UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

Integración de una instalación solar sobre mobiliario urbano de la FES Aragón

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

Jhovani Luna García

DIRECTOR DE TESIS

M. en I. Humberto Mancilla Alonso

Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México, 2017

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos.

A Dios por darme el regalo de la vida.

A mi casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México, por abrirme las puertas del conocimiento, por enseñarme valores y darme la oportunidad para aprender sobre aspectos profesionales y la vida misma.

A mis padres, José Luis Luna y Julieta Jeny García por su dedicación en base de amor, respeto y confianza, por enseñarme valores y haberme dado la educación que me proporcionaron. Aunque ya no estés aquí, sigo aprendiendo de ti, papá.

A mi hermana Athziri, mi hermano César y mis primos Ángel y Azul, por traer alegría a la familia y aportar momentos únicos a mi vida.

A mis abuelos, Ignacio García y Eulalia García, porque después de mis padres, fueron quienes más se preocuparon por mí y ahora me cuidan desde el cielo.

A Karina Salas, por ser una gran mujer, mi amiga, mi consejera y una motivación, por tus enseñanzas de vida, gracias por estar conmigo en momentos hermosos y tormentosos siempre alentándome.

A mis amigos con los que he tenido la oportunidad de compartir conocimiento, además de grandes momentos fuera y dentro de los salones de clase, Adrián Rioja, Alejandro Maya, Alejandro Vega, Daniel Velázquez, Enrique Ramírez, Fernanda Carrisoza, Gustavo Gaspar, Ildefonso Barrera, Jesús Reyes, Juan Sánchez, Juan Escalante y Lourdes León.

A mi asesor, el M. en Ing. Humberto Mancilla Alonso, que gracias a sus consejos, su apoyo y la confianza depositada en mí, logré alcanzar esta meta profesional.

A mis amigos del Club de Mecatrónica, por sus ganas de aprender y compartir conocimiento.

A quienes no mencioné y han aportado algo bueno o malo para mi vida, he aprendido de todos ustedes.

"No elegimos como empezamos en esta vida. La verdadera grandeza es lo que hacemos con lo que nos ha tocado".

- Víctor Sullivan (Uncharted 3).

Bibliografía.

Introducción..... 4
Capítulo 1. Levantamiento 6
1.1. Necesidad..... 6
1.2. Estado del Arte. 7
Capítulo 2. Diseño Conceptual..... 10
2.1. Tipos de instalaciones solares. 10
2.2. Equipos para instalaciones solares..... 12
2.2.1. Panel Solar. 12
2.2.2. Controlador de carga. 17
2.2.3. Baterías. 18
2.2.4. Inversor..... 22
2.3. Necesidades de los usuarios. 24
Capítulo 3. Diseño de detalle. 35
3.1. Estimación de la radiación solar en la FES Aragón. 35
3.3. Dimensionamiento de la instalación solar. 49
3.3. Ubicación de la instalación solar en la Facultad. 54
3.4. Costos de materiales de la estructura metálica y equipos para la instalación solar. 72
3.5. Consideraciones para la instalación solar..... 81
3.6. Maqueta. 82
Capítulo 4.0. Conclusiones. 84
Bibliografía. 85
Anexos. 88
Anexo 1. 89
Anexo 2. 90
Anexo 3. 97
Anexo 4. 107
Anexo 5. 118

Introducción.

A lo largo de la historia, la humanidad ha aprovechado las energías renovables, la radiación solar, la geotermia, el movimiento del viento y del agua son los más comunes. A partir de la revolución industrial, es cuando se comenzó a utilizar a gran escala, la cantidad de energía contenida en recursos no renovables como el carbón, el petróleo y el gas natural principalmente, se aumentó exponencialmente la disponibilidad de energía, gracias a la explotación de estos recursos no renovables, lo que dio lugar a la sociedad industrializada y urbanizada de la actualidad. Lo anterior se ve reflejado en la cantidad y variedad de dispositivos eléctricos que existen y en conjunto el con aumento de la población mundial, ha propiciado un mayor consumo de energía eléctrica.

En esta tesis se presenta el proceso en el que se desarrolla la construcción de un área de recreación, para uso común dentro de la Facultad de Estudios Superiores Aragón, el área cuenta con bancas y una mesa de trabajo, se integra un techo para proporcionar sombra y así reducir el tiempo de exposición a los rayos del sol a la comunidad universitaria, además, contendrá una instalación solar para la generación de energía eléctrica.

Actualmente, dentro de la facultad existen áreas de uso común, las cuales son destinadas para actividades de recreación o para fines educativos y, aunque son para beneficio de la comunidad universitaria, presentan algunos defectos derivados de su ubicación, al estar a la intemperie, las condiciones climatológicas las convierten en una opción poco viable, añadiendo que la ergonomía y la distribución de espacios no son las adecuadas, porque provocan fatiga en los usuarios, este tipo de defectos propician que el uso de estas áreas no sea tan frecuente como se espera por parte de las autoridades.

Considerando que el uso de la electricidad se ha vuelto imprescindible para el desarrollo humano, social y económico de la sociedad, hoy día la cantidad de recursos no renovables ha disminuido considerablemente, durante las últimas décadas, se han desarrollado nuevas tecnologías para la generación de energía

eléctrica, estás tecnologías generalmente son desarrolladas utilizando recursos renovables para evitar causar más daño al medio ambiente. Las energías renovables más conocidas son la eólica y la solar.

México, al ser un país con una gran extensión territorial, cuenta con ubicaciones privilegiadas para el aprovechamiento de la energía eólica y solar, la energía eólica, porque en la mayoría de los límites del país se tiene salida al mar, donde debido a las diferentes presiones, el movimiento del aire es mayor. La energía solar por la cantidad de ecosistemas del país, entre ellos se encuentran desiertos, en los cuales, se aprovecha en mayor cantidad la radiación solar.

Con esta primicia y buscando promover el desarrollo de energías renovables, para así reducir la dependencia de los combustibles fósiles, e impulsar la futura reducción de la contaminación en la Ciudad de México y el área metropolitana, se propone diseñar un área de uso común dentro de la Facultad de Estudios Superiores Aragón, la cual, va a contar con una estructura metálica en la que se montaran paneles solares, para aprovechar la radiación del sol con una instalación solar para generar energía eléctrica y, utilizarla en beneficio de la comunidad universitaria, ya que los dispositivos eléctricos y electrónicos, los utilizan en su vida diaria. Así mismo, se espera que las áreas sean utilizadas con mayor frecuencia, los usuarios de la comunidad de la facultad, principalmente son los alumnos, ya que ellos representan a la mayor cantidad de personas de la comunidad aragonés, se puede apreciar que los alumnos en ocasiones no hacen uso de las áreas, esto cuando se tiene un estado del tiempo desfavorable.

Se dan a conocer los requerimientos de la comunidad y los dispositivos necesarios para generar y abastecer de energía eléctrica al área de uso común, el tipo de la instalación, el consumo de energía estimado para los usuarios, además de los materiales para la construcción, una comparación técnica y comercial de los equipos para la instalación solar fotovoltaica necesarios para cumplir las necesidades de los usuarios.

Capítulo 1. Levantamiento

1.1. Necesidad

Actualmente, la mayor cantidad de generación de energía eléctrica en México, es generada debido a la quema de combustibles, para 2009, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), un 62.8% corresponde a termoeléctricas y carboeléctricas.[1]

El Valle de México tiene un problema de crecimiento urbano, este crecimiento incide directamente en la contribución de contaminantes al ambiente, las emisiones industriales y habitacionales, son las que principalmente provocan un aumento en la producción de energía eléctrica y esto, junto a las emisiones del parque vehicular, han ocasionado un aumento en la contaminación ambiental.

El daño a la capa de ozono, la cual absorbe la radiación solar y la contaminación del aire, ha provocado un aumento de partículas dañinas, estás son causantes de enfermedades en los habitantes del Valle de México. La exposición a la radiación solar prolongada provoca daños en la retina del ojo, envejecimiento de la piel y en el peor de los casos, provocar cáncer de piel; por su parte las partículas en el aire, afectan el sistema inmunológico, principalmente provocando enfermedades respiratorias.

Dado a que la quema de combustibles continuará a gran escala y a largo plazo en el país, se deben aplicar alternativas ya existentes para la generación de energía eléctrica de una forma limpia, a pequeña escala es posible conocer los resultados de los equipos y de las inversiones realizadas para reducir los factores de riesgo cuando se deban implementar a gran escala en México, por esta razón se busca, aprovechar la energía solar para la comunidad de la facultad y así las áreas de uso común sean confortables mientras se usan.

