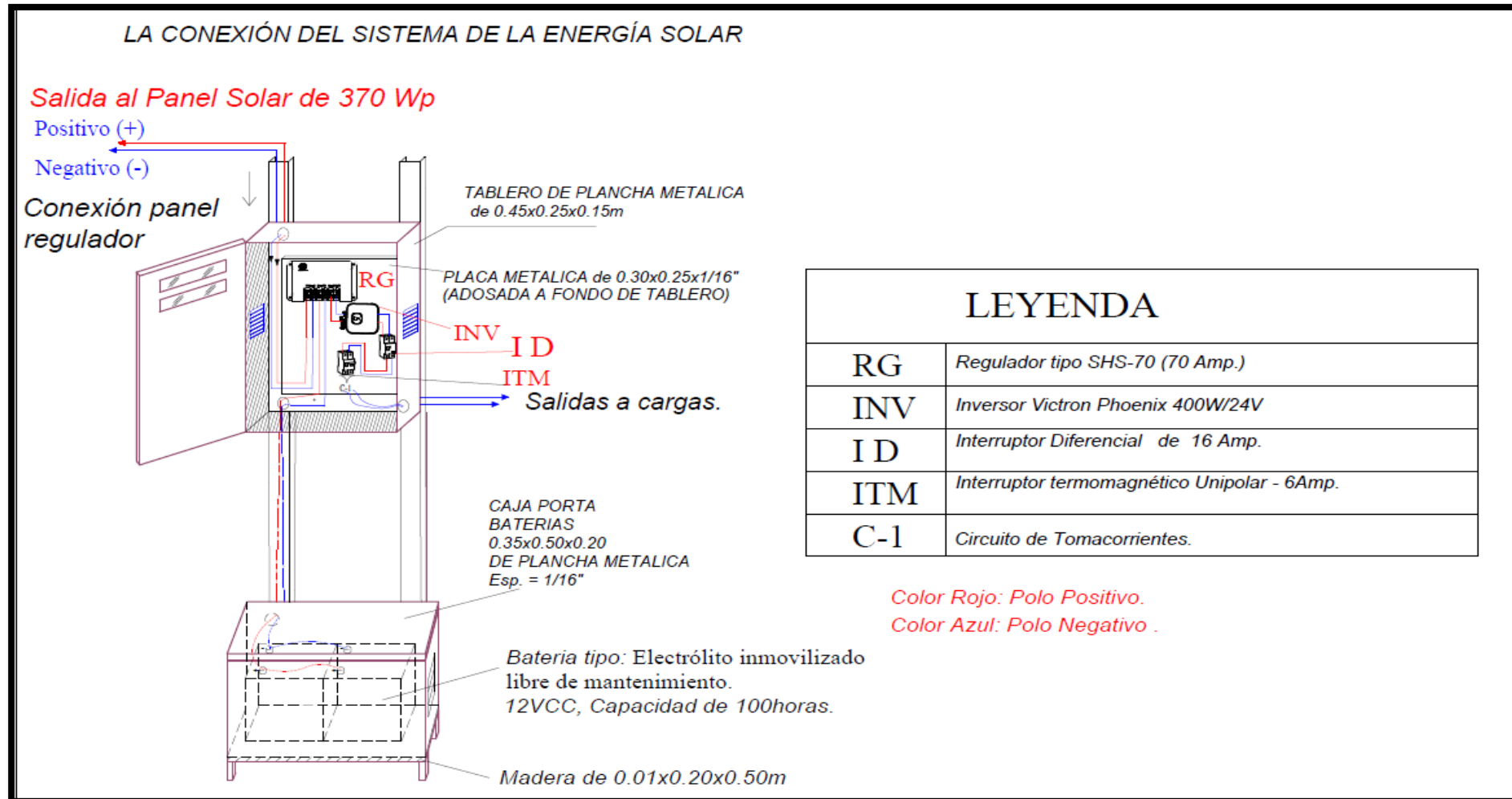


Figura N° 96: Diseño de la conexión del sistema de la energía solar propuesto.

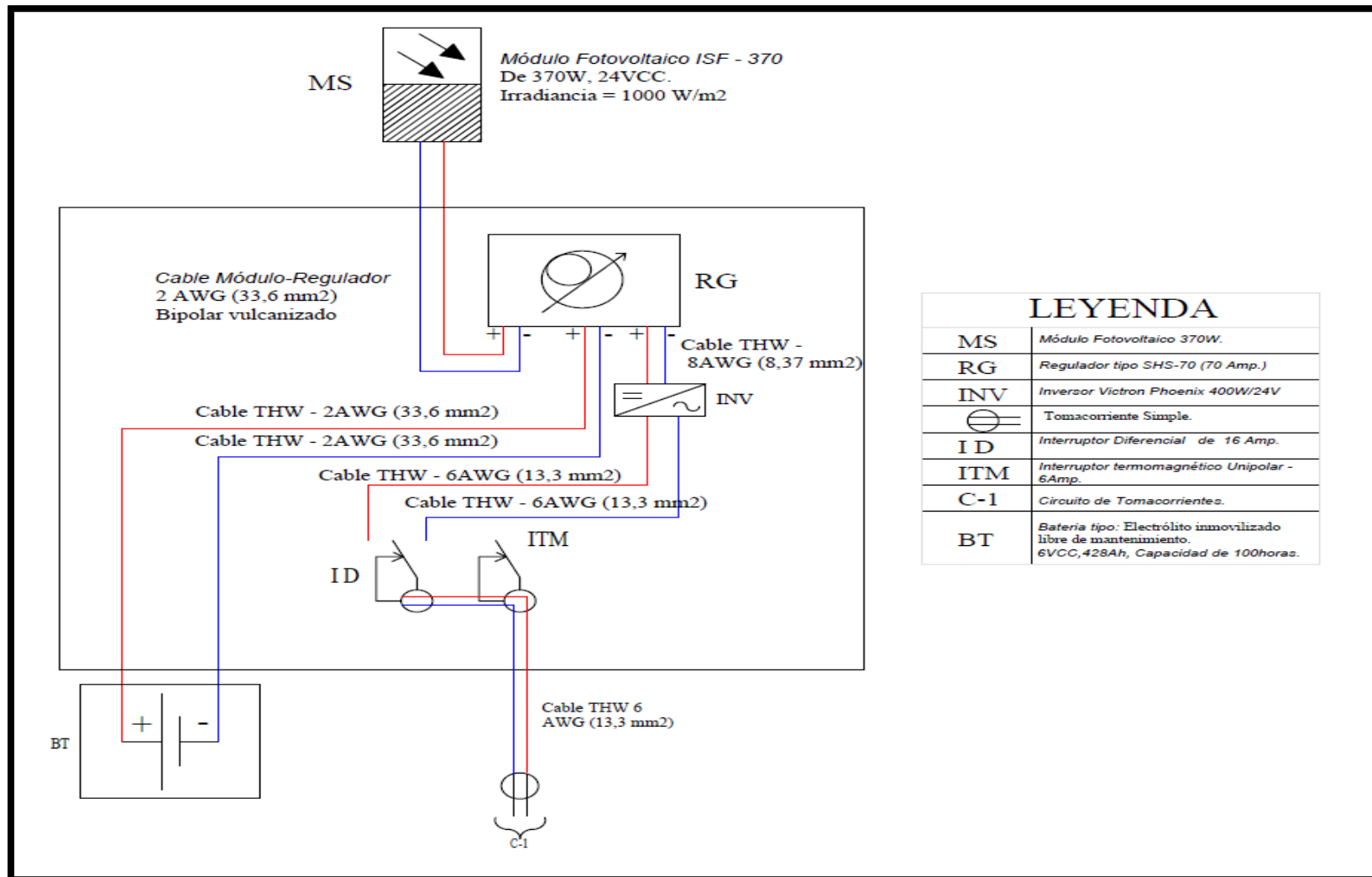


Figura N° 97: Unifilar del sistema de la energía solar propuesto.

4.4.3.- Descripción del diseño propuesto.

Para este diseño de un sistema de refrigeración con energía solar para conservación de alimentos en caserío se ha tenido que calcular algunos parámetros que son sumamente importantes, como son: la carga termina, consumo eléctrico real de la zona, ángulo de inclinación para paneles solares, temperatura que alcanzará las células de los paneles solares en la zona donde se instalará el sistema fotovoltaico y entre otros, gracias estos cálculos se pudo determinar que en el sistema contará con 5 paneles solares de 370W de 24 V y serán monocristalino, estos paneles serán conectados en series y serán instalados en un regulador de 70 amperios, este regulador irá conectado a un grupo de 5 baterías que son 428 Ah cada uno y que están instaladas en paralelos, también este sistema tiene un inversor de 400 W a una temperatura promedio de 25° C, para este sistema también se hizo su respectivo cálculo para colocar un interruptor termomagnético de 6 amperios y un interruptor diferencial 16 amperios, para protección de los conductores y de las personas, también se colocará un tomacorriente para la conexión de la refrigeradora.

El regulador de carga, inverso, interruptor diferencial y el interruptor termomagnético irán colocados en tablero de 450 x 250 x 150 de plancha metálica que estará a un nivel de 1,8 m del piso terminado, este tablero estará sujetos con pernos de acero en unos parantes de F°G° (fierro galvanizado), las baterías estarán en una caja porta baterías de 350 x 500 x 200 de plancha metálica y sujetos con pernos de acero en los parantes de F°G°.

El tablero de control, estará con una puerta frontal abisagrada y chapa a prueba de robos, además se ha considerado un elemento para la fijación de precinto de seguridad, el material será de plancha de fierro laminado en frío, este tablero llevará en su interior una placa de fijar elementos eléctricos, estar pintada al horno, con pintura epóxica y anticorrosivas.

La caja de baterías, la puerta superior abisagrada y con una chapa a prueba de robos, además se ha considerado un elemento para la fijación de un precinto de seguridad, el material será de plancha de fierro laminado en frío, también llevara una tapa con una inclinación de 5°, los lados laterales de la caja, deben ser agujereados en rejilla, tomando la forma tipo persianas y será pintada con pintura zincromato con una base de 60% sólido, el acabado será pintura electrostática.

4.5.- Evaluación económica del proyecto

Para la evaluación económica se realizó la cotización de los suministros solares, suministro de la refrigeradora, el costo de los materiales y maquinarias que se utilizar, también se tiene en cuenta la mano de obra de los operarios y ayudantes de la instalación solar y fabricación de la refrigeradora, además de ello, se presentan los costos de transporte y gastos indirectos que son necesarios para llevar a cabo este proyecto.

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN CON ENERGÍA SOLAR

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN UTILIZANDO ENERGÍA SOLAR PARA CONSERVAR LOS ALIMENTOS EN EL CASERÍO VILLA HERMOSA –AMAZONAS

UBICACIÓN: CASERÍO VILLA HERMOSA –AMAZONAS

MONEDA: Nuevo Sol (S/.)

Tabla N° 58: Evaluación económica

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. PARCIAL
01:00 SUMINISTROS PARA LA REFRIGERADORA					
01:01	Gas refrigerante R600a	Und	3	44	S/132
01:02	Motor compresor R 600a de ½ hp	Und	1	94,67	S/94,67
01:03	Evaporador	Und	1	70	S/70
01:04	Condensador	Und	1	41,66	S/41,66
01:05	Tubo Capilar 2.31 m	Und	1	1,50	S/1,50
01:06	Termostato tipo Patrick	Und	1	26	S/26
01:07	Foco Led	Und	1	25	S/25
01:08	Filtro Secador	Und	1	5	S/5
SUBTOTAL					S/396
02:00 SUMINISTROS SOLAR					
02:01	Panel monocristalino 370W-24V	Und	5	734,97	S/3 674,85
02:02	Batería 24V -428 Ah	Und	5	981,56	S/4 907,80
02:03	Inversor 24 V- 400 W	Und	1	588,40	S/588,40
02:04	Controlador MPPT 150 V-70 A	Und	1	1 475	S/1 475

02:05	Soportes de paneles solares	Und	1	856	S/856,35
02:06	Tablero de control	Und	1	2 753,34	S/2 753,34
02:07	Caja de baterías	Und	1	621,61	S/621,61
02:08	Parantes F° G°	Und	2	500	S/1 000
02:09	Interruptor diferencial	Und	1	70	S/70
02:10	Interruptor termomagnético	Und	1	35	S/35
02:11	Tomacorriente	Und	1	22,90	S/22,90
02:12	Cable	m	1	50	S/50
SUBTOTAL					S/16 055
03:00 MATERIAL					
03:01	Calamina galvanizada 0,5	Und	2	20,90	S/41,80
03:02	Cañería de cobre de 3/16	m	15	40	S/40
03:03	Filtro deshidratador de 8 gramos	Und	1	1,50	S/1,50
03:04	Poliuretano	Und	1	22,30	S/22,30
03:05	Soldadura de plata	Und	2	0,8	S/1,60
03:06	Soldadura de estaño	Und	1	7	S/7
03:07	Silicona	Gal	1	8	S/8
03:08	Remaches	Und	30	1	S/1
03:09	Thinner acrílico	l	2,5	3	S/7,50
03:10	Pintura color blanco	Gal	1/4	22	S/22
03:11	Zincromato	Gal	1	5,6	S/5,60
03:12	Cinta maskintype	Und	1	2,5	S/2,50
03:13	Soportes de Parrilla	Und	12	0,3	S/3,60
03:14	Válvula de acceso (1/4")	Und	1	1,8	S/1,80
SUBTOTAL					S/166
04:00 MAQUINARIA Y EQUIPO					
04:01	Resorte para doblar cañería	Und	1	20	S/20
04:02	Cortatubos	Und	1	15	S/15
04:03	Equipo para soldar	Und	1	1000	S/1 000
04:04	Equipo de seguridad	Und	1	310	S/310
04:05	Manómetro gas R600a	Und	1	320	S/320
04:06	Pinza amperimétrica	Und	1	140	S/140
04:07	Balanza electrónica	Und	1	400	S/400
04:08	Remachadora	Und	1	30	S/30
04:09	Pistola para soldar estaño	Und	1	25	S/25
04:10	Block	Und	1	60	S/60
04:11	Compresor 0.5 HP	Und	1	400	S/400

04:12	Soplete para soldar	Und	1	130	S/130
04:13	Expandidor	Und	1	15	S/15
	SUBTOTAL				S/2 865
05:00 MANO DE OBRA					
05:01	Operario de Refrigeración	h	27	15	S/405
05:02	Ayudante	h	27	10	S/270
05:03	Operario de energía solar	h	20	30	S/600
05:04	Ayudante	h	20	20	S/400
	SUBTOTAL				S/1 675
06:00 TRASPORTE					
06:01	Traslado de suministro solar		1	200	S/200
06:02	Traslado de refrigeradora		1	50	S/50
	SUBTOTAL				S/250
07:00 GASTOS INDIRECTOS					
07:01	Gestión		1	250	S/250
07:02	Otros		1	200	S/200
	SUBTOTAL				S/450
	TOTAL				S/21 461
	IMPUESTO GENERAL (18%)				S/3 863
	TOTAL, GENERAL				S/25 325

V.- Conclusiones

- ❖ Utilizando la página web de la Nasa y los diferentes softwares, se logró obtener los datos de radiación solar para el caserío Villa Hermosa, siendo estos (3,54; 3,56 y 3,72) kWh/ m². Estos valores sirvieron como punto de partida para iniciar el desarrollo de nuestro diseño de un sistema de refrigeración con energía solar.
- ❖ Se logró determinar los parámetros del sistema de refrigeración, obteniendo energía térmica de 0,921222 kW, potencia eléctrica del compresor de 1/2 hp, potencia del condensador de 303,7 KJ/kg y el coeficiente de funcionamiento 3,297; mientras que, para el sistema de generación solar, se obtuvo un consumo eléctrico real de 4,95378 kW, la temperatura corregida del panel solar de 51,85 °C, irradiación corregida de la zona de 2524,80 Wh/m² y la potencia del inversor de 377,6 W.
- ❖ Teniendo en cuenta la norma ASHRAE se seleccionaron los componentes para el sistema de refrigeración, siendo estos un compresor de R-600a de 1/2 hp de potencia, evaporador de R-600a de 1/4 in de diámetro; y para el sistema solar fotovoltaico se rigió a la norma del ministerio de energía y minas, obteniendo un panel solar de 370W de 24V monocristalino, batería Rolls 6V de 428 Ah, un inversor de 24V de potencia de 400W y un controlador 150V de 70 A.
- ❖ Se logró diseñar el sistema de refrigeración utilizando energía solar, obteniendo que el diseño tendría 5 paneles solares de 370 W de 24 V, regulador de 70 A, 5 baterías de 428 Ah y un inversor de 400 W. Además, como parte del diseño, se utilizó un tablero de plancha metálica de 0,45x0,25x0,15 para los interruptores; una caja de porta baterías 0,35x0,5x0,2.
- ❖ Para realizar el análisis económico financiero del proyecto se evaluaron los costos de los materiales, mano de obra, transporte, costos Indirectos, por lo que se obtuvo un precio de S/25 325 nuevos soles.