[1] (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2009)

1.2. Estado del Arte.

En las últimas décadas, se han desarrollado tecnologías que permiten aprovechar los recursos renovables para la generación de energía eléctrica. Por renovable, entendemos que se obtienen de la naturaleza y son consideradas inagotables, además que cuidan el medio ambiente, por mencionar algunas se encuentra la eólica, la solar, la hidroeléctrica y la geotérmica.

La energía eólica se obtiene gracias al movimiento de turbinas, el cual es ocasionado por el movimiento del viento, las turbinas transforman la energía cinética del viento en energía mecánica, generalmente para impulsar un generador eléctrico.

Existen turbinas de diferentes tamaños, en la Tabla 1.1 se muestran sus capacidades, las de mayor tamaño están destinadas principalmente a granjas eólicas marinas, es decir, se encuentran en el mar porque ahí el movimiento del viento es constante y se mantiene a altas velocidades, ya que no hay ninguna superficie vertical que lo detenga.

Tabla 1.1

¿Cuánta energía produce un aerogenerador?

Escala	Rangos de Capacidad	Diámetro del rotor [m]
Micro	50 W - 2 KW	< 3
Pequeña	2 KW - 40 KW	3 -12
Mediana	40 KW - 999 KW	12 – 45
Grande	>1 KW	>46

Fuente: Asociación Mexicana de Energía Eólica. (s.f.). Recuperado en Marzo de 2015, de Preguntas Frecuentes: http://www.amdee.org/preguntas-frecuentes

La energía eólica, se ha desarrollado aceleradamente en el mundo durante los últimos años, en México para el año 2009, ya existían un poco más de 170 MW de capacidad eólica en operación que se divide en:

- 85 (MW) en los proyectos La Venta I y La Venta II operados por la CFE en el Istmo de Tehuantepec.
- 80 (MW) en el proyecto de autoabastecimiento Parques Ecológicos de México, que entró gradualmente en operación desde enero del 2009.
- 0.6 (MW) en una turbina de la CFE en Guerrero Negro, Baja California Sur.
- 2 (MW) en pequeños aerogeneradores en sitios aislados de la red.
- 3 (MW) en pequeñas aerobombas (turbinas eólicas que impulsan bombas hidráulicas).[2]

> Los aerogeneradores tienen un tiempo de vida útil entre 20 y 25 años, esto puede variar de acuerdo a las condiciones del viento, a la correcta operación del mismo y al mantenimiento que se le dé al mismo. (Asociación Mexicana de Energía Eólica, s.f.)

La energía solar, se obtiene gracias a la radiación que emite el sol a la tierra, con la radiación se genera energía eléctrica y energía en forma de calor, esta última para elevar la temperatura de algún fluido, usualmente agua dentro de un colector. Se considera renovable porque a pesar de que el sol tiene un tiempo de vida, este es de millones de años.

En diversos países, se han construido huertos solares para generación de energía eléctrica, se está tomando esta medida para aprovechar la radiación a gran escala. En México, solo se aprovecha a pequeña escala, en hogares o edificios, usualmente se pueden ver en los techos paneles solares o colectores solares.

Una ventaja de la energía solar es que después de tenerla instalada, el mantenimiento es menor a diferencia de otro tipo de energía renovable.

[2] (Zamora Machado, Leyva Sánchez, & Lambert, 2010)

En el caso de la energía hidroeléctrica, se considera renovable porque sigue el ciclo del agua, se utiliza únicamente mediante su movimiento sin ingresarla dentro de un proceso, la energía potencial del agua se convierte en energía cinética para mover una turbina hidráulica, la cual moverá un generador eléctrico, es decir, se aprovecha la caída del agua para generar energía, por esta razón se construyen en cauces de ríos, en desembocaduras al mar y lagos.

En México, de acuerdo a CFE en el año 2012 se tenían 80 centrales hidroeléctricas, de las cuales solo 8 se encuentran fuera de operación, entre las 72 restantes se tiene una generación de energía de 11,474.57 (MW).[3]

La energía geotérmica, aprovecha el calor del interior de la tierra que se libera en ciertos sitios del subsuelo, el suelo se perfora y se extrae el vapor, dependiendo su temperatura, se le da la aplicación al vapor, como se muestra en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2

Aplicaciones de la energía geotérmica.

Rangos de Temperatura [°C]	Aplicación
20 – 60	Actividades Domésticas y Agrícolas.
60 – 150	Generación de energía a baja escala y baja eficiencia.
150 – 400	Generación de energía a gran escala.

Fuente: Barja, Á. (Mayo de 2016). *Erenovable*. Obtenido de http://erenovable.com/energia-geotermica/

[3] (Unidad de Control de Gestión, 2012)

Capítulo 2. Diseño Conceptual.

2.1. Tipos de instalaciones solares.

Una instalación solar fotovoltaica requiere diferentes equipos para su correcto funcionamiento, se deben dimensionar para proporcionar energía eléctrica de manera continua sin excedentes y evitar una inversión inicial elevada. Existen dos tipos de instalaciones solares, son conocidas como "Conectada a la red" y "Aislada de la red", cada una tiene un objetivo diferente para la distribución de energía.

Instalación conectada a la red.

En este tipo de instalación, la energía eléctrica producida, ya sea un excedente o en su totalidad, es enviada a la red eléctrica, es decir, se aprovecha toda la energía generada por el sistema, en la Figura 2.1 se puede ver el diagrama de la instalación, algunas de sus aplicaciones son:

- Huertos solares: Se concentra a gran escala una instalación solar, generalmente la energía eléctrica generada en estos huertos es enviada en su totalidad a la red eléctrica.
  Son instaladas en zonas áridas, donde la radiación solar es alta y no hay afectaciones por la sombra de alguna construcción o árboles.
- Edificios fotovoltaicos: Actualmente las instalaciones solares tienen una integración arquitectónica, son utilizadas como materiales constructivos, tanto en cubiertas como fachadas y aunque no es la forma más adecuada de aprovechar la radiación solar, es una buena forma de aprovechar los espacios en zonas urbanas.

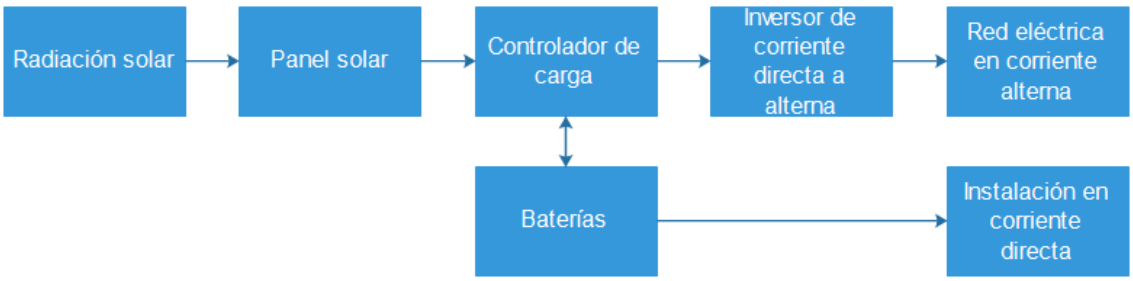


Figura 2.1. Diagrama de instalación conectada a la red. Fuente: Luna García, J. (2016)

Instalación Solar Aislada.

Este tipo de instalación no tiene ningún tipo de conexión a la red eléctrica, es una instalación autónoma e independiente, el diagrama de la instalación se puede ver en la Figura 2.2 y usualmente se aplica en:

- Zonas Rurales: Se utiliza en regiones en las que no existe acceso a la red eléctrica convencional, generalmente para iluminación y para electrodomésticos de baja potencia como una licuadora, el radio o una estufa eléctrica pequeña.
- Señalización: Para iluminar señalamiento de tráfico, usualmente de led's.
- Alumbrado público: Se utiliza para alumbrado en avenidas o carreteras en las que resulta complicado estar conectado a la red eléctrica, así mismo por la libertad de espacio para recibir la radiación solar.
- Bombeo de agua: Para bombear agua de un lugar a otro, principalmente en granjas.
- Aplicaciones espaciales: Para otorgar energía eléctrica a los satélites de comunicación o estaciones espaciales.

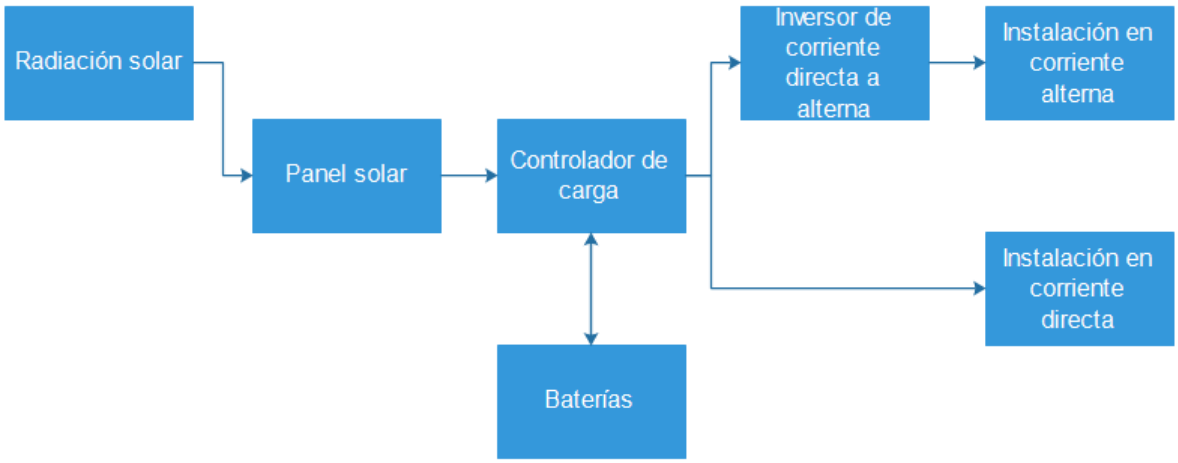


Figura 2.2. Diagrama de instalación aislada de la red. Fuente: Luna García, J. (2016)

2.2. Equipos para instalaciones solares.

Como se mencionó anteriormente existen dos tipos de instalaciones solares, comúnmente una instalación solar está compuesta por cuatro equipos diferentes, los cuales son:

- Panel solar.
- Controlador de carga.
- Inversor.
- Baterías.

Dependiendo del dimensionamiento de la instalación, la cantidad de equipos requeridos puede variar, además de la posibilidad de agregar equipos complementarios como seguidores o de protección, esto depende del tamaño de la instalación eléctrica.

2.2.1. Panel Solar.

Es el equipo principal de cualquier instalación solar, es el elemento que transforma la radiación solar en energía eléctrica de corriente directa, el panel solar está formado por un conjunto de celdas solares, las cuales están montadas sobre una estructura de soporte y están conectadas entre sí, son diseñadas para entregar una tensión entre 6 (V) y 24 (V), dependiendo la potencia del panel, variará el amperaje entregado.

El funcionamiento de una celda solar se basa en el efecto fotovoltaico, están compuestas por material semiconductor positivo y negativo. Cada celda al comportarse como un semiconductor, es decir, como un conductor o aislante, mediante la unión P-N. La parte expuesta a la radiación solar es la N y tiene un excedente de electrones, la parte situada debajo es la P, la cual tiene deficiencia de electrones, cuando suficientes fotones llegan al semiconductor tipo N, se liberan electrones que por difusión llegan al semiconductor tipo P, generando una diferencia de potencial, la cual genera la energía eléctrica de corriente directa.

Dependiendo del fabricante cada panel solar tiene cierto número de celdas solares, están interconectadas tanto en serie como paralelo, posteriormente se encapsulan, se pone una capa protectora y se instala un cuadro metálico, el cual tiene dos funciones, permitir la instalación del panel y proteger mecánicamente al sistema, los componentes de un panel se pueden observar en la Figura 2.3.

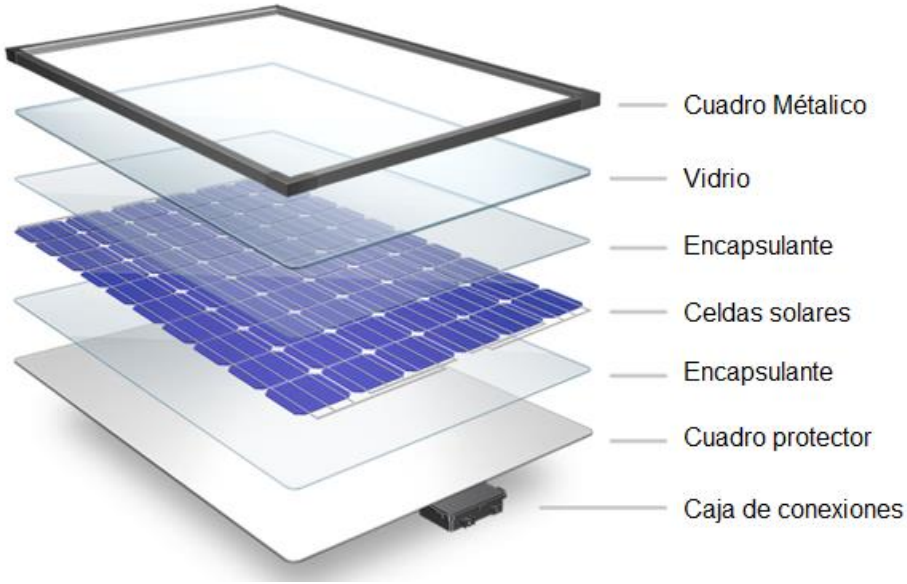


Figura 2.3. Componentes de un panel solar. Fuente: Tech Investing Daily. (02 de Abril de 2016). *Tech Investing Daily*. Obtenido de Special Report: Solar Technology: http://www.techinvestingdaily.com/report/solar-technology/1409

Actualmente existen tres tipos de celdas solares, todas son fabricadas a base de silicio, en la Tabla 2.4 se pueden apreciar las características de cada una:

Tabla 2.4

Tipos de paneles solares

Tipo de celda	Características
De lámina delgada	- De silicio depositado en un sustrato de vidrio. - Son de color obscuro y completamente uniformes. - Permite flexibilidad al ser una lámina delgada. - El proceso de producción en masa es sencilla. - Son ineficientes a diferencia de un policristalino, lo cual es equivalente a que ocupen mayor espacio para la misma potencia. - Su tiempo de vida es corto. - Precios más económicos del mercado.
Policristalino	- Son de silicio impuro. - Tienen color azulado en diferentes tonalidades. - Su forma es rectangular por el tipo de molde de fabricación. - Presentan buena tolerancia al aumento de temperatura ambiental. - Es menos eficiente que una monocristalina en pruebas de laboratorio, en campo esta diferencia se reduce. - En precio son más económicos que los monocristalinos.
Monocristalino	- Fabricadas de silicio puro. - Cada celda es de color obscuro y uniforme. - Tienen forma hexagonal por el tipo de lingote de fabricación. - Baja su eficiencia con el aumento de temperatura comparado con un policristalino. - Son las celdas más eficientes. - Presentan una vida útil de hasta 25 años. - Precios más elevados a comparación de un policristalino.

Fuente: The Green Age. (30 de Marzo de 2016). *The Green Age*. Obtenido de Types of solar panel: http://www.thegreenage.co.uk/tech/types-of-solar-panel/

Cada panel solar fabricado se prueba a condiciones de irradiación de 1000 $\left(\frac{W}{m^2}\right)$, una temperatura de 25°C por celda, (no temperatura ambiente), y una masa de aire de 1.5, este valor depende del volumen de aire, que a su vez depende de la temperatura y humedad, además influye el ángulo de incidencia sobre la horizontal.[4]

Los diferentes paneles solares tienen curvas características, estás son dadas por el fabricante, las cuales relacionan el voltaje y la corriente $(V - A)$; el voltaje y la potencia $(V - W)$, como se puede observar en la Figura 2.5, el voltaje para ambas graficas es en el eje de las abscisas, la corriente y la potencia en el eje de las ordenadas.

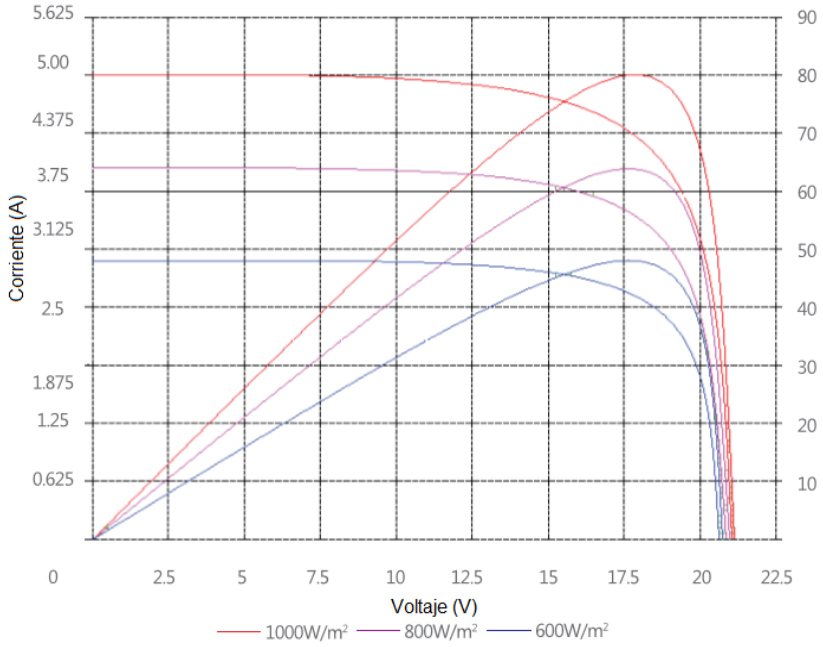


Figura 2.5. Curva característica I-V. Fuente: Solarever. (07 de Septiembre de 2013). *Solarever*. Recuperado el 20 de Agosto de 2015, de SE156*117-P-36: http://www.solarever.com.mx/

El efecto de la radiación solar sobre el panel se puede apreciar en la gráfica y con diferentes colores se puede observar como la eficiencia del panel disminuye con la cantidad de irradiación.