VI.- Recomendaciones

- ❖ Se recomienda complementar esta investigación desarrollada con sensores Arduino en los paneles solares para detectar la energía solar y con soportes de paneles giratorias.
- ❖ Se recomienda hacer un estudio de un sistema de refrigeración por absorción con energía solar, para la conservación de alimentos en el caserío Villa Hermosa - Amazonas.
- ❖ Para una investigación futura se sugiere hacer un estudio con este mismo sistema para un refrigerador de mayor capacidad a 7cu ft y para reducir costos en el dimensionamiento del suministro solar se recomienda realizar experimentación con compresor de corriente continua de 12/24 VDC.

VII.- Bibliografía

- [1] O. D. L. N. U. P. A. Y. L. Agricultura, «Protegerse Frente A La Desaceleración Y Debilitamiento De La Economía,» *El Estado De La Seguridad Alimentaria Y La Nutrición En El Mundo*, n° 9, p. VII, 2019.
- [6] A. J. León Rodríguez, «Diseño e implementación de un deshidratador híbrido con paneles fotovoltaicos,» Lima, 2018 .
- [7] I. N. D. E. E. I. (. INEI), «<http://sige.inei.gov.pe/test/atlas/>,» 20 Noviembre 2020. [En línea]. [Último acceso: 20 Noviembre 2020].
- [8] U. C. B. Martínez, « Potencial De Un Sistema De Refrigeración Solar Por Absorción En Zonas De Alta Irradiación En Colombia Para Carga De Refrigeración Medicas Y Conservacion De Alimentos,» Colombia , 2018 .
- [9] M. D. E. Y. Minas, «Especificación Técnica Del Sistema Fotovoltaico Y Sus Componentes Para Electrificación Rural,» 2015.
- [10] W. Health, «Inocuidad de los alimentos,» Organización mundial de la salud, p. 5, 30 de abril 2020.
- [11] «Ministerio de Agricultura y FAO lanzan Campaña Nacional Cero Desperdicios de Alimentos,» *Ministerio de Agricultura y Riego*, p. 5, 12- marzo -2020.
- [12] E. D. F. e. e. Perú, «[https://pe.ambafrance.org/Presidente-del-Perú -Martin-Vizcarra-inaugura-Central-Solar-Intipampa-de-ENGIE](https://pe.ambafrance.org/Presidente-del-Perú-Martin-Vizcarra-inaugura-Central-Solar-Intipampa-de-ENGIE),» 31 Julio 2018. [En línea]. [Último acceso: 28 Noviembre 2020].
- [13] A. F. H. Ramírez, «Diseño De Una Nevera Basada En Fuente Renovables De Energía,» Colombia , 2016.
- [14] T. D. J. D. L. V. González, «Evaluación Del Desempeño Energético De Un Sistema De Refrigeracion Por Absorción Híbrido Empleando Energía Solar Fotovoltaica Y Gas De Síntesis De Un Gasificador Multizona,» Córdoba, 2020 .
- [15] K. Regalado-Bobadilla, «Evaluación Energética De Sistemas De Refrigeración Solar En Piura Usando El Software Trnsys,» Piura- Perú, 2017.
- [16] A. J. León Rodríguez, «Diseño e implementación de un deshidratador híbrido con paneles fotovoltaicos,» Lima- Perú, 2018 .

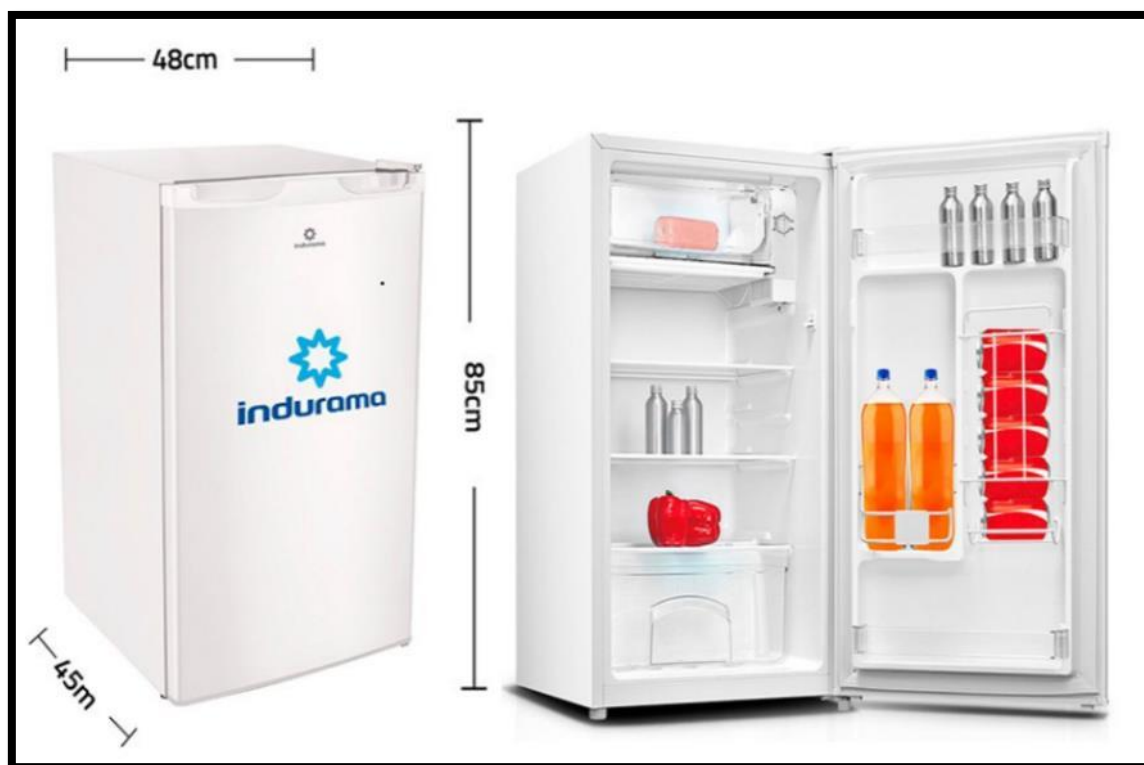
- [17] J. A. F. Larico, «Método Para la mejora del suministro sostenible de energía eléctrica renovable con celdas fotovoltaicas en las zonas rurales de la Región Arequipa, 2018,» Arequipa - Peru, 2018 .
- [18] Z. Z. Rubén, «Diseño de refrigerador doméstico por compresión de vapor, con accionamiento solar fotovoltaico, para la conservación de alimentos en Alto Trujillo – El Porvenir»,» Trujillo – Perú, 2018.
- [19] M. Y. D. Sánchez, «Energía fotovoltaica para suministrar electricidad a Villa Hermosa , Yambrasbamba, Bongara, Amazonas,» Lambayeque – Perú, 2019.
- [20] O. Galvez Diaz, « Diseño de un sistema híbrido fotovoltaico -biodigestor de 15wk para generar».
- [21] H. C. T. Herrera, «Diseño de cámaras frigoríficas,» Lcdo. Xavier Chinga, Ecuador, Noviembre del 2019.
- [22] A. R. Grbiel, «Calculo termico y estructural de camara frigorifica para refrigeracion de pescados y camarones, ubicada en la ciudad de Mazatlan, Sinalao,» Sinalao, 2016.
- [23] T. M. J. R. Y. A. P. Ivis Cáceres, «Conservación de productos hortofrutícolas,» 2018.
- [24] M. agropecuario, «<https://mundoagropecuario.com/sepa-como-extender-vida-util-de-frutas-y-verduras/>,» 2 Abril 2020. [En línea]. [Último acceso: 27 Noviembre 2020].
- [25] A. A.-P. Figueroa, «Estudio de un sistema de refrigeración por compresión de vapor aplicado a la industria agroalimentaria,» Piura , 2017.
- [26] J. M. F. Lijó, Manual de refrigeración, Mexico: editorial reverté. S.A., 2006, 2012.
- [27] C. F. d. Lombardi, manual de buenas prácticas en refrigeración, Venezuela , 2017.
- [28] J. M. S. Calderon, «Manual de buena práctica en refrigeración,» 2018, p. 26.
- [29] C. C. Gregori, refrigeración climatización, Madrid, 2008.
- [30] F. V. W. Edgar, « Diseño De una microcentral de generación de energía eléctrica mediante paneles solares en el Caserío Huacrupe , Distrito Olmos ; Provincia Lambayeque,» Pimentel – Perú, Asesor:.
- [31] P. F. M. Abanto, «Dimensionamiento y seleccion de un sistema solar fotovoltaico de conexion a red para el restaurante “el zarco” ubicado en la ciudad de Cajamarca.,» Lambayeque – Perú, 2019.
- [32] F. D. J. A. Garcés, «Diseño de una instalación solar fotovoltaica con capacidad para 3 kilovatios,» Bogotá, 2016.

- [33] K. V.-C. G. R.-N. Juan Francisco Piedra-Segura, «Dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos mediante una interfaz gráfica,» 2019.
- [34] J. SalazarEspinoza, «Diseño de un sistema fotovoltaico autonomo para abastecimiento eficiente de energia en el ambito rural,» Huancayo – Perú, 2017.
- [35] ALibaba.com, «https://spanish.alibaba.com/product-detail/refrigeration-steel-tube-water-dispenser-plate-condenser-water-cooler-condenser-535816392.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.154b623,» ALibaba.com. [En línea]. [Último acceso: 23 04 2021].
- [36] «https://listado.mercadolibre.com.pe/electrodomesticos/refrigeracion/_Desde_651,» [En línea]. [Último acceso: 22 Abril 2021].
- [37] Aliababa.com, «<https://spanish.alibaba.com/product-detail/refrigerator-dryer-filter-60601106563.html?spm=a2700.details.0.0.6237678aea3enR>,» [En línea]. [Último acceso: 23 abril 2021].
- [38] P. e. Amazon, «https://www.amazon.es/dp/B083HHZ4WP/ref=sspa_dk_detail_1?psc=1&pd_rd_i=B083HHZ4WP&pd_rd_w=78g2V&pf_rd_p=c4c9c78d-928d-4cf2-ba41-9873ab24035f&pd_rd_wg=uowkh&pf_rd_r=R1Z980mhy112d7atd18R&pd_rd_r=5c90e010-a5fe-4b20-b160-e25aa4d75b04&spLa,» Producto en Amazon, 5 enero 2020. [En línea]. [Último acceso: 23 abril 2021].
- [39] «https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-766414704-espuma-de-poliuretano-aislante-termicoacustico-presto-foam-_JM#position=6&search_layout=grid&type=item&tracking_id=922ddb25-a83f-40ba-920f-cb8c7e2e7b59,» Mercado Libre, 5 Noviembre 2020. [En línea]. [Último acceso: 23 4 2021].
- [40] E. solar, «https://autosolar.pe/kits-solares-de-aislada/kit-solar-instalacion-aislada-3000w-24v-8000whdia?https%3A%2F%2Fautosolar.pe%2Fkits-solares-fotovoltaicos%3Futm_source=fb&utm_medium=rmk&utm_campaign=fb%2Frmk%2Fkits&fbclid=IwAR0Hsjt2Mc36epW2sBXXipDQ7i4BvOrIpYu,» [En línea]. [Último acceso: 20 abril 2021].
- [41] A. C. F. Jesus, «Proyecto de un sistema de refrigeracion indirecta para la debida conservacion de helados y nieve para su comercializacion en la ciudad Aguascalientes.,» Aguascalientes_Mexico , 2016.
- [42] V. A. Monsalve, « Cálculo y dimensionamiento de una cámara de refrigeración para productos orgánicos percederos,» Junio De 2016 .

- [43] c. e. renovables, «Equipos y componentes para instalaciones solares fotovoltaicas,» 2020.
- [44] Materiales termoaislantes, características técnicas y criterios de selección.
- [45] E. GRUOP, «https://www.eunasa.com/es/article/view/1-recambios/1-varios/609-cubigel/33121_compresor_hpy16aa_r_600a_1_4hp_230v,» 22 ABRIL 2021. [En línea]. [Último acceso: 22 ABRIL 2021].
- [46] https://fallaselectronicas.com/como-probar-descanso-de-una-nevera/#Cuanto_tiempo_debe_trabajar_una_nevera

VIII.- Anexos

Anexos 1: Modelo de refrigeradora



Anexo 2: Consumo eléctrico de artefactos

Vivienda típica del nivel socioeconómico						
Artefactos Eléctricos que Utiliza Normalmente	Potencia eléctrica		Cándida De Artefactos	Horas De Consumo Diario	Días De Consumo En Un Mes	Consumo Mensual En kWh
	Watts	kW				
Fluorescente de 40 W	50	0,05	3	6	30	27,00
Foco de 50 W	50	0,05	2	6	30	18,00
Foco de 75 W	75	0,075	1	6	30	13,500
Foco de 100 W	100	0,1	1	6	30	18,00
Plancha eléctrica	1000	1	1	1	8	8,00
TV de 20	100	0,1	1	5	30	15,0
TV de 14	70	0,07	1	5	30	10,50
Radiograbadora	30	0,03	1	7	30	0,3
DVD	20	0,02	1	4	4	0,32
Equipo de sonido	80	0,08	1	5	30	12,00
Refrigeradora	250	0,25	1	10	30	75,00
Licuada	300	0,30	1	0,2	30	1,80
Horno microondas	1100	1,10	1	0,25	30	8,25
Computadora	300	0,30	1	2	30	18,00
Ducha eléctrica	3500	3,50	1	0,5	30	52,50
Total, Consumo En kWh						217,87

Fuente: Organismo supervisor de la inversión en energía (OSINERG)

Anexo 3: Encuesta



Encuesta

Encuesta Para Evaluar La Intención Del Uso De Un Sistema De Refrigeración Utilizando Energía Solar.

1 ¿Cuál es su papel en el hogar?

- Jefe de familia
- Cónyuge
- Hijo
- Hija.

2 ¿Cuántas personas viven en su casa?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- Mas de 9

3 ¿Nivel De Educación a la Fecha?

- Primaria
- Secundaria Completa o menos.
- Profesional.
- Otros

4 ¿Cuánto es el Ingreso del hogar en soles?

- Menos de 600
- De 600 a 1100
- De 1100 a 1600
- Mas de 1600

5 ¿Cuántas veces por semanas se abastece de alimento?

- 1
- 2
- 3
- A diario
- Solo los domingos

6 ¿Qué cantidad estima Ud., que elimina de alimentos por falta de refrigeración?

- Menos de 1kg
- 1kg a 3kg
- 3kg a 5kg
- Mas de 5kg

7 ¿Le gustaría disponer de un sistema de refrigeración que usara la energía solar?

- Si
- NO
- Otra

8 ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un sistema de refrigeración solar?

- Menos de 1000
- 1000 a 3000
- 3000 a 5000

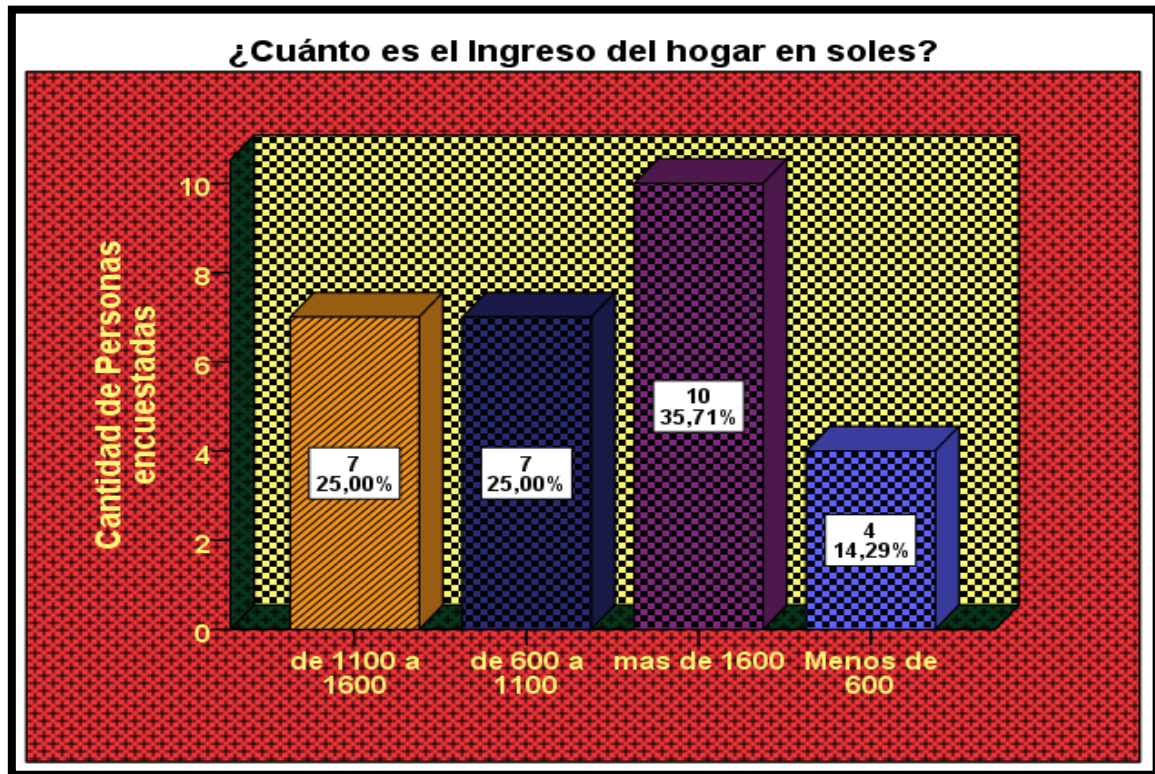
9 ¿qué tipo de alimento consumes con frecuencias y que se desearía refrigerar?

- pollo
- pescado
- verduras
- frutas
- leche
- otros

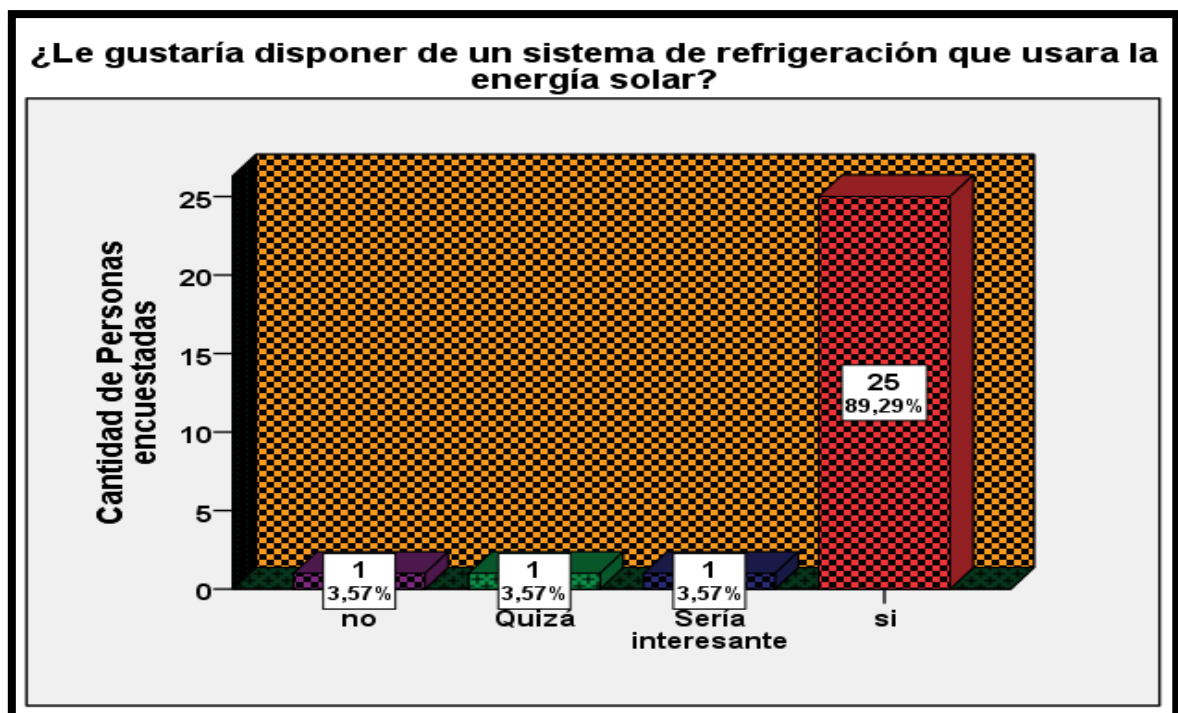
10 ¿con que frecuencia consumes los alimentos que están en la pregunta 9?

- diarios
- Cada 2 días
- semana

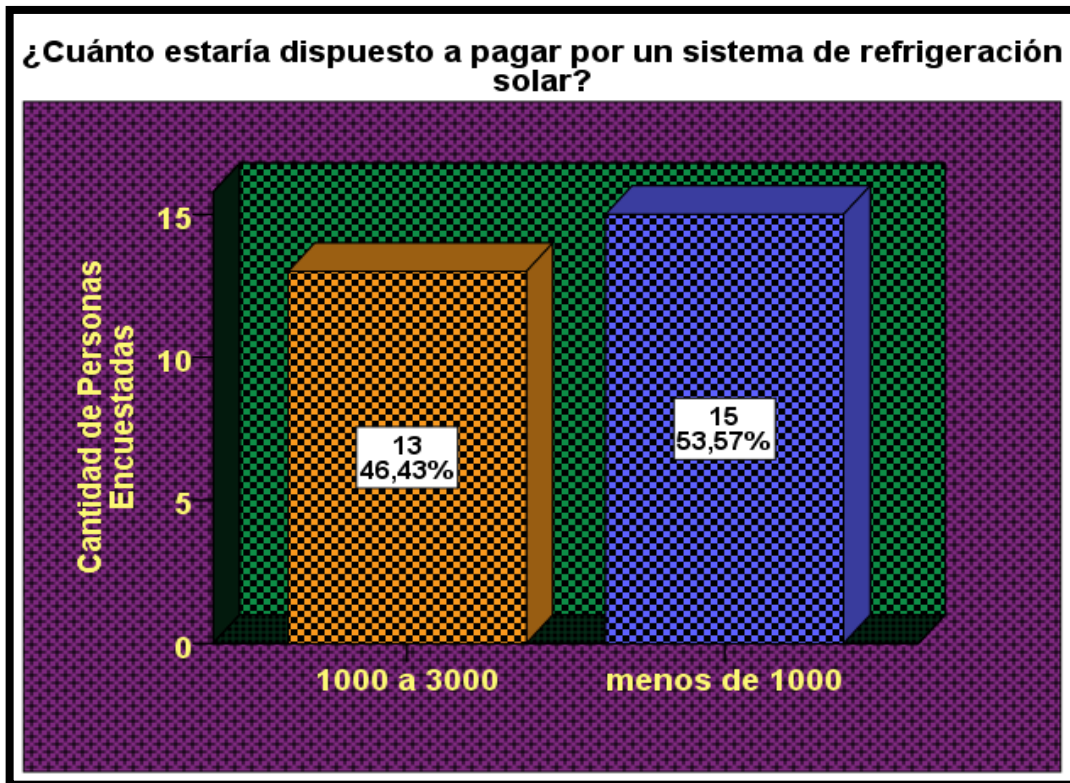
Anexo 4: Gráfico de la encuesta en cuanto al ingreso del hogar en soles.



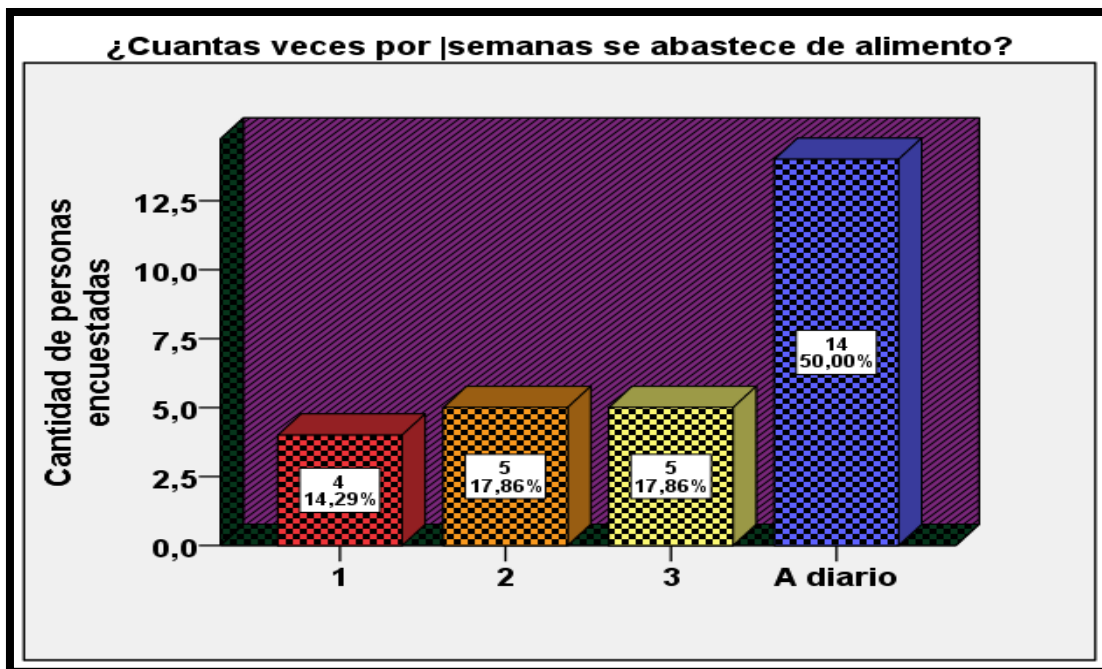
Anexo 5: Gráfico de la encuesta en cuanto a las personas quieren tener un sistema de refrigeración con energía solar.



Anexo 6: Gráfico de la encuesta de cuantas personas estaría dispuesto a pagar por un sistema de refrigeración solar.



Anexo 7: Gráfico de la encuesta de las personas que en cuantas veces por semanas se abastece de alimento.



Anexo 8: Calores específicos y temperaturas de conservación y congelación de diversos productos alimenticios y líquidos

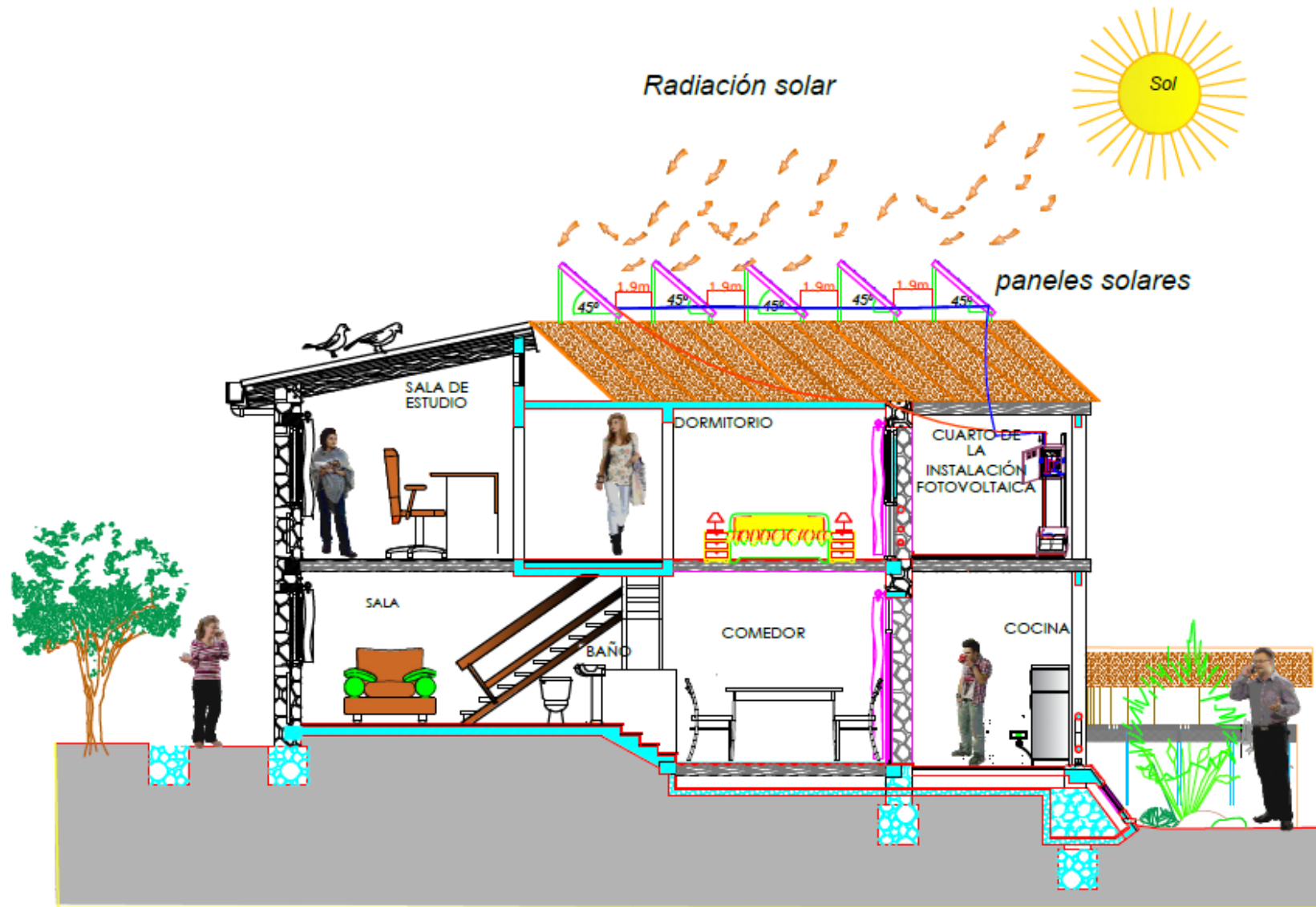
Productos	Conservación				Congelamiento		
	Temperatura recomendada °C	Calor específico sobre 0°C	HR %	Tiempo de Duración	Temperatura recomendada °C	Calor específico sobre 0°C	Calor latente de congelación
Carnes							
ternera	2 °C a 4°C	0,7	80/85	15 días	-20°C	0,40	51
buey	2 °C a 4°C	0,77	80/85	15 días	-20 °C	0,42	56
cordero	2 °C a 4°C	0,67	80/85	15 días	-15 °C	0,37	47
carnero	2 °C a 4°C	0,81	80/85	15 días	-15 °C	0,39	36
cerdo	2 °C a 4°C	0,65	80/85	15 días			
carne salada	2 °C a 4°C	0,66	80/85	15 días			
aves y caza	1°C a 3°C	0,8	80/85		-15 °C	0,42	59
mantequilla de cerdo	4°C a 7°C	0,54	80/85			0,31	50
embutidos	2 °C a 4°C	0,89	80/85			0,56	52
Pescado							
pesca salada	2 °C a 4°C	0,56	65/70	15 días	-15 °C	0,41	
marisco	0°C a 2°C	0,84	80/85	15 días	-18°C	0,34	36
pescados grasos	0°C a 2°C			15 días	-18°C	0,45	67
pescados magros	0°C a 2°C			15 días	-18°C		
moluscos	0°C a 2°C			15 días	-18°C		
crustáceos	0°C a 2°C			15 días	-18°C		
pesca salada	2 °C a 4°C	0,56	65/70	15 días	-18°C		
marisco	0°C a 2°C	0,84	80/85	15 días	-18°C		
Frutas							
manzanas	2 °C a 6°C	0,92	80/85	20 días		0,39	67
limones	10 °C a 15°C	0,91	80/85	30 días		0,39	68
melones	1°C a 3°C	0,9	80/85	25 días		0,35	71
naranjas	1°C a 3°C	0,92	80/85	30 días		0,4	68
melocotones	1°C a 3°C	0,92	85/90	35 días		0,42	70
plátanos	12 °C a 14°C	0,81	85/95	40 días		0,42	60
fresas	1°C a 2°C	0,92	85/90	15 días		0,47	72
cerezas	0°C a 2 °C	0,86	80/85	15 días		0,45	66
ciruelas	0°C a 2°C	0,83	80/85	15 días		0,45	67
frambuesas	2 °C a 7°C	0,92	80/85	15 días		0,48	69
albaricoques	1°C a 3°C	0,87	80/85	15 días		0,46	69
higos	7 °C a 12°C	0,82	80/85	15 días		0,48	62
frutos secos	3°C a 7°C	0,45	70/75	50 días		0,27	
Verduras							
espárragos	2 °C a 7°C	0,95	80/85	35 días		0,44	75
habas	2 °C a 7°C	0,92	80/85	15 días		0,47	71
lechuga	2 °C a 7°C	0,95	85/90	10 días		0,48	66
cebolla	4°C a 10°C	0,9	75/80	35 días		0,46	66
patatas	2 °C a 7°C	0,78	80/95	30 días		0,44	58
tomate	10 °C a 13°C	0,95	85/90	15 días		0,48	
alcachofas	3 °C a 7°C	0,90	80/85	15 días		0,45	
berenjenas	7 °C a 10°C	0,94	80/85	20 días		0,47	
pimientos	2 °C a 7°C	0,94	85/90	20 días		0,47	
Leche, huevos, chocolates y derivados							
leche	2 °C a 6°C	0,93	80/85			0,47	70
huevo	0.5 °C a 2°C	0,76	80/85	4 a 8 días		0,4	56