[4] (Silicon Solar, 2013)

Un panel solar aún en días nublados puede generar energía eléctrica, aunque como se puede interpretar con la gráfica, el rendimiento disminuye a comparación de un día soleado, además que la inclinación del mismo es importante, esto depende del lugar del lugar en el que se va a instalar, ya que es más eficiente cuando los rayos solares se captan de manera perpendicular sobre el panel, así mismo se busca una inclinación adecuada para no modificarla constantemente, si es posible modificarla, es recomendable hacerlo durante el inicio del invierno y del verano debido a la orientación que toma la tierra respecto al sol.

Otro aspecto a considerar es la elevación a la que se instala el panel, no aumenta ni reduce su eficiencia, la razón por la que se instalan a cierta altura es para evitar sombra por árboles o edificios que puedan estar cercanos al equipo, por ejemplo, en la ciudad se instalan en techos de casas o edificios, en un huerto solar, a nivel del suelo.

2.2.2. Controlador de carga.

Para que la instalación funcione correctamente, se requiere un controlador de carga, trabaja en dos etapas del sistema, la carga y descarga de las baterías:

- Se encarga de la regulación de carga entre los paneles y las baterías, esto con el fin de evitar sobrecargas y no reducir la vida útil de las mismas.
- Suministra la energía almacenada en las baterías a los equipos conectados al sistema, evitando descargas excesivas.

Existen dos tipos de controladores de carga, los cuales son conocidos como PWM, – Pulse With Modulation – (Modulación por ancho de pulsos) y MPPT, – Maximum Power Point Tracking – (Pico máximo de corriente), las características de cada uno se enlistan en la Tabla 2.6**.**

Tabla 2.6

Tipos de paneles solares

PWM		**MPPT**	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
- Son controladores económicos. - Tienen larga vida útil. - Ideal para instalaciones pequeñas.	- El voltaje de salida debe ser casi igual al de las baterías, ya que tienen un bajo rango de tolerancia. - Fabricadas para amperaje menor a 80 (A).	- Regula el voltaje de entrada y de salida. - Fabricadas para funcionar con amperaje mayor a 80 (A). - Tiene facilidad para ampliar el sistema por sus capacidades de regulación.	- Son caros, llegando a costar el doble que un PWM. - Sus dimensiones son mayores a las de un PWM.

Fuente: MPP Solar. (s.f.). *MPP Solar*. Recuperado el 13 de Julio de 2016, de Como eligir un regulador de carga solar: http://www.mpptsolar.com/es/como-elegir-regulador-de-carga-solar.html.

2.2.3. Baterías.

La función de las baterías en la instalación solar es almacenar la energía eléctrica generada por los paneles, distribuyen la energía al sistema, generalmente cuando el requerimiento por el usuario supera al proporcionado por los paneles, por ejemplo, en las noches o en días nublados, alimentan a los elementos conectados a ellas, las baterías entregan un voltaje y amperaje dado por el fabricante.

Existen dos tipos de baterías, de ciclo ligero y ciclo profundo, las primeras están diseñadas para descargas altas e instantáneas, por ejemplo, la profundidad de descarga de la batería de un automóvil no es mayor al 20%, y sucede en menos de un segundo, las segundas están diseñadas para usarse durante largos periodos de tiempo, en los cuales pueden, o no, recibir carga, son utilizadas en aplicaciones solares y móviles como en autos de golf, la profundidad máxima de descarga es aproximada al 80% para no provocar daños en la batería, entre menos se alcance esa profundidad de descarga, el tiempo de vida de la batería, será mayor.

Antes de seleccionar un tipo de batería de ciclo profundo, se toman en cuenta algunos parámetros para definir las características de la batería:

- Capacidad de descarga: Es la capacidad que tiene la batería para lograr una descarga sin necesidad de carga, se mide en Amperes hora (Ah), la capacidad depende del fabricante y la descarga, depende de la energía solicitada por los dispositivos conectados, y del tiempo en el que permanecen conectados, el grafico característico se puede observar en la Figura 2.7, donde también la temperatura de la batería influye en el rendimiento.

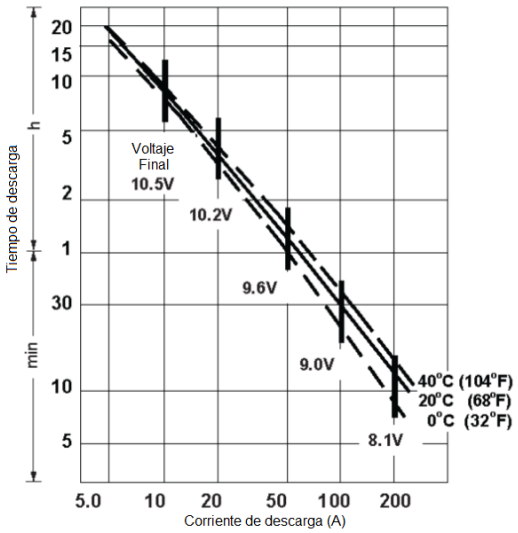


Figura 2.7. Tiempo de descarga vs Corriente de descarga. Fuente: Power Sonic. (s.f.). *Power Sonic*. Recuperado el 09 de Marzo de 2016, de PS-12100 - 12 Volt 100.0 AH: http://www.power-sonic.com/

- Profundidad de descarga: Es el porcentaje de energía que se descarga de la batería, mientras las descargas no superen lo recomendado por el fabricante, el tiempo de vida de la batería será mayor, en la Figura 2.8 se puede ver la gráfica, donde la temperatura de la batería también influye en la capacidad para retener la energía.

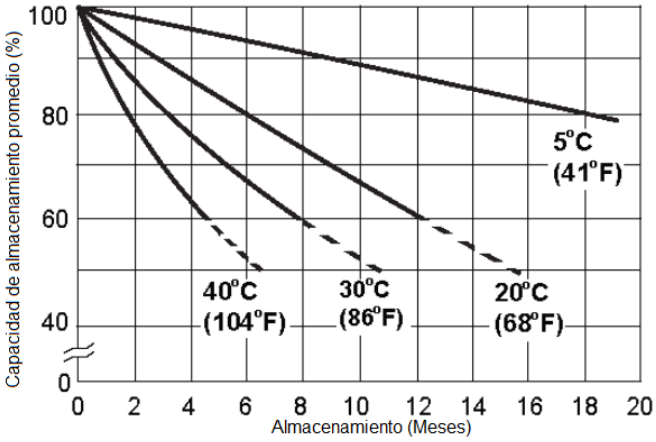


Figura 2.8. Tiempo de vida útil vs Almacenamiento. Fuente: Power Sonic. (s.f.). *Power Sonic.* Recuperado el 09 de Marzo de 2016, de PS-12100 - 12 Volt 100.0 AH: http://www.power-sonic.com/

- Número de ciclos: Indica la cantidad de veces que puede ser recargada la batería, contra la profundidad de descarga promedio que debe tener la batería, se relaciona con el tiempo de vida útil de la batería, en la Figura 2.9, se puede ver como entre menor sea la descarga de la batería, mayor cantidad de ciclos tendrá.

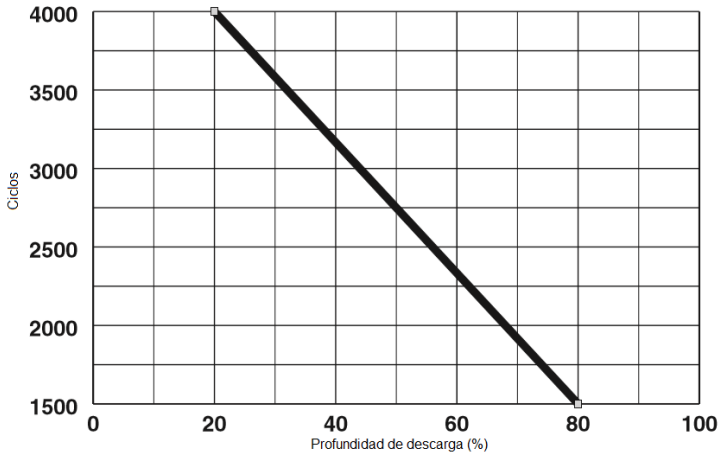


Figura 2.9. Ciclos de vida vs Profundidad de descarga. Fuente: Deka Solar. (s.f.). *East Penn.* Recuperado el 27 de Octubre de 2015, de Flooded Maintenance Saver System: http://www.dekabatteries.com/

- Auto descarga: Es la cantidad de energía que pierde la batería sin estar en uso, este dato se da en profundidad de descarga en un intervalo de tiempo.