Fuente: (Catalá Gregori, 2008)

8.1.-Planos del proyecto



<i>TITULO:</i> PLANO DE LA VIVIENDA		<i>ESCALA:</i> 1:1
<i>DIBUJADO POR:</i> NILSON CHANCAFE ANGELES		<i>FECHA:</i> 27/0,5/2021
<i>COMPROBADO POR:</i> ELMER POLO BRICEÑO		<i>FECHA:</i> 27/0,5/2022
<i>FACULTAD DE INGENIERÍA</i> <i>ESCUELA DE INGENIERÍA</i> <i>MECÁNICA ELÉCTRICA</i>	<i>UNIDADES.</i> <i>Un.dim.mm</i>	<i>LAMINA No.</i> A-1



TITULO: VISTA DE PLANTA DE LA CASA(CORTE A)

ESCALA: 1:1

DIBUJADO POR: NILSON CHANCAFE ANGELES

FECHA: 27/0,5/2021

COMPROBADO POR: ELMER POLO BRICEÑO

FECHA: 27/0,5/2022

FACULTAD DE INGENIERÍA

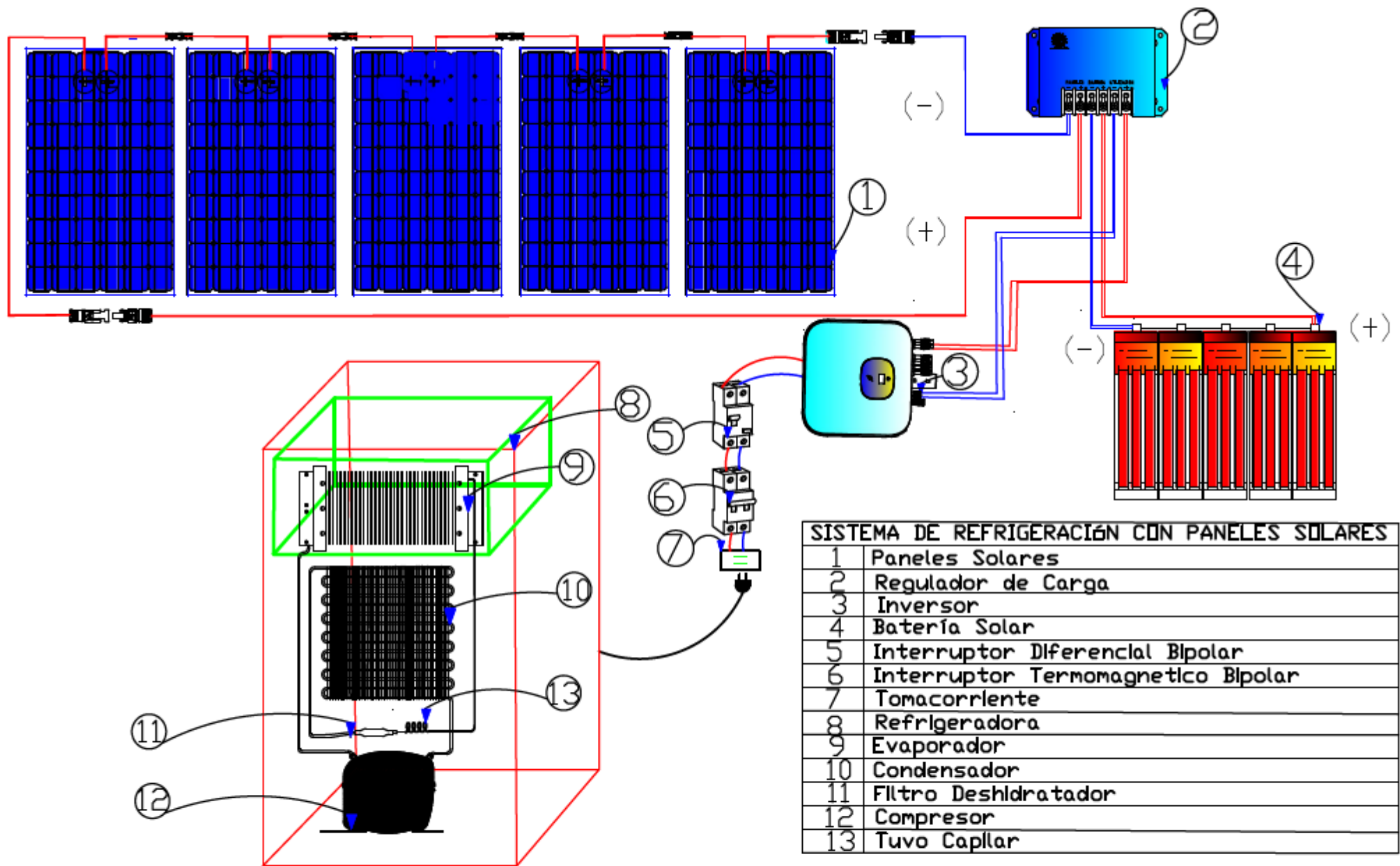
UNIDADES.

LAMINA No.

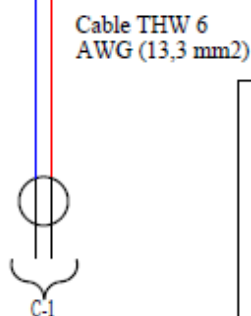
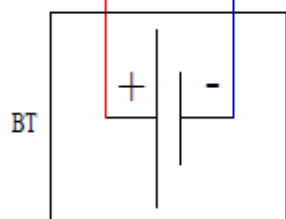
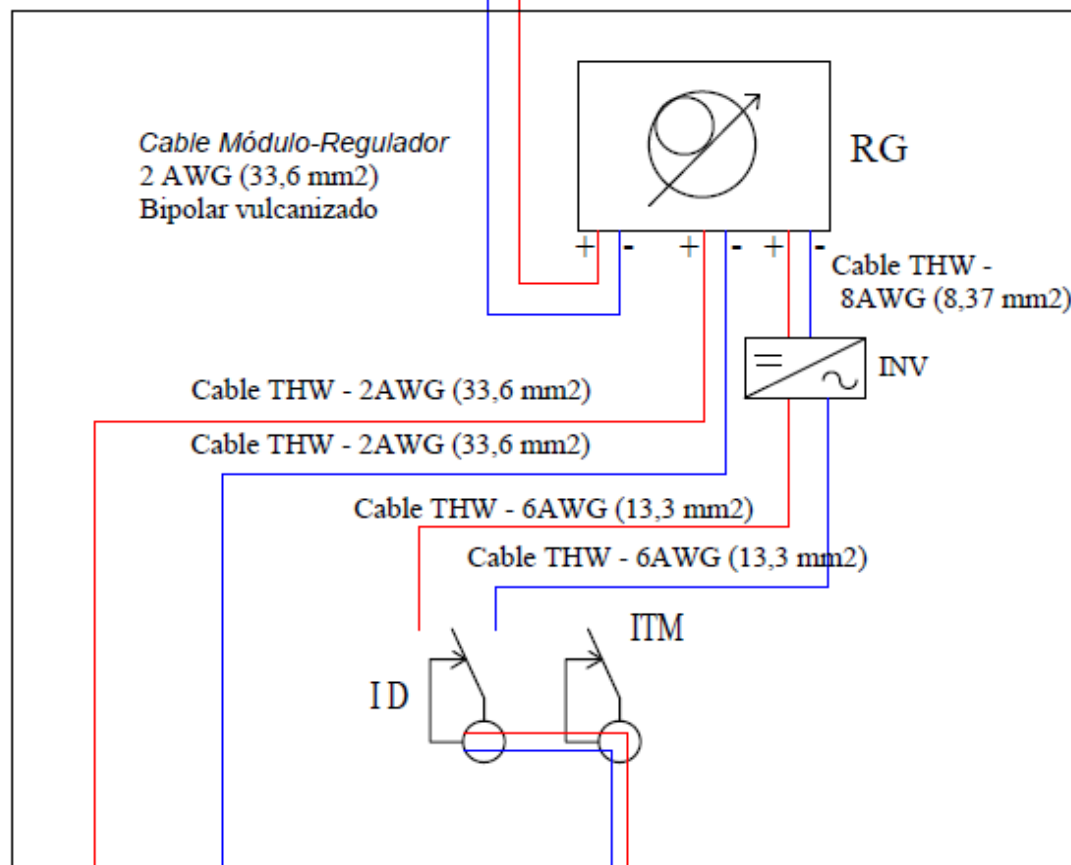
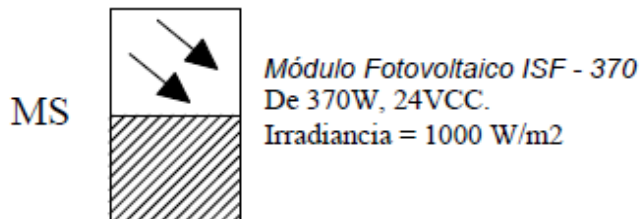
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Un.dim.mm

A-2



SISTEMA DE REFRIGERACIÓN CON PANELES SOLARES	
1	Paneles Solares
2	Regulador de Carga
3	Inversor
4	Batería Solar
5	Interruptor Diferencial Bipolar
6	Interruptor Termomagnetico Bipolar
7	Tomacorriente
8	Refrigeradora
9	Evaporador
10	Condensador
11	Filtro Deshidratador
12	Compresor
13	Tubo Capilar



LEYENDA

MS	Módulo Fotovoltaico 370W.
RG	Regulador tipo SHS-70 (70 Amp.)
INV	Inversor Victron Phoenix 400W/24V
	Tomacorriente Simple.
ID	Interruptor Diferencial de 16 Amp.
ITM	Interruptor termomagnético Unipolar - 6Amp.
C-1	Circuito de Tomacorrientes.
BT	Batería tipo: Electrólito inmovilizado libre de mantenimiento. 6VCC, 428Ah, Capacidad de 100horas.



TITULO: UNIFILAR DEL SISTEMA DE LA INSTALACION

ESCALA: 1:1

DIBUJADO POR: NILSON CHANCAFE ANGELES

FECHA: 27/0,5/2021

COMPROBADO POR: ELMER POLO BRICEÑO

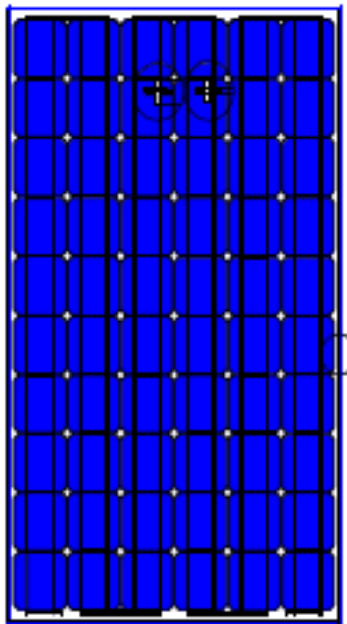
FECHA: 27/0,5/2022

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

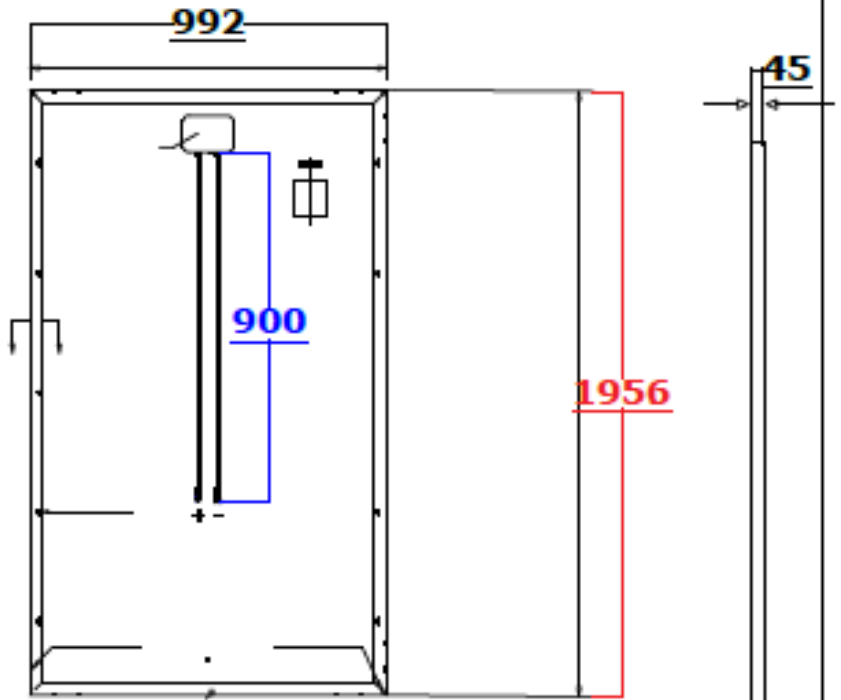
UNIDADES.
Un. dim. mm

LAMINA No.
A=4

Panel Solar

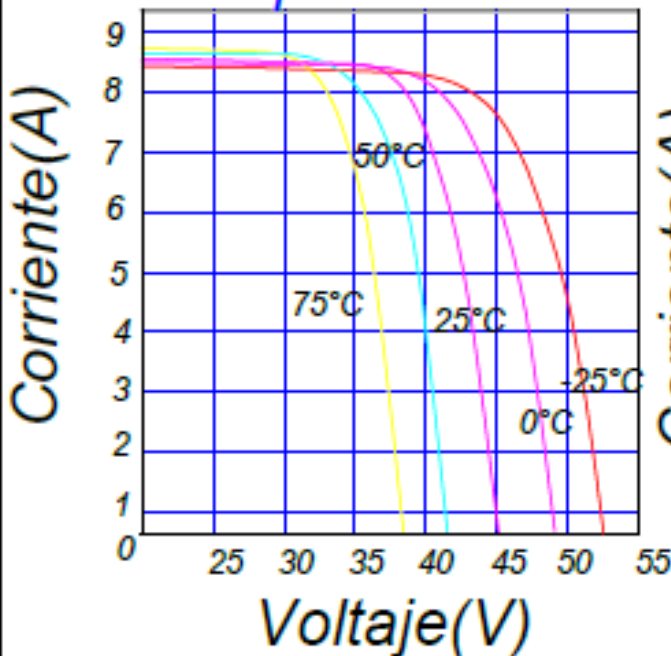


Esquema del panel solar

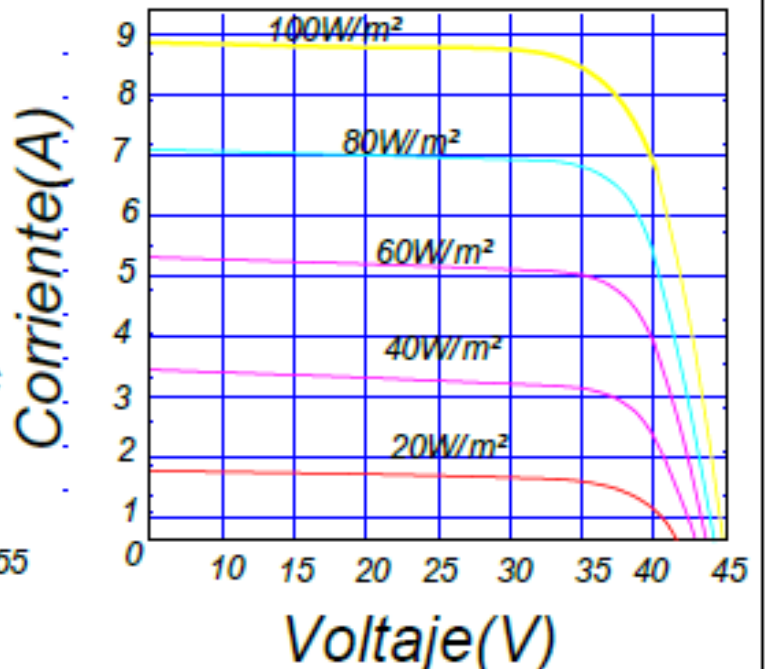


Curvas

Temperatura



Irradiación



Características de los módulos a temperaturas constantes de 25°C y niveles variables de irradiación 1.000W/m²