Las características mencionadas anteriormente son dadas por el fabricante en su ficha técnica, además de otras características extra, que depende del fabricante y del tipo de batería, las cuales, pueden ser clasificadas de las siguientes maneras:

Por el tipo de químicos que contienen:

- Plomo-ácido:
  - Plomo-Antimonio.
  - Plomo-Calcio.
  - Híbrida; Plomo-Antimonio-Calcio.
- Electrolito de plomo-ácido:
  - Gel.
  - Vidrio absorbente.
- Níquel-Cadmio.

Por el tipo de mantenimiento que se les puede dar:

- Selladas: No requieren mantenimiento, tienen un sello para impedir abrirlas, además de una válvula reguladora, si la batería se abre deja de funcionar ya que son fabricadas con estrictas condiciones atmosféricas, tienen una vida útil de aproximadamente 10 años.
- Abierta: Requiere constante revisión y mantenimiento, con un buen mantenimiento, la vida útil de la batería puede llegar hasta los 15 años, si no es el adecuado, este tiempo se puede reducir a meses de vida.

Las baterías de plomo-ácido son las más económicas en el mercado, tienen una profundidad de descarga baja, el tipo de mantenimiento depende del tipo de batería. Las de electrolito aumentan su costo a diferencia de las de plomo-ácido, mejoran su profundidad de descarga y el mantenimiento es menor. Las de níquel-cadmio son las más costosas, sin embargo se compensa con la profundidad de descarga elevada y dependiendo el tipo de mantenimiento de la misma, este es bajo o nulo.

2.2.4. Inversor.

El inversor, es el dispositivo que se encarga de convertir la corriente directa generada de los paneles solares, y la entrega a la batería en corriente alterna a 120 (V) o 220 (V) y una frecuencia de 50 (Hz) o 60 (Hz), según sea la aplicación de la instalación.

En instalaciones conectadas a la red, la energía generada la envía directamente a la red eléctrica, en instalaciones aisladas de la red, regula la energía que tomará el controlador de carga de las baterías.

Existen dos tipos de inversores, los cuales operan de forma similar, lo que cambia es la forma de la onda que entrega, ambas se pueden apreciar en la Figura 2.10.

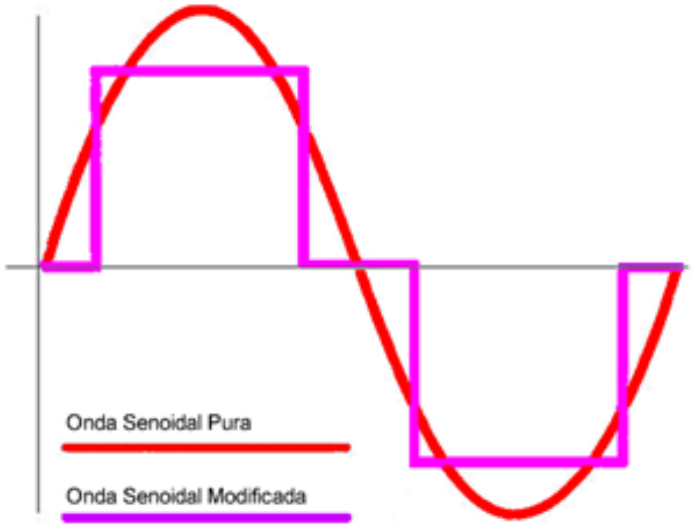


Figura 2.10. Onda Senoidal Pura y Modificada. Fuente: Alonso Lorenzo, J. A. (2011 de Agosto). SunFields Europe. *Boletín Solar Fotovoltaica Autónoma*. Coruña, Santiago de Compostela, España. Recuperado el 05 de Abril de 2016, de http://www.sfe-solar.com/wp-content/uploads/2011/08/Sunfields_Manual-Calculo_Fotovoltaica_Autonomas.pdf

- Onda senoidal modificada: Este inversor con este tipo de onda es adecuado para dispositivos que no requieran de una onda pura, por ejemplo, una televisión puede tener interferencia con un inversor de este tipo, son más económicos que los de onda pura y las pérdidas de energía en algunos modelos son significativas.

- Onda senoidal pura: Este inversor con este tipo de onda es adecuado para entregar una onda pura, en ocasiones es utilizado para mejorar la calidad de onda de la toma pública, puede costar el doble que uno de onda modificada, las eficiencias son altas y tienen más seguridad contra fallas.

Las características para seleccionar un inversor dependen de los equipos a los que entregará la energía eléctrica, así mismo de la energía máxima que recibirá del controlador.

- Energía continúa en operación: Es la potencia que va a entregar el inversor de manera continua.
- Energía de arranque: Es la potencia que entrega el inversor en un lapso pequeño de tiempo, depende del inversor, sin embargo, no supera los tres segundos.
- Bajo autoconsumo: Cantidad de energía que pierde el inversor en uso.

Existen algunos inversores que también cumplen la función de un controlador de carga, pero el precio podría superar el costo de ambos dispositivos por separado, además, es preferible que el inversor tenga indicadores, para así alertar de posibles fallas.

2.3. Necesidades de los usuarios.

Para conocer las necesidades de los usuarios, se realizó una encuesta a la comunidad universitaria de la FES Aragón, específicamente con la opinión de alumnos, los cuales, representan a la mayor parte de la población en la facultad, además que son los que ocupan estas áreas con mayor frecuencia, ya que los profesores, cuentan con áreas exclusivas para ellos, por ejemplo en sala de firmas o en el Centro de Investigación Multidisciplinaria Aragón, por sus siglas, CIMA.

El objetivo de realizar una encuesta fue para:

- Conocer en qué lugares de la FES Aragón los alumnos prefieren pasar sus tiempos libres.
- Conocer la opinión y el uso que la comunidad universitaria de la FES Aragón da a las áreas de uso común, las cuales son facilitadas dentro de las instalaciones de la misma.
- Determinar si los alumnos encuentran adecuadas las bancas y mesas de trabajo para las actividades que realizan y saber que cambiarían de ellas.
- Dar a conocer el proyecto, nuevas áreas de uso común con bancas y mesas de trabajo, con techos que tendrían una instalación solar para los alumnos.

Considerando que la facultad es multidisciplinaria, se solicitó apoyo a la carrera de sociología, específicamente con el Dr. Jaime Linares Zarco, a quien se le preguntó si tenía un estudio el cual indicaría una muestra de la facultad que pudiera ser representativa para arrojar una buena confiabilidad en los resultados de la encuesta a los alumnos, en este caso también para conocer las necesidades de ellos como futuros usuarios.

Nos aportó la cantidad de estudiantes que representan una muestra equilibrada y significativa por carrera, esto de un estudio que realizó junto a estudiantes de sociología en el año 2007, nos indicó que se contaba con un nivel de confiabilidad de un 95%. Actualmente la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica se dividió y la matrícula de la facultad se ha ampliado en estos años, de acuerdo a lo

comentado, el Dr. Linares indico que aún se tiene una buena confiabilidad de esta muestra, sin embargo, dado que no tenemos experiencia realizando encuestas, nos indicó que buscáramos una proporcionalidad en la cantidad de alumnos.

Dado que la licenciatura de Ingeniería Mecánica Eléctrica ya no existe y para facilitar los resultados, se tomaron las cinco ingenierías en conjunto, en la Tabla 2.11, se puede observar la muestra de estudiantes que se recomendó encuestar por licenciatura y por sexo.

Tabla 2.11

Muestra de estudiantes por encuestar por licenciatura.

Carrera	Total de encuestas	Número de encuestas por sexo	
		Hombres	Mujeres
Arquitectura	10 (4.9%)	8	2
Comunicación y Periodismo	18 (8.8%)	8	10
Derecho	68 (33.3%)	38	30
Diseño Industrial	7 (3.4%)	5	2
Economía	10 (4.9%)	6	4
Ingeniería Civil	8 (3.9%)	6	2
Ingeniería en Computación	18 (8.8%)	12	6
Ingeniería Mecánica Eléctrica	21 (10.3%)	19	2
Pedagogía	17 (8.3%)	4	13
Planificación para el desarrollo agropecuario	7 (3.4%)	4	3
Relaciones internacionales	13 (6.4%)	5	8
Sociología	7 (3.4%)	4	3
TOTAL	204 (100%)	119 (58%)	85 (42%)

Fuente: Linares Zarco, J. (2011). *Muestra de alumnos por licenciatura de la Facultad de Estudios Superiores Aragón*. Nezahualcóyotl, Estado de México, México.

Desarrollamos un cuestionario con la plataforma de Google llamada Formularios – Forms –, la cual permite administrar las respuestas en una hoja de cálculo, el cuestionario fue resuelto de manera individual con la ayuda de un Smartphone para facilitar el acceso al cuestionario.

Se incluyeron preguntas cerradas, dependiendo el tipo de respuesta que proporcionaban, se realizaban preguntas semicerradas, en las cuales se podía tener más de una respuesta, teniendo un objetivo cuantitativo y cualitativo para conocer la opinión. Se optó por no agregar preguntas abiertas para no tener registros con respuestas que podrían no ser representativas para los objetivos esperados de la encuesta.

Al realizar la encuesta para conocer la necesidad de los usuarios se tuvieron errores que afectaron los resultados finales, la selección del encuestado para realizarla, errores de “no respuesta” que es cuando el seleccionado rechaza participar, error de medición en la muestra por licenciatura, estos dos últimos que dependen de la influencia del entrevistador e incluso en las preguntas con una mala formulación y orden incorrecto, que no se pudieron observar en la encuesta muestra.

La encuesta se realizó entre el 28 de septiembre de 2015 y el 08 de Octubre de 2015, aceptando tres respuestas fuera del límite de tiempo por no haber cerrado la encuesta a respuestas adicionales.

Se entrevistaron a 181 personas y los resultados se dividen por licenciatura, como se muestra en la Tabla 2.12 siguiente:

Tabla 2.11

Muestra de estudiantes encuestados por licenciatura.

Carrera	Personas encuestadas	Porcentaje del total de encuestados
Arquitectura	8	4.4%
Comunicación y Periodismo	28	15.5%
Derecho	45	24.9%
Diseño Industrial	25	13.8%
Economía	2	1.1%
Ingeniería	30	16.6%
Pedagogía	28	15.5%
Planificación para el desarrollo agropecuario	5	2.8%
Relaciones Internacionales	9	5%
Sociología	1	0.6%
TOTAL	181	100%

Fuente: Luna García, J. (2015)

Los resultados de las preguntas se muestran a continuación con una conclusión.

Pregunta 1:

Figura 2.13. Fuente: Luna García, J. (2015)

De los 181 encuestados, un 41.4% hace uso de las bancas y mesas que se encuentran en las áreas de uso común que hay en la facultad, seguido de un 22.1% de las jardineras, las cuales están cerca de los edificios de la facultad y en tercer lugar con 17.1% las áreas con pasto, las cuales están lejanas a la mayoría de los edificios donde se imparten clases.

Pregunta 2:

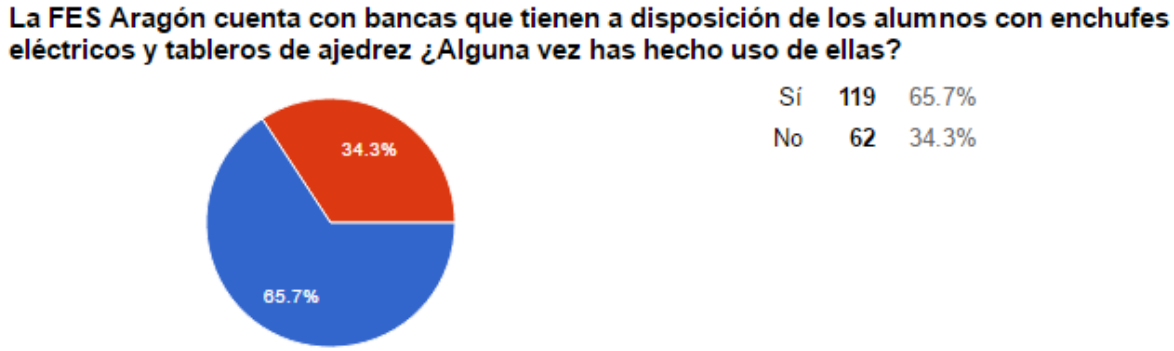


Figura 2.14. Fuente: Luna García, J. (2015)

Con esta pregunta se buscaba conocer de los 181 encuestados, quienes alguna vez habían usado las bancas que cuentan con enchufes eléctricos y tableros de ajedrez, cabe aclarar que no todas las áreas habilitadas en la facultad cuentan con estos servicios y aun así el porcentaje de las personas que las han ocupado es alto con un 65.7%.

Pregunta 3:

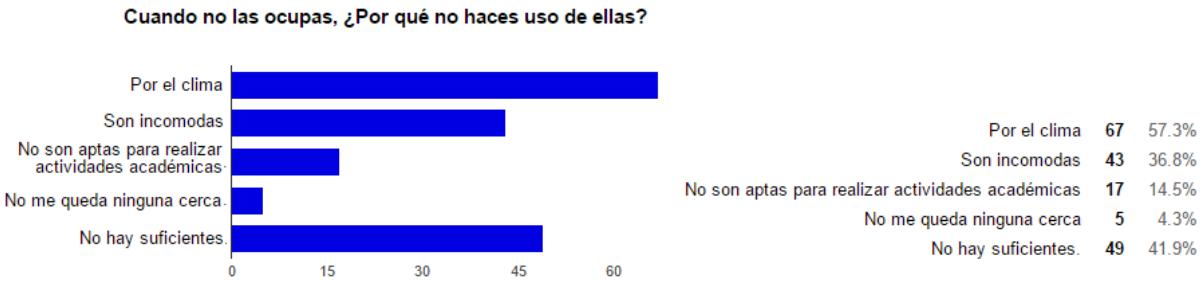


Figura 2.15. Fuente: Luna García, J. (2015)

A los 181 encuestados se les preguntó por qué situaciones no hacen uso de las áreas, la razón principal es el clima, por la radiación solar que proviene del sol, además del tiempo a la exposición solar, ya que, ocasiona malestar a los usuarios y a largo plazo, puede provocar una enfermedad como el cáncer de piel, la exposición recomendada en promedio por el Sistema de Monitoreo Atmosférico para una persona de piel obscura es de 25 minutos antes de provocar quemaduras de piel. Otro factor climatológico son las lluvias que impiden el uso de estas áreas mientras llueve y posteriormente a la lluvia estas áreas quedan con agua sobre las bancas y mesas, lo que impide su uso.

El segundo punto es que no existen suficientes bancas en la facultad, la demanda actual supera la oferta, comúnmente entre cambios de clase.

Por último, los alumnos consideran que muchas bancas y mesas son incomodas, ya que si paran pasar demasiado tiempo en ellas, provocan malas posturas y fatigan sus cuerpos.

Pregunta 4:

Figura 2.16. Fuente: Luna García, J. (2015)

A los 119 alumnos que respondieron “Sí” en la pregunta 2, se les pregunto cuántas veces usan las bancas a la semana esto para poder conocer la frecuencia de uso, 68 alumnos (57.2%) usan las áreas más de tres veces a la semana, solamente 21 (17.6%) alumnos las usan al menos una vez al mes, un número bajo para la cantidad de encuestados.

Pregunta 5:

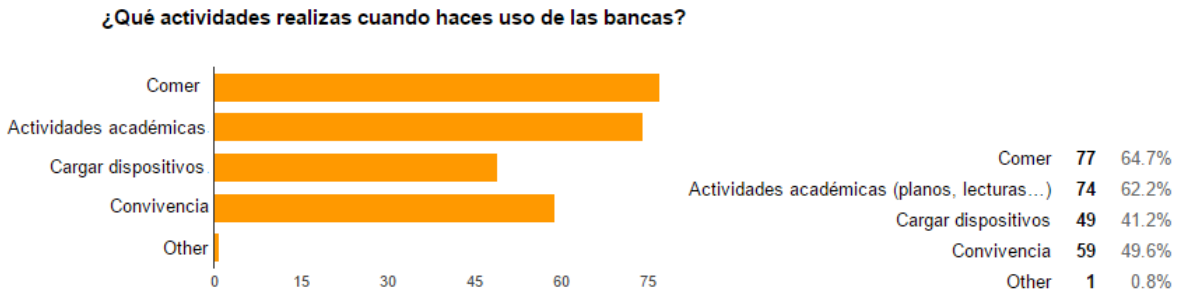


Figura 2.17. Fuente: Luna García, J. (2015)

Continuando con los 119 alumnos que respondieron “Sí” en la pregunta 2, se buscó conocer que actividades realizan los alumnos en estas áreas, se les permitió responder con más de una respuesta, ya que no realizan sólo una actividad por eso se sobrepasa el 100%, en promedio se recibieron dos respuestas por alumno.