TITULO: PANEL SOLAR

ESCALA: 1:1

DIBUJADO POR: NILSON CHANGAFE ANGELES

FECHA: 27/0,5/2021

COMPROBADO POR: ELMER POLO BRICEÑO

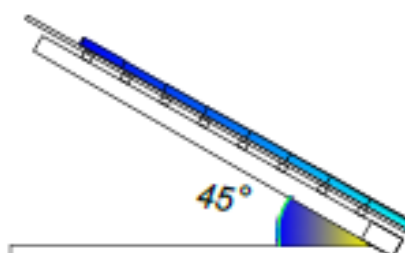
FECHA: 27/0,5/2022

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

UNIDADES.
Un.dim.mm

LAMINA No.
A-5

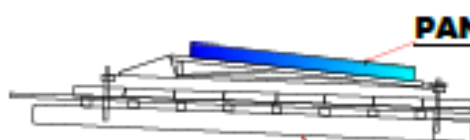
SU SOPORTE DEL PANEL SOLAR EN ANGULO DE 45°



DETALLE DEL SOPORTE DEL PANEL SOLAR



SOPORTE DEL PANEL



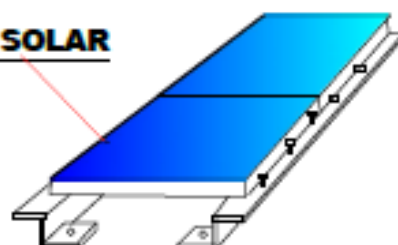
PANEL SOLAR

SOPORTE DE PANEL SOLAR EN EL TEJADO

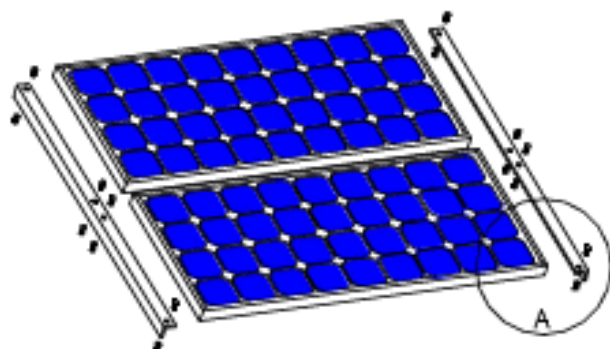
SU ANCLAJE



PANEL SOLAR



PANEL SOLAR CON LA COLOCACIÓN DE PERNOS EN EL SOPORTE



DETALLES DE LA COLOCACIÓN DE PERNOS EN EL SOPORTE



DETALLE DEL SOPORTE DEL PANEL FOTOVOLTAICO

DETALLE 2

DETALLE 1

PANEL

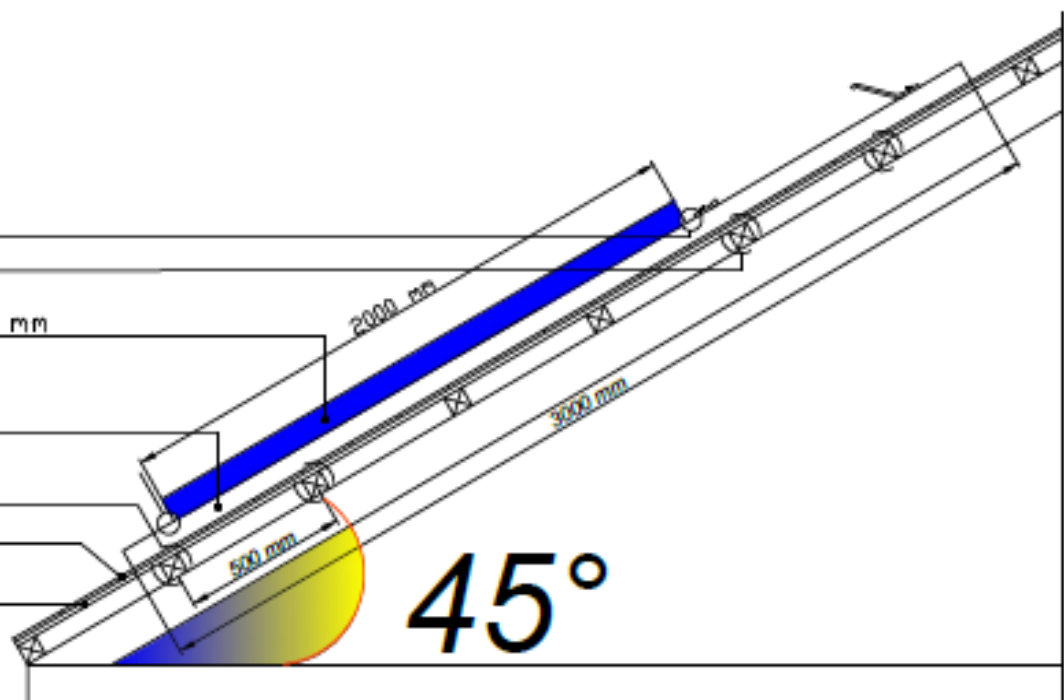
1956 x 992 x 45 mm

RIEL

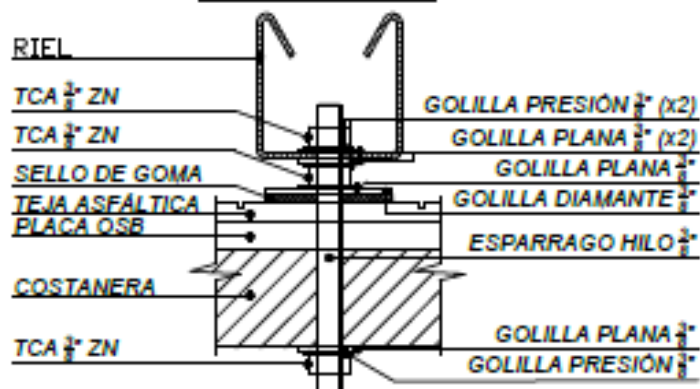
2000 x 960 mm

TEJA ASFÁLTICA

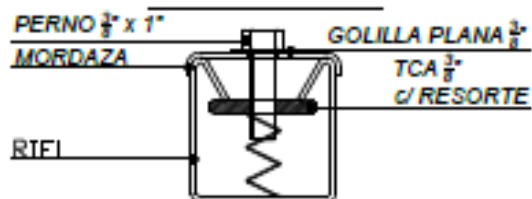
PLACA OSB



DETALLE 1



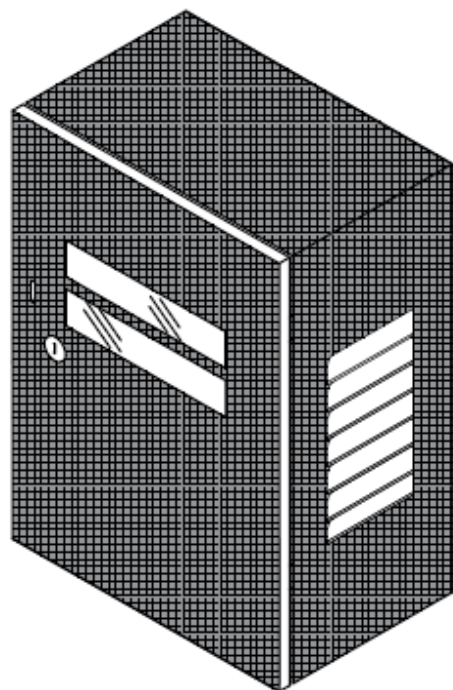
DETALLE 2



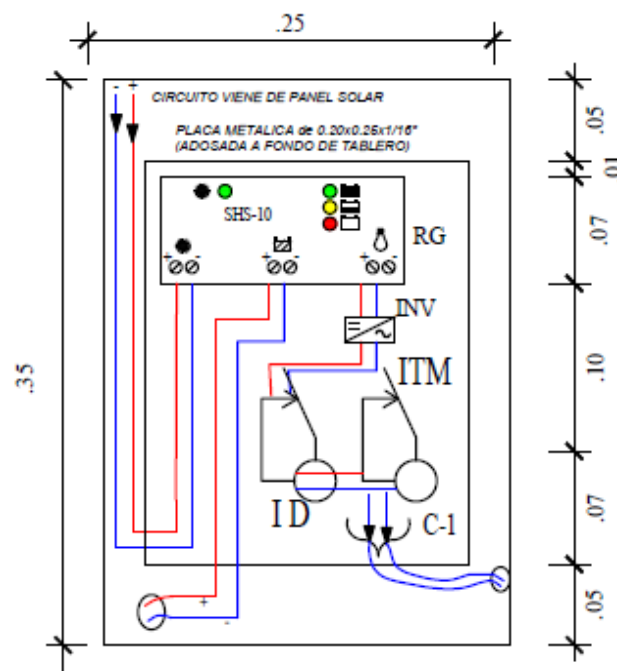
NOTAS:

- 1.- UTILIZA UN RIEL , QUE ES LA BASE ESTRUCTURAL PARA LA CORRECTA INSTALACIÓN DEL SISTEMA.
- 2.- EL RIEL CONSIDERA 2 ANCLAJES A LA TECHUMBRE (DETALLE 1)
- 3.- CAJA RIEL POSEE 2 SOPORTES PARA EL PANEL SOLAR (DETALLE 2)

TABLERO GENERAL



TABLERO DE PLANCHA METÁLICA de 0.35x0.25x0.15m



DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DEL TABLERO

TABLERO
0.45x0.25x0.15
DE PLANCHA METALICA
Esp. = 1/16"

VENTANILLA PARA
VISIÓN DE REGULADOR,
DE 0.15x0.07

ARGOLA PARA
PRECINTO
DE SEGURIDAD

CERRADURA
DE BRONCE
5 PINES CON
LENGÜETA

REJILLA 0.15x0.08
TIPO PERSIANA
EN PAREDES LATERALES
DE TABLERO CON MALLA
INTERIOR PARA EVITAR
INGRESO DE MOSQUITOS

PLACA METALICA
0.30x0.25x1/16"
ADOSADA A FONDO
DE TABLERO

LEYENDA

ID	Interruptor Diferencial de 16 Amp.
ITM	Interruptor termomagnético Unipolar - 6Amp.
C-1	Circuito de Tomacorrientes.
RG	Regulador tipo SHS-70 (70 Amp.)
INV	Inversor Victron Phoenix 400W/24V



TITULO: TABLERO GENERAL

ESCALA: 1:1

DIBUJADO POR: NILSON CHANCAFE ANGELES FECHA: 27/0,5/2021

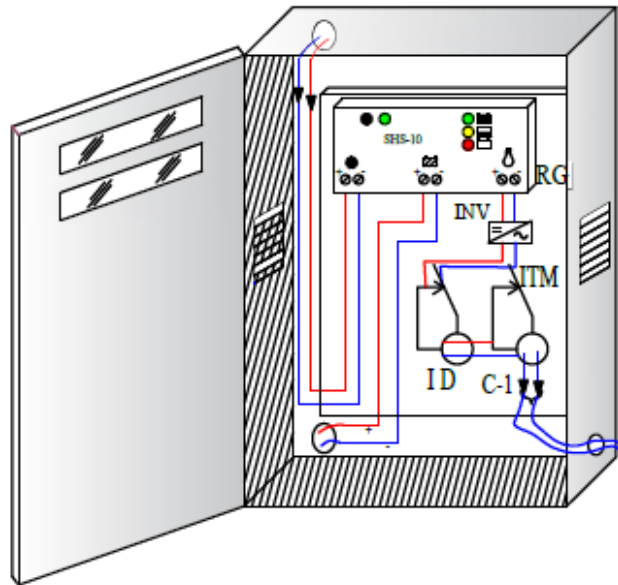
COMPROBADO POR: ELMER POLO BRICEÑO FECHA: 27/0,5/2022

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

UNIDADES.
Un.dim.mm

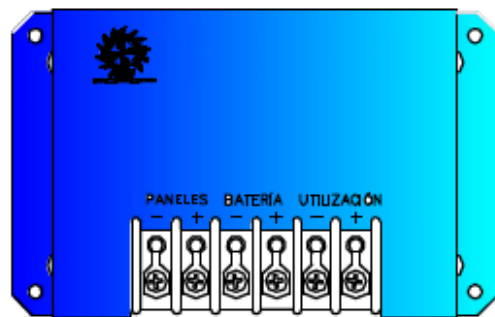
LAMINA No.
A-8

TABLERO GENERAL

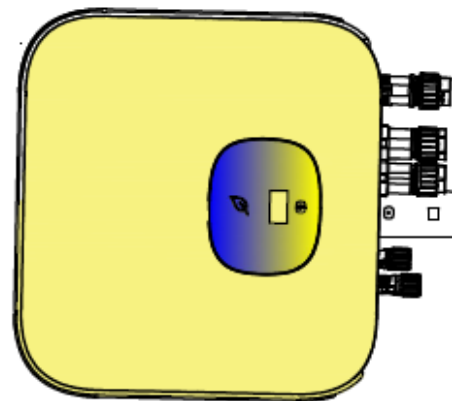


LEYENDA	
RG	Regulador tipo SHS-70 (70 Amp.)
INV	Inversor Victron Phoenix 400W/24V
ID	Interrupor Diferencial de 16 Amp.
ITM	Interrupor termomagnético Unipolar - 6Amp.
C-1	Circuito de Tomacorrientes.

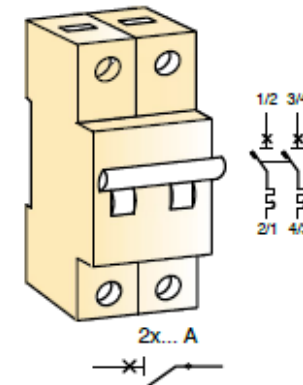
REGULADOR DE CARGA



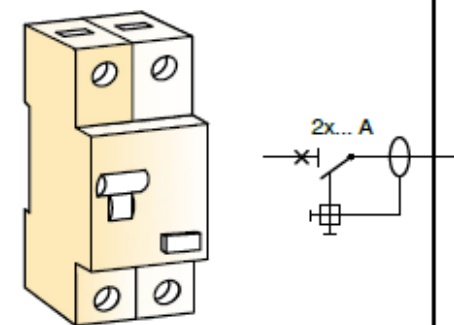
INVERSOR



INTERRUPTOR TERMOMANETICO



INTERRUPTOR DIFERENCIAL

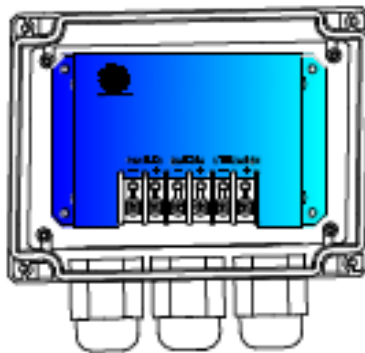


TITULO: PARTE DEL GABINETE ELÉCTRICO		ESCALA: 1:1
DIBUJADO POR: NILSON CHANCAFE ANGELES		FECHA: 27/0,5/2021
COMPROBADO POR: ELMER POLO BRICEÑO		FECHA: 27/0,5/2022
FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA	UNIDADES. Un.dim.mm	LAMINA No. A-9

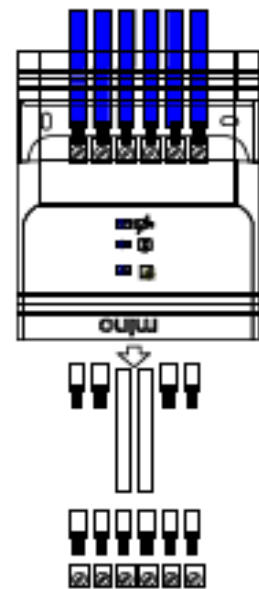
REGULADOR DE CARGA



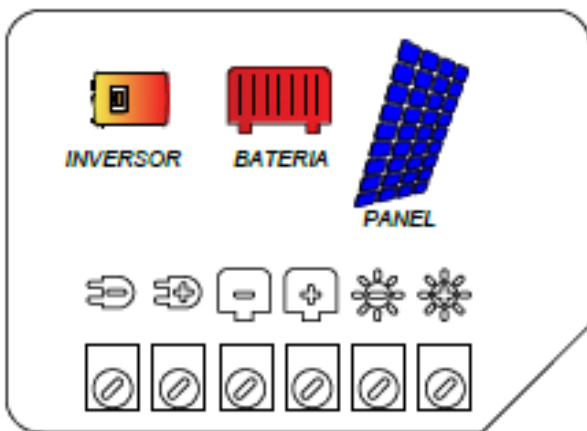
PROTECCIÓN DE REGULADOR DE CARGA



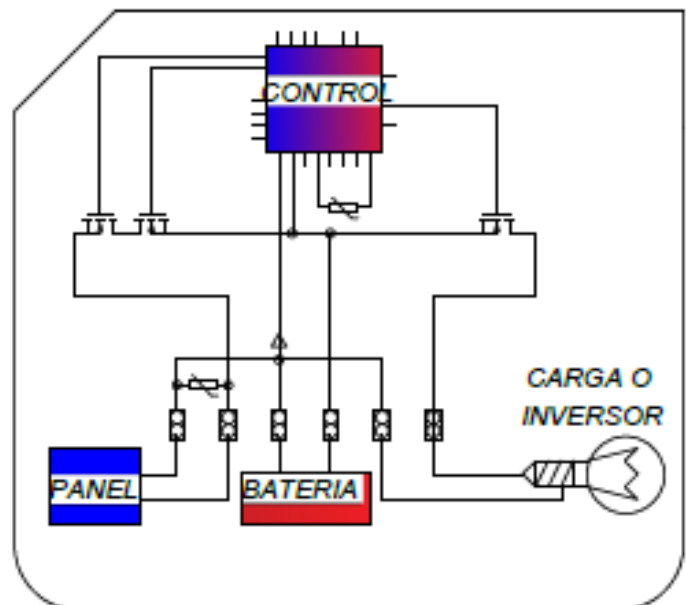
BORNAS DEL REGULADOR DE CARGA



IDENTIFICACION DE BORNAS



ESQUEMA INTERNO DEL REGULADOR



TITULO: REGULADOR DE CARGA SOLAR

ESCALA: 1:1

DIBUJADO POR: NILSON CHANCAFE ANGELES

FECHA: 27/0,5/2021

COMPROBADO POR: ELMER POLO BRICEÑO

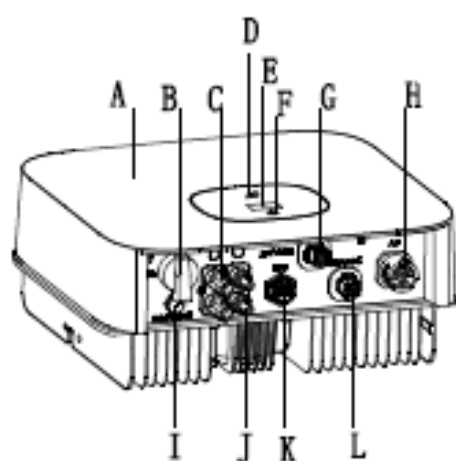
FECHA: 27/0,5/2022

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

UNIDADES.
Un.dim.mm

LAMINA No.
A-10

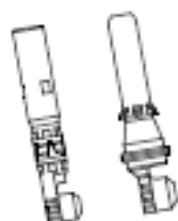
INVERSOR



Descripción del producto	
A	Cubrir el Inversor
B	Interruptor de CC
C	Entrada Panel Solar
D	Led
E	Oled
F	Botón Táctil
G	Puerto DRM
H	Salida De CA
I	Válvula de Ventilación
J	Entrada Panel Solar
K	Puerto USB
L	Puerto COM

PARTES DEL INVERSOR

TERMINAL METÁLICO



VARILLA WIFI / GPRS



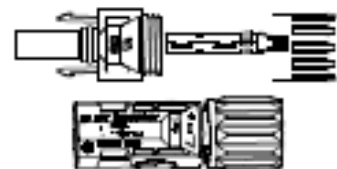
TORNILLOS DE BLOQUEO DE SEGURIDAD



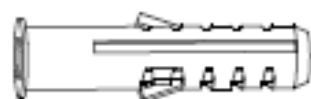
HERRAMIENTA PARA DESINSTALACIÓN DE SEÑAL



CONECTOR DC



TUBO DE EXPANSIÓN DE PLÁSTICO



CONECTOR RJ45



MONITOR



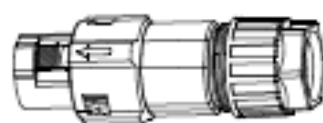
CONECTOR AC



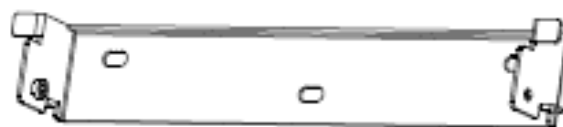
TORNILLO AUTORROSCANTE



CONECTOR DE SEÑAL



SOPORTE DE MONTAJE



TITULO: INVERSOR

ESCALA: 1:1

DIBUJADO POR: NILSON CHANCAFE ANGELES FECHA: 27/0,5/2021

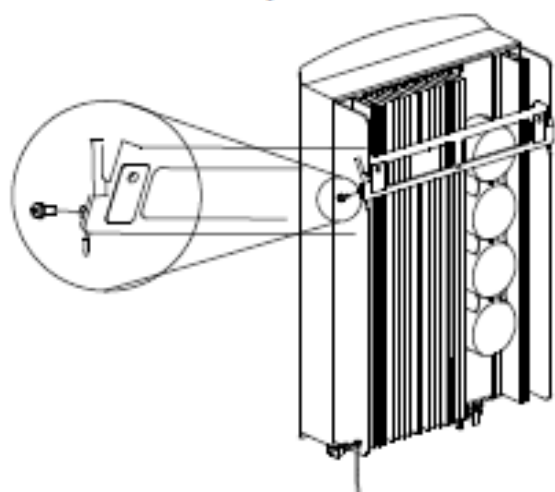
COMPROBADO POR: ELMER POLO BRICEÑO FECHA: 27/0,5/2022

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

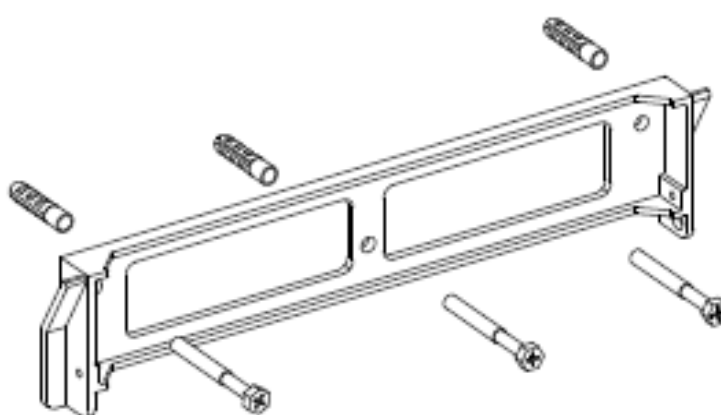
UNIDADES.
Un.dim.mm

LAMINA No.
A-11

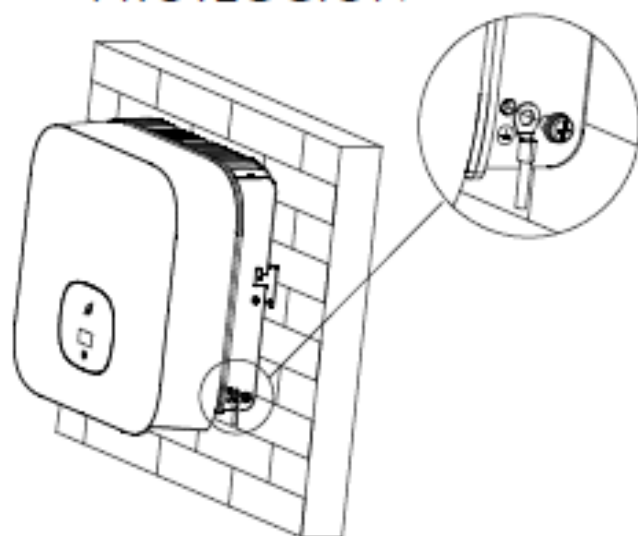
TORNILLO DE BLOQUEO



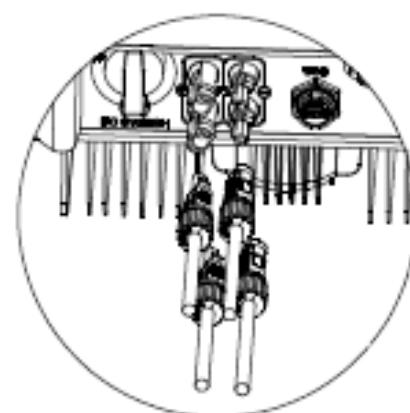
MONTAJE EN PARED DEL INVERSOR



CONDUCTOR DE PROTECCIÓN



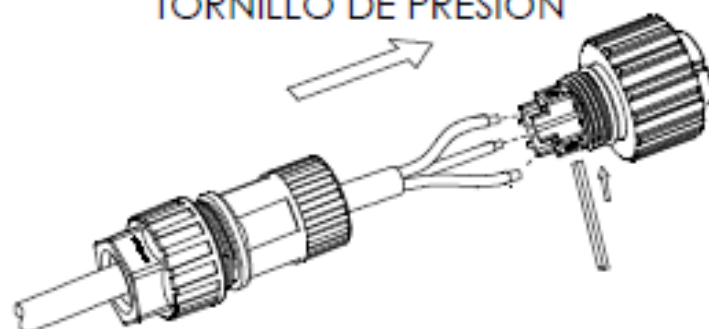
CONEXIÓN DEL TERMINAL FOTOVOLTAICO



INSERCIONES DE PIEZAS



COLOCACIÓN DEL CABLE PELADO EN EL TORNILLO DE PRESIÓN



TITULO: **INVERSOR**

ESCALA: **1:1**

DIBUJADO POR: **NILSON CHANCAFE ANGELES**

FECHA: **27/0,5/2021**

COMPROBADO POR: **ELMER POLO BRIGEÑO**

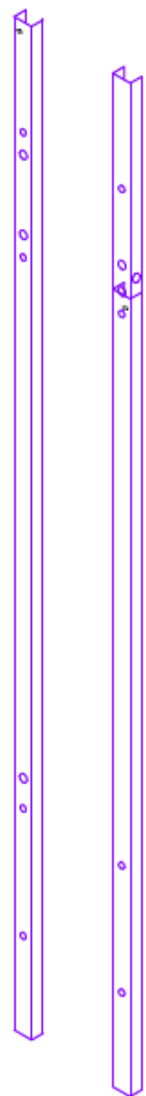
FECHA: **27/0,5/2022**

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

UNIDADES.
Un.dim.mm

LAMINA No.
A-12

PARANTES



PARANTES
PERFIL TIPO "C"
DE 1 1/2" X 1 1/2" X 1/8"
DE FºGº

AGUJEROS Ø 1/4"
PARA PERNOS DE
AJUSTE
DE TABLERO

AGUJEROS PARA
SUJECIÓN EN PARED

AGUJEROS Ø 3/4"
PARA PASE DE CABLES
TROQUELADOS

AGUJEROS TIPO OJO
CHINO Ø 1" L=1.5"
PARA PASE DE CABLES
TROQUELADOS

AGUJEROS Ø 3/4"
PARA PASE DE CABLES
TROQUELADOS

AGUJEROS Ø 1/4"
PARA PERNOS DE AJUSTE
DE CAJA DE BATERIAS

.20

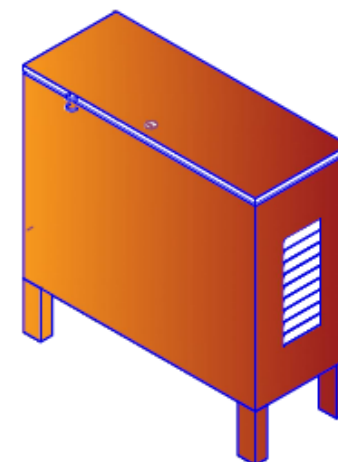
0,5

0,7

0,6

2m

CAJA DE BATERÍA SOLAR



TAPA DE CAJA
METALICA
ABISAGRADA

PRECINTON DE
SEGURIDAD

CERRADURA
DE BRONCE
5 PINES CON
LENGÜETA

CAJA PORTA
BATERIAS
0.35x0.50x0.20
DE PLANCHA METALICA
Esp. = 1/16"

SOPORTE DE CAJA
PORTA BATERIAS
PERFIL "C"
1 1/2" X 1" X 1/8"
SOLDADA A CAJA DE BATERIAS

REJILLA 0.20x0.08
TIPO PERSIANA
EN PAREDES LATERALES
Y POSTERIOR DE LA CAJA
CON MALLA INTERIOR
CONTRA INGRESO DE
MOSQUITOS