La actividad más común en estas áreas es el consumo de alimentos, consecuente por las actividades académicas, se puede ver que seis de cada diez alumnos realizan alguna de estas dos actividades; las dos actividades siguientes son, la

convivencia en tiempos libres y el recargar las baterías de algún dispositivo, esta última con un número elevado, ya que, como se mencionó anteriormente, no todas las áreas cuentan con contactos eléctricos, así mismo se puede observar que solamente se tuvo una respuesta de "otro".

Pregunta 6:

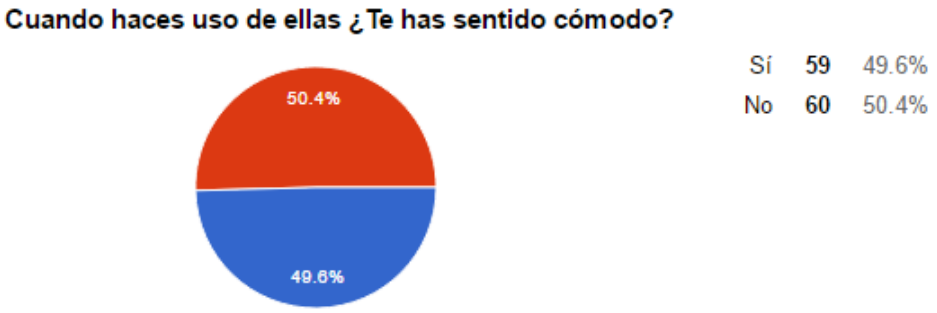


Figura 2.18. Fuente: Luna García, J. (2015)

De las 119 personas que respondieron “Sí” en la pregunta 2, se tiene que la mitad de encuestados se han sentido cómodos y la otra mitad incomoda, lo cual representa una opinión muy divida.

Pregunta 7:

Figura 2.19. Fuente: Luna García, J. (2015)

En la pregunta 5 una de las opciones de respuesta era el cargar un dispositivo eléctrico, se optó por preguntar la misma información enfocada en la afirmación o negación para controlar los resultados de la respuesta anterior, con esto se aseguró la capacidad lectora del encuestado y obteniendo un mejor nivel de confianza en la respuesta al ser más concreta y sin opción de elegir más de una respuesta.

Un 57.1% de los alumnos encuestados confirmo que han recargado un dispositivo móvil en los contactos eléctricos de las áreas comunes, la diferencia fue que se aumentó en 19 la cantidad de usuarios que han utilizado los contactos.

Pregunta 8:

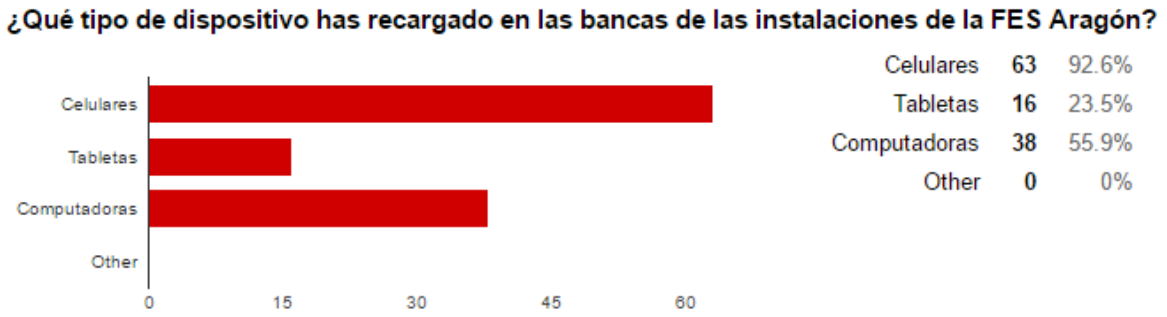


Figura 2.20. Fuente: Luna García, J. (2015)

De las personas que respondieron “Sí” en la pregunta 8, se les preguntó qué tipo de dispositivos eléctricos han conectado a los contactos de las áreas comunes, teniendo la opción de seleccionar más de una respuesta como válida, donde se tuvo un índice de 1.71 respuestas por encuestado.

Se observa que de 68 personas encuestadas, solo cinco no recargan algún celular; teniendo que la mitad de los usuarios conecta computadoras y por último las tablets, que indica que uno de cada cuatro usuarios que recargan celulares.

Pregunta 9:

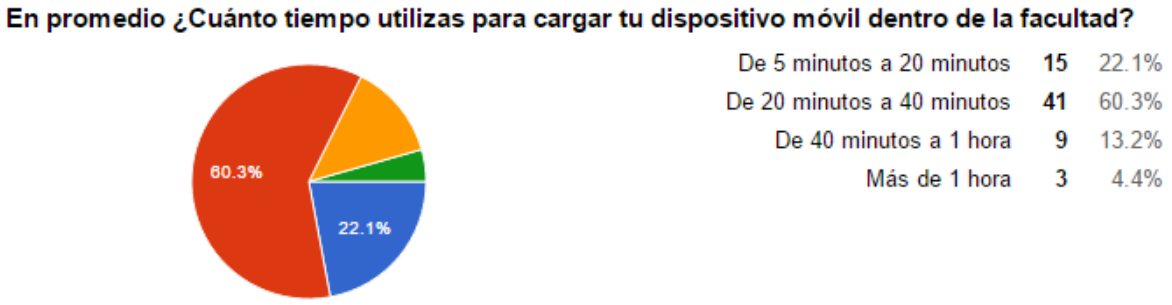


Figura 2.21. Fuente: Luna García, J. (2015)

De los 68 encuestados de la pregunta 7, se buscó conocer cuánto tiempo pasan recargando su dispositivo en los contactos, independiente del tipo de dispositivo, esto para obtener un promedio de tiempo de los dispositivos conectados, se considera que el tiempo que pasan recargando algún dispositivo es el mismo que pasan en la banca, la mayoría ocupa las áreas y contactos entre 20 y 40 minutos.

Pregunta 10:

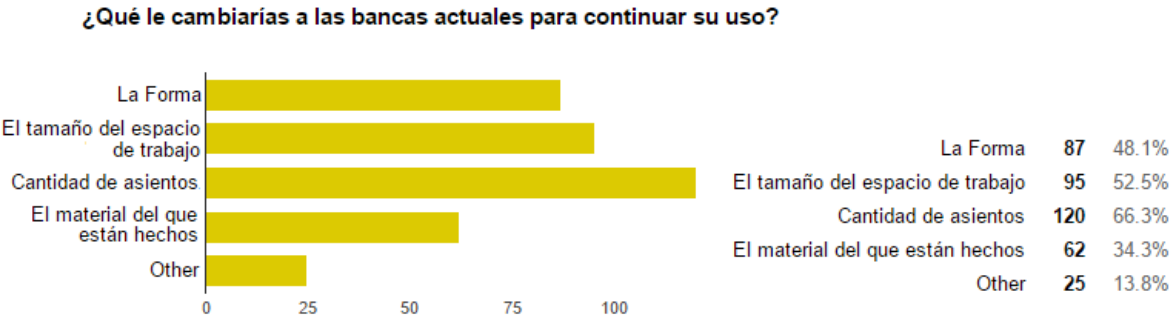


Figura 2.22. Fuente: Luna García, J. (2015)

Para finalizar, a los 181 encuestados se les pregunto que cambiarían de las bancas y mesas para mejorar su experiencia como usuarios en las áreas comunes, de nuevo, se permitió más de una respuesta. La mayoría de los alumnos esperan contar con mayor cantidad de asientos, seguido de un mayor tamaño del área de trabajo, estás dos pueden ir de la mano, ya que ampliando el área de uso común, se amplía la mesa de trabajo.

Respecto a las bancas, los alumnos necesitan que se cambie la forma y material de las mismas, añadiendo que se buscará una mejor ergonomía de las mismas.

De los resultados de la encuesta se puede concluir que, de los usuarios:

- Cuatro de cada diez alumnos prefieren usar las áreas de la facultad.
- Seis de cada diez alumnos alguna vez ha usado estás áreas.
- Seis de cada diez alumnos que alguna vez han usado el mobiliario, no usan las bancas por el estado climatológico.
- Las actividades más comunes son la alimentación y las actividades escolares.
- Los usuarios comúnmente usan las áreas más de tres veces a la semana, así mismo cuando hacen uso de ellas, el tiempo va de 20 a 40 minutos.
- Los usuarios conectan dispositivos eléctricos a los contactos, así mismo el dispositivo más conectado son los teléfonos celulares, seguido por computadoras y tablets.

Capítulo 3. Diseño de detalle.