TITULO: PARANTE Y CAJA DE BATERÍA SOLAR

ESCALA: 1:1

DIBUJADO POR: NILSON CHANCAFE ANGELES

FECHA: 27/0,5/2021

COMPROBADO POR: ELMER POLO BRICEÑO

FECHA: 27/0,5/2022

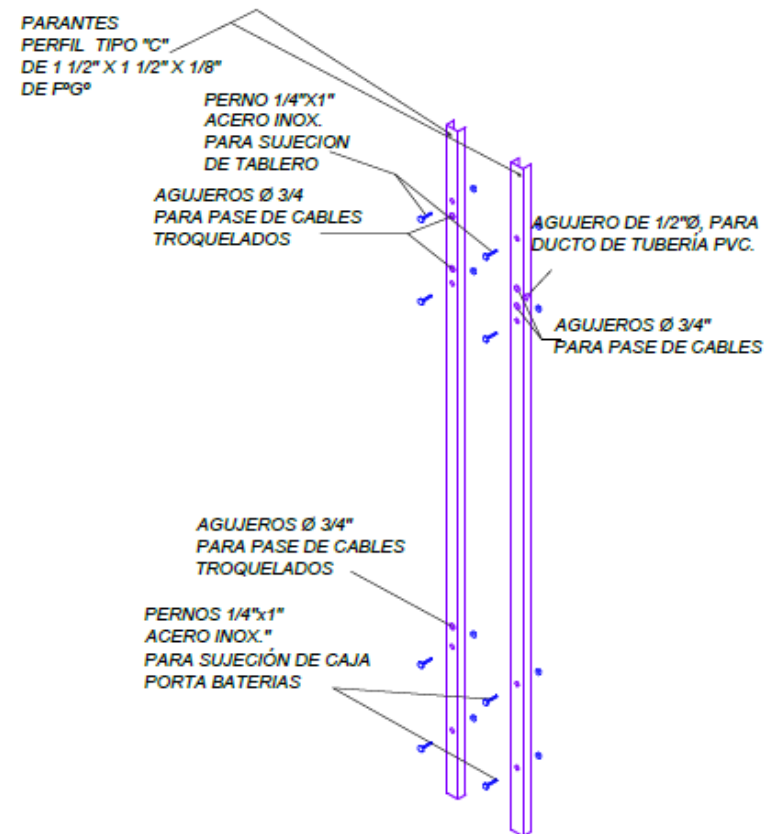
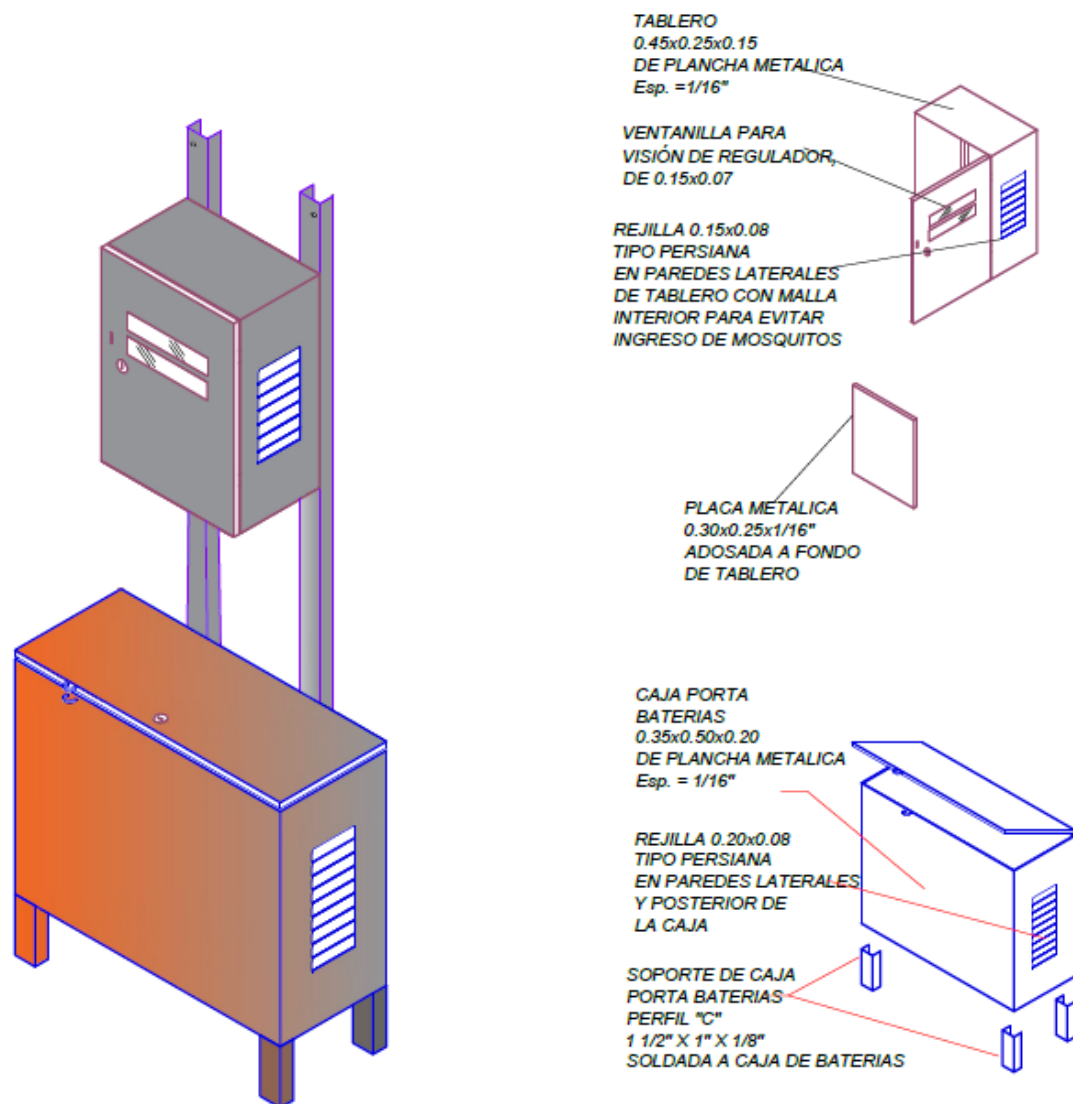
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

UNIDADES.
Un. dim. mm

LAMINA No.
A-13

EL TABLERO, PARANTES Y CAJA UNIDOS

CARACTERÍSTICA DEL ARMADO DEL SISTEMA



TITULO: LA CONEXIÓN DEL TABLERO, PARANTE Y LA CAJA DE BATERÍAS

ESCALA: 1:1

DIBUJADO POR: NILSON CHANCAFE ANGELES

FECHA: 27/0,5/2021

COMPROBADO POR: ELMER POLO BRICEÑO

FECHA: 27/0,5/2022

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

UNIDADES:
Un.dim.mm

LAMINA No.
A-14

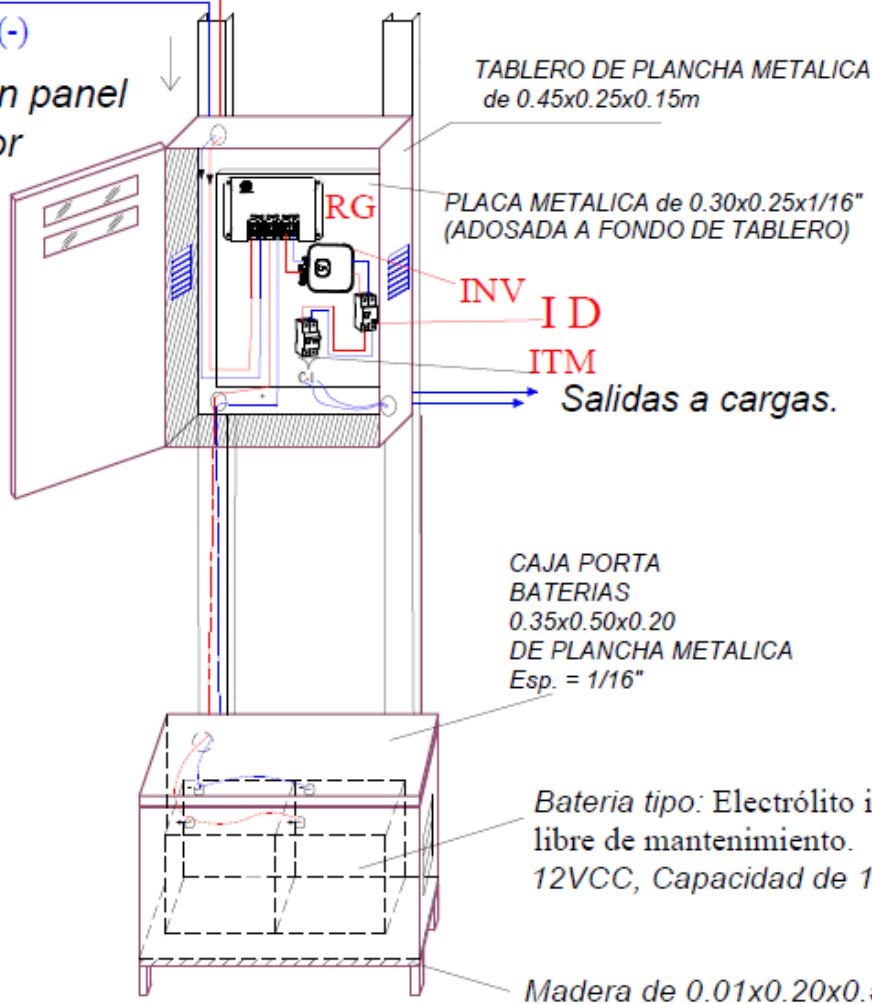
LA CONEXIÓN DEL SISTEMA DE LA ENERGÍA SOLAR

Salida al Panel Solar de 370 Wp

Positivo (+)

Negativo (-)

Conexión panel regulador



LEYENDA

RG	Regulador tipo SHS-70 (70 Amp.)
INV	Inversor Victron Phoenix 400W/24V
ID	Interruptor Diferencial de 16 Amp.
ITM	Interruptor termomagnético Unipolar - 6Amp.
C-1	Circuito de Tomacorrientes.

Color Rojo: Polo Positivo.

Color Azul: Polo Negativo .



TITULO: LA CONEXIÓN DEL SISTEMA DE LA ENERGÍA SOLAR

DIBUJADO POR: NILSON CHANCAFE ANGELES

COMPROBADO POR: ELMER POLO BRICEÑO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

ESCALA: 1:1

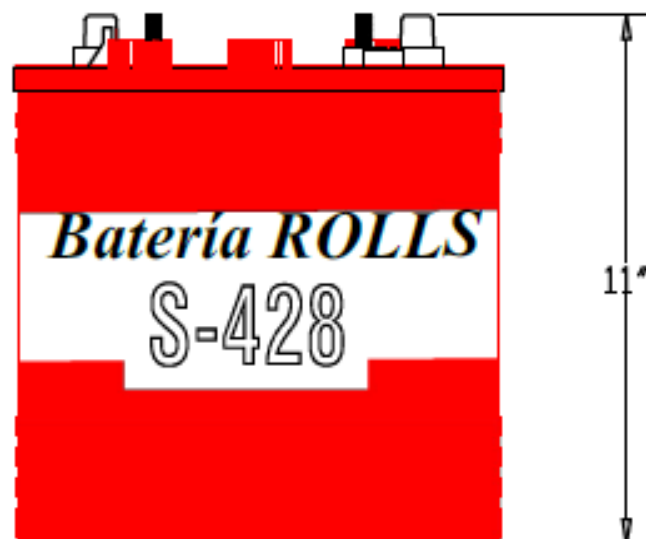
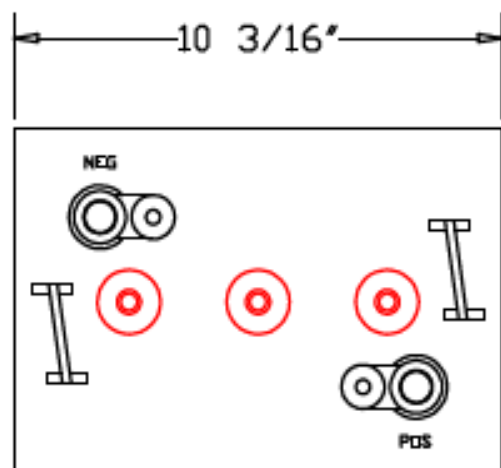
FECHA: 27/0,5/2021

FECHA: 27/0,5/2022

UNIDADES.
Un. dim. mm

LAMINA No.
A-15

VISTA SUPERIOR
DE LA BATERÍA



VISTA DERECHA
DE LA BATERÍA



MAX HEIGHT
WITH OPTIONAL
HYDROCAPS 11 5/8"

WEIGHT WET:

68 LB / 31 KG

WEIGHT DRY:

59 LB / 27 KG

VOLTAGE: 6 V

PART NUMBER:

S-428

DESCRIPTION:

6V DEEP CYCLE SERIES 4000

CAPACITY

220 AH 20HR RATE

OVERALL DIMENSIONS:

10 $\frac{3}{16}$ " X 7 $\frac{1}{8}$ " X 11"



TITULO: BACTERIA SOLAR

ESCALA: 1:1

DIBUJADO POR: NILSON CHANCAFE ANGELES

FECHA: 27/0,5/2021

COMPROBADO POR: ELMER POLO BRICEÑO

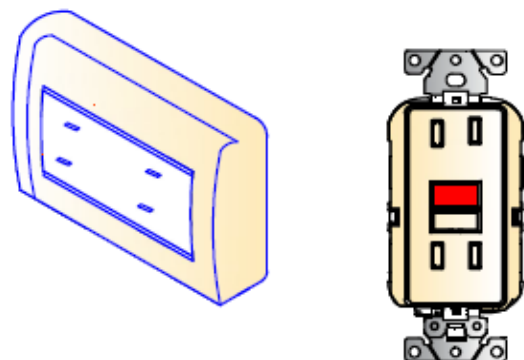
FECHA: 27/0,5/2022

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

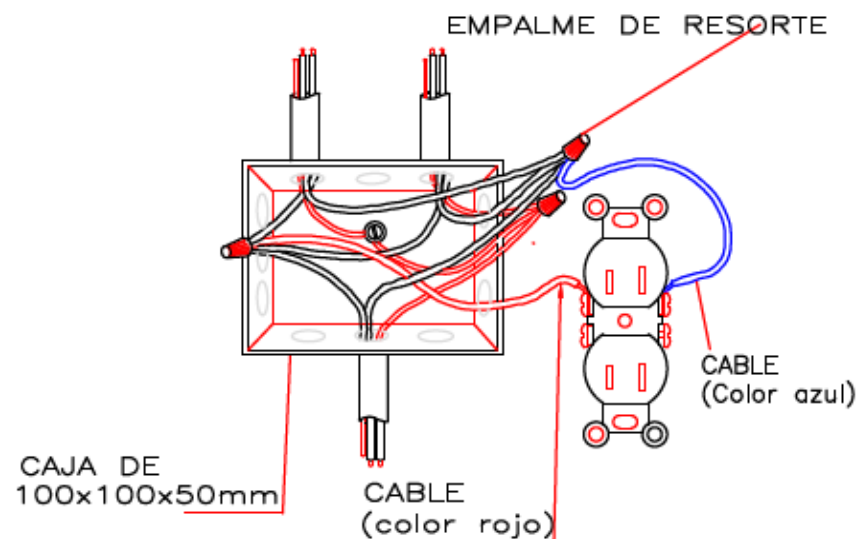
UNIDADES.
Un.dim.mm

LAMINA No.
A-16

TOMACORRIENTE

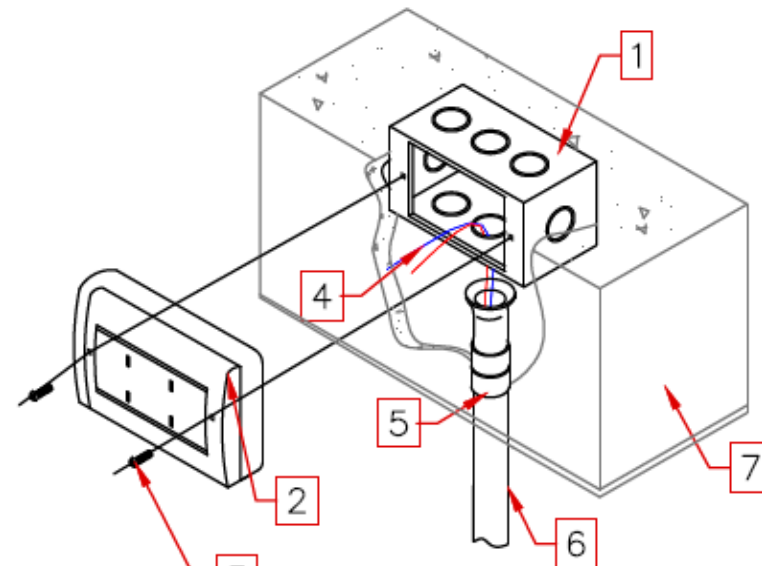


DETALLE DE INSTALACION DE TOMACORRIENTES

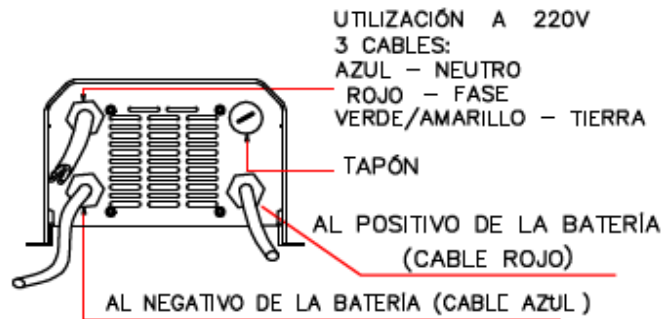


DETALLE DE SALIDA ELÉCTRICA DE TOMACORRIENTES

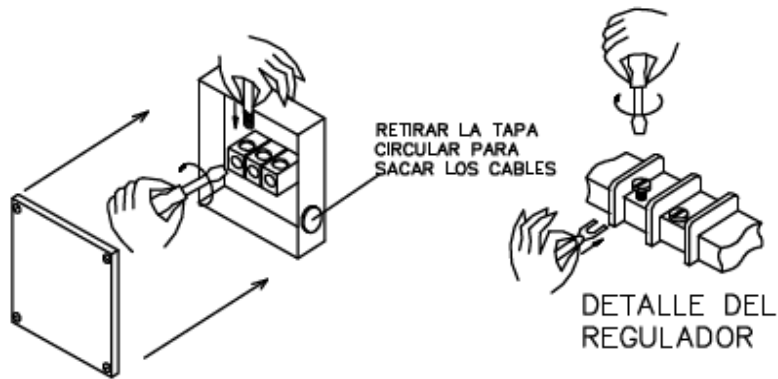
ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	CAJA RECTANGULAR F'G' PARA SALIDA DE TOMACORRIENTES
2	TOMACORRIENTE
3	TORNILLERÍA METÁLICA
4	CONDUCTORES DEL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN
5	CONECTOR 20mm ϕ PVC-P, TIPO SOMBRERO
6	TUBERÍA 20mm ϕ PVC-P
7	MURO DE ALBAÑILERÍA



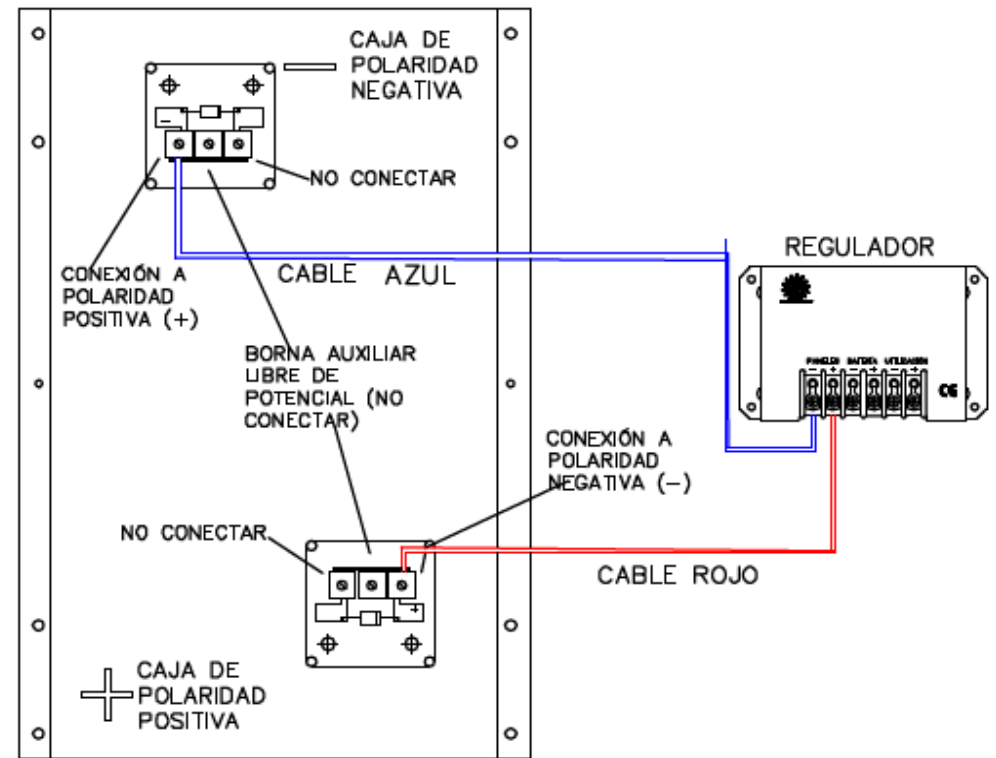
DESCRIPCIÓN DEL REGULADOR



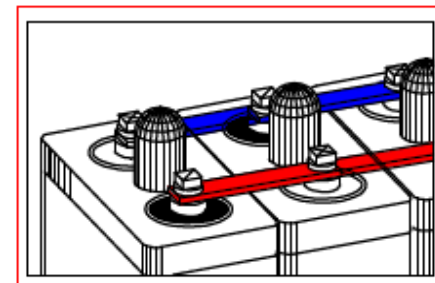
DETALLE DE LA CAJA SITUADA EN LA PARTE POSTERIOR DEL PANEL

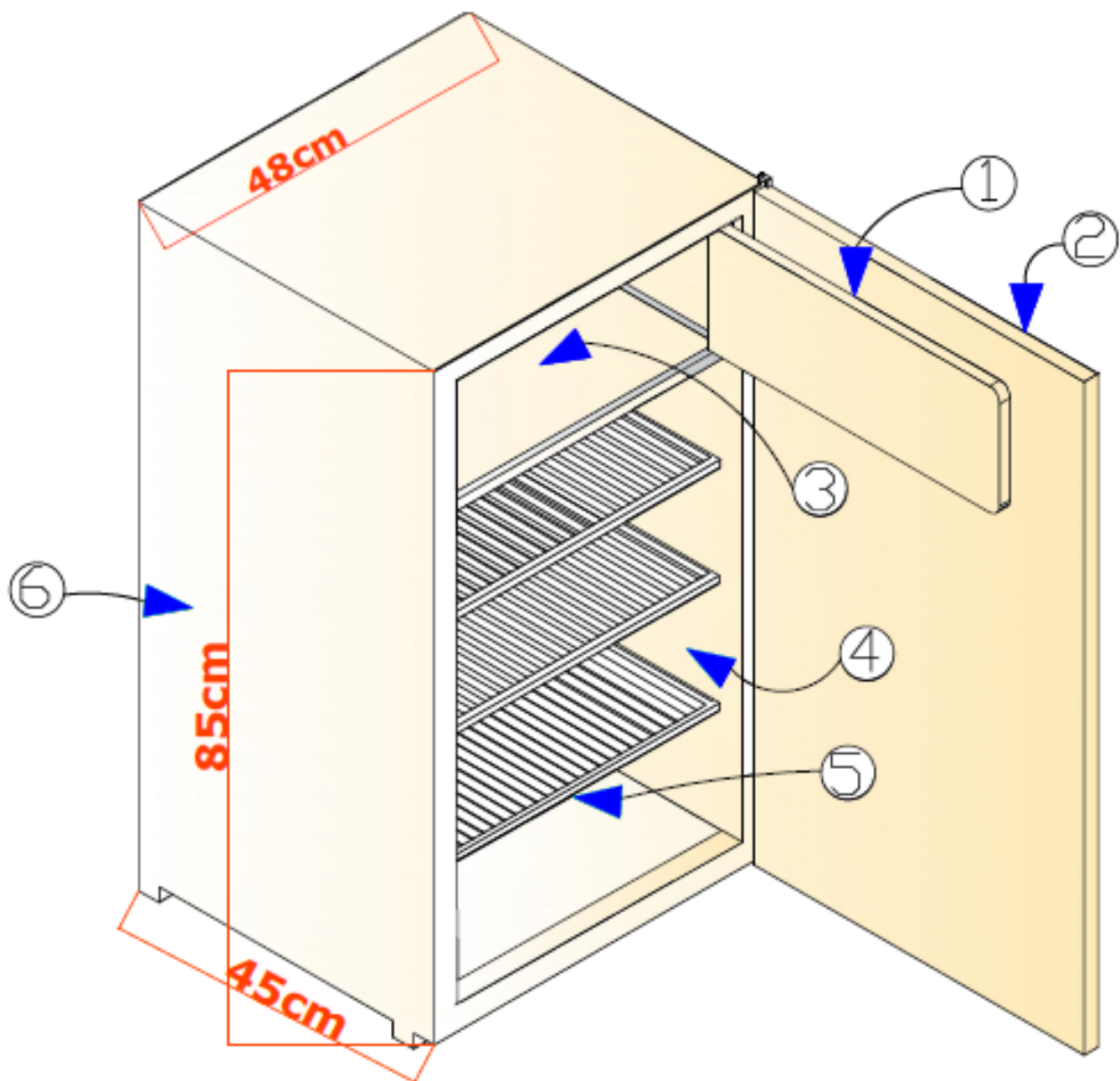


PARTE POSTERIOR DEL PANEL SOLAR

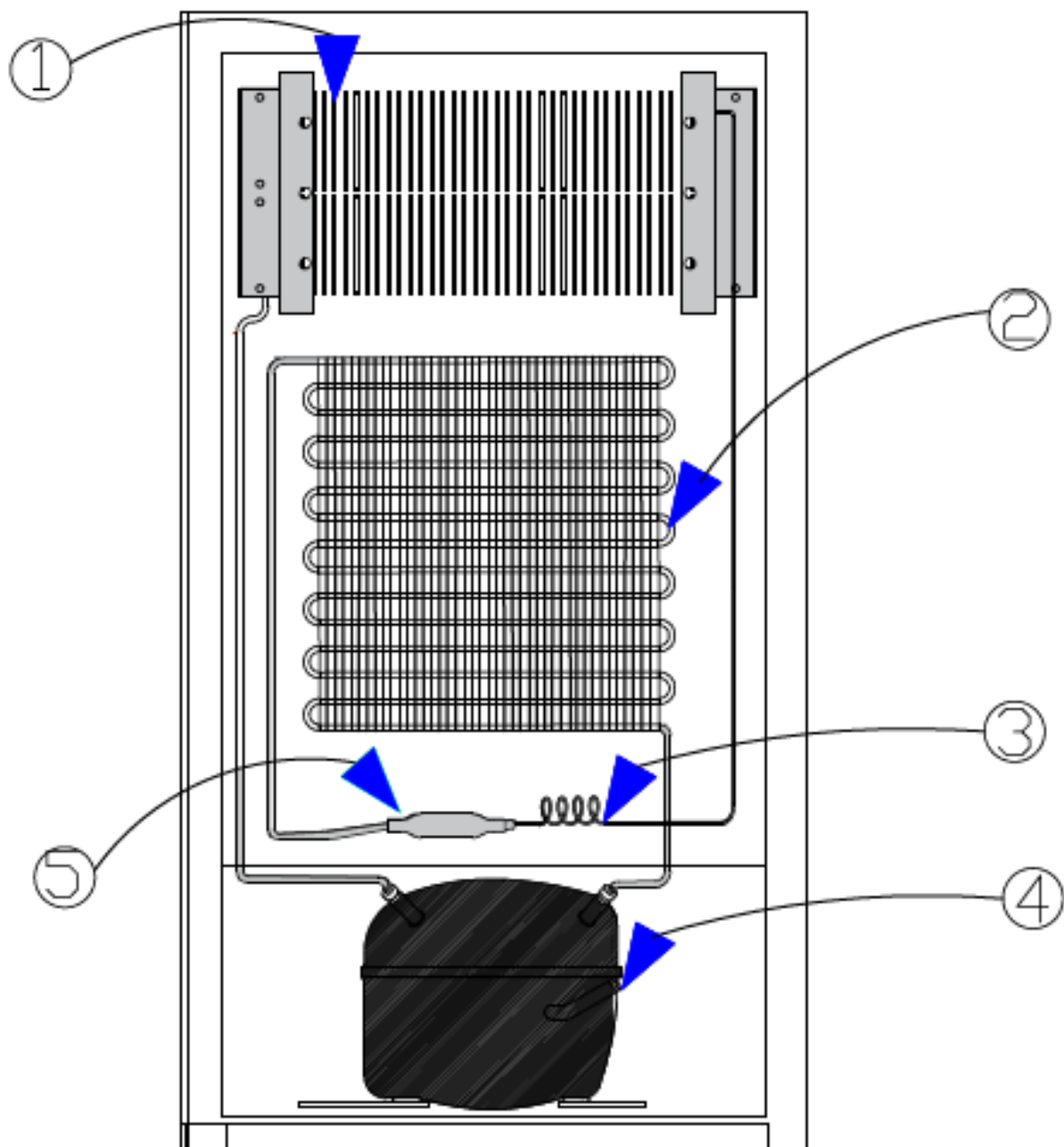


CONEXIÓN DE BATERÍAS EN PARALELO





Elementos Estructurales de la refrigeradora	
1	Puerta del congelador
2	Puerta de la refrigeradora
3	Cámara de la refrigeración superior
4	Compartimento de conservación
5	Accesorio Parrilla
6	Cubierta exterior de la refrigeradora



Elemento del sistema de refrigeración	
1	Evaporador
2	Condensador
3	Tubo Capilar
4	compresor
5	Filtro Deshidratador



TITULO: SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

ESCALA: 1:1

DIBUJADO POR: NILSON CHANCAFE ANGELES

FECHA: 27/0,5/2021

COMPROBADO POR: ELMER POLO BRIGEÑO

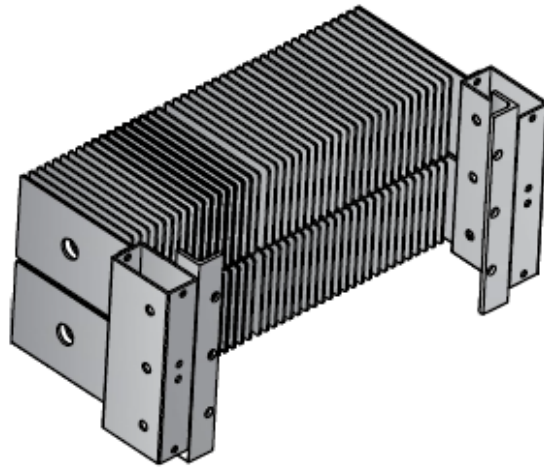
FECHA: 27/0,5/2022

FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA
 MECÁNICA ELÉCTRICA

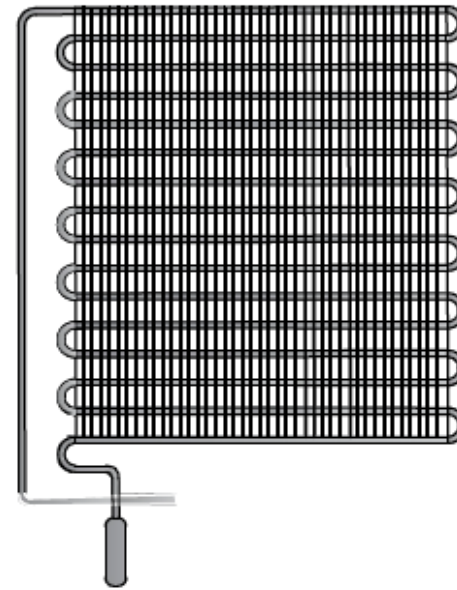
UNIDADES.
 Un.dim.mm

LAMINA No.
A-20

EVAPORADOR



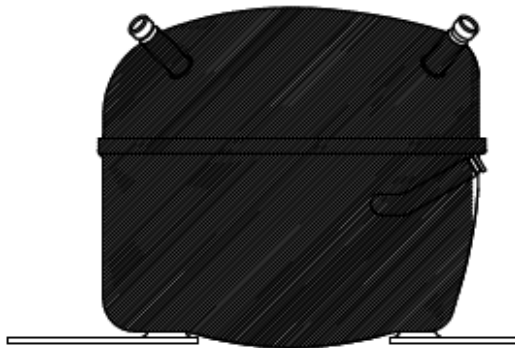
CONDENSADOR



TUBO CAPILAR



COMPRESOR



FILTRO SECADOR



TITULO: COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA DE LA REFRIGERADORA

ESCALA: 1:1

DIBUJADO POR: NILSON CHANCAFE ANGELES

FECHA: 27/0,5/2021

COMPROBADO POR: ELMER POLO BRICEÑO

FECHA: 27/0,5/2022

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

UNIDADES:
Un.dim.mm

LAMINA No.
A-21