3.1. Estimación de la radiación solar en la FES Aragón.

Para conocer la cantidad de radiación que se puede aprovechar en la FES Aragón es necesario tener un estimado de la radiación solar, porque es variable por las características climáticas y geográficas del lugar en la que se va a instalar un sistema fotovoltaico.

La radiación solar que se recibe en la tierra es de cuatro tipos diferentes, las cuales son:

- Radiación directa: Es la radiación que incide de manera perpendicular sobre una superficie.
- Radiación difusa: Es la radiación que incide en una superficie después de dispersarse en la atmosfera, es decir, la que se dispersa en la capa de ozono, las nubes y contaminación, además que no necesariamente incide de manera perpendicular sobre la superficie.
- Radiación reflejada: Es la radiación que incide sobre una superficie después de reflejarse sobre la superficie terrestre o algún objeto, por ejemplo, espejos de agua, cristales o los autos.
- Radiación global: Es la suma de la radiación directa y difusa, no se considera la radiación reflejada porque a comparación de las anteriores es mínima y dependiendo el lugar puede existir o no, la radiación global es la que usualmente se obtiene de mediciones y es la que se usa para estimaciones para instalaciones solares.

Se denomina “Irradiancia” a la energía que puede ser aprovechada, la cual incide en una superficie determinada, su unidad de medida es el $\left(\frac{W}{m^2}\right)$; la irradiancia por cantidad de tiempo se denomina “Irradiación”, su unidad de medida es $\left(\frac{Wh}{m^2}\right)$, es decir, la irradiancia es la energía instantánea y la irradiación es la energía aprovechable en un periodo de tiempo, un promedio.

La Secretaría del Medio Ambiente mediante el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT) cuenta con bases de datos anuales que registran durante cada hora desde el año 2004 los parámetros sobre la radiación ultravioleta tipo A (UV-A) y la radiación ultravioleta tipo B (UV-B).

La UV-A indica la irradiancia, mientras que la UV-B indica la – Minimal Erythema Dose for hour–, por sus siglas en inglés (MED), indica la cantidad de radiación mínima para producir quemaduras en la piel de una persona, la UV-A cubre el 95% de la radiación total que ingresa a la tierra, el restante corresponde a la MED, la cual es causante de enfermedades como cáncer de piel.

Se descargaron de su página web las hojas de cálculo con los datos registrados, de los años 2011 a 2014 en su totalidad, sin embargo, del año 2015 se obtuvieron los datos hasta el mes de Mayo, mes en el cual se tenían datos disponibles y validados, el SIMAT indica que la unidad de medida de estos datos es en $\left(\frac{mW}{cm^2}\right)$.

Los datos están disponibles en las hojas de cálculo por año, se documentan como se puede ver en la Tabla 3.1, en las primeras dos columnas se encuentran la fecha y la hora de medición, las columnas restantes corresponden a la estación en la cual se obtuvieron las mediciones, en este caso a Merced, Montecillo, Pedregal, San Agustín, Santa Fe y Tlalnepantla, respectivamente, las ubicaciones exactas igualmente se encuentran disponibles en su página web, en las filas el día, la hora y medición tomada, los datos nulos se especifican con el número “-99”.

Tabla 3.1

Datos de radiación tipo UVB.

Fecha	Hora	MER	MON	PED	SAG	SFE	TLA
01 Enero	1	0	0	0	0	-99	-99
01 Enero	2	0	0	0	0	-99	-99
01 Enero	3	0	0	0	0	-99	-99
01 Enero	4	0	0	0	0	-99	-99
01 Enero	5	0	0	0	0	-99	-99
01 Enero	6	0	0	0	0	-99	-99
01 Enero	7	0	0	0	0.001	-99	-99
01 Enero	8	0.141	0.137	0.177	0.131	-99	-99
01 Enero	9	0.714	0.719	0.862	0.707	-99	-99
01 Enero	10	1.308	1.544	1.7	1.429	-99	-99
01 Enero	11	2.129	2.615	2.72	2.14	-99	-99
01 Enero	12	3.172	3.788	3.795	3.467	-99	-99
01 Enero	13	3.877	4.284	3.885	3.884	-99	-99
01 Enero	14	3.654	4.201	3.628	3.92	-99	-99
01 Enero	15	3.105	3.105	3.033	3.162	-99	-99
01 Enero	16	2.079	2.345	1.778	2.26	-99	-99
01 Enero	17	1.196	1.175	1.353	1.137	-99	-99
01 Enero	18	0.448	0.456	0.447	0.458	-99	-99
01 Enero	19	0.02	0.019	0.027	0.02	-99	-99
01 Enero	20	0	0	0	0	-99	-99
01 Enero	21	0	0	0	0	-99	-99
01 Enero	22	0	0	0	0	-99	-99
01 Enero	23	0	0	0	0	-99	-99
01 Enero	24	0	0	0	0	-99	-99

Fuente: *Secretaria del medio ambiente del gobierno del Distrito Federal*. (s.f.). Recuperado el Agosto de 2015, de Dirección de monitoreo atmosférico: http://www.aire.df.gob.mx/default.php?opc=%27aKBhnmI=%27&opcion=bQ==

Se procedió a comparar la ubicación de cada estación para ver cuál es la más cercana a la facultad, siendo la de Tlalnepantla y la de Merced, haciendo una revisión visual y con apoyo de la hoja de cálculo se determinó usar los datos de la Merced, ya que presenta menos datos nulos.

Los datos se separaron por mes, esto para poder obtener el promedio de los últimos cuatro años (cinco años entre enero y mayo) y tener una estimación de irradiancia por mes.

La Tabla 3.2, corresponde al mes de Marzo, en ella se puede ver el resumen obtenido de dicho mes, se utilizaron los datos mayores a 1 $\left(\frac{mW}{cm^2}\right)$, para así tener un estimado de horas en donde no pueda ser tan despreciable la irradiancia, la relevante es entre las 10 y las 17 horas del día.

Tabla 3.2

Datos de radiación UVB utilizados para los datos estadísticos

Marzo	2015	2014	2013	2012	2011
Promedio > 1	2.97	3.30	3.09	3.22	2.84
Datos Utilizados	259	198	253	271	268
Datos No Utilizados	485	546	491	473	476
Total de datos	744	744	744	744	744

Fuente: Luna García, J. (2015)

Se tuvieron 744 datos, correspondientes a las 24 horas de cada día durante los 31 días del mes, donde en cada mes se utilizaron un poco más de 250 datos, equivalentes a poco más de ocho días continuos aprovechando la irradiación, con excepción del año 2014, donde posiblemente las condiciones climáticas fueron muy diferentes, además de la consideración de los datos nulos.

Se realizó un resumen similar con cada mes del año, al tener los promedios por mes se procedió con realizar la conversión de los datos de $\left(\frac{mW}{cm^2}\right)$ a $\left(\frac{W}{m^2}\right)$, para contar con resultados aproximados a la ubicación y por consecuencia, tener una relación para poder cotejarlos con los cálculos necesarios para los equipos de la instalación.

Al realizar la conversión nos encontramos con un resultado que estaba por debajo del esperado, ya que la irradiancia promedio en la tierra es de 1320 $\left(\frac{W}{m^2}\right)$ en la parte superior de la atmósfera y de 1000 $\left(\frac{W}{m^2}\right)$ sobre la superficie de la tierra. En los resultados obtenidos hacía falta una potencia para acercarse al valor promedio.

La primera opción para relacionar los datos fue realizar gráficas, de ellas se obtendría la ecuación característica de la curva y se determinaría la potencia faltante para hacer la estimación de la instalación.

Se realizaron 48 gráficas, cinco graficas por mes entre enero y mayo y se realizaron cuatro por mes durante junio y diciembre; una gráfica por semana, donde el día de la semana, fue seleccionado al azar.

En la Figura 3.3**,** se puede apreciar una de las gráficas, correspondiente al día 13 de Marzo de 2012, en la cual, con línea continua, se observan los datos obtenidos de las mediciones tomadas en la estación, en la línea discontinua se aprecia la regresión polinómica y en la esquina superior derecha, la ecuación característica de la curva, se tomaron los puntos entre las 8 y las 18 horas, se tuvo una irradiación de 35.3 $\left(\frac{mWh}{cm^2}\right)$, por cuestiones de eficiencia en los paneles se toman de cinco a seis horas útiles, las cuales son consideradas como horas solares, estás determinan el tiempo en el cual se tiene irradiancia considerable para que los paneles sean eficientes, por eso no se toma entre las 8 y las 19 horas, que son cuando sale y se oculta el sol, consideramos seis horas, de 10 a 16 horas, la irradiación obtenida del 13 de marzo en esas horas solares fue de 26.67 $\left(\frac{mWh}{cm^2}\right)$.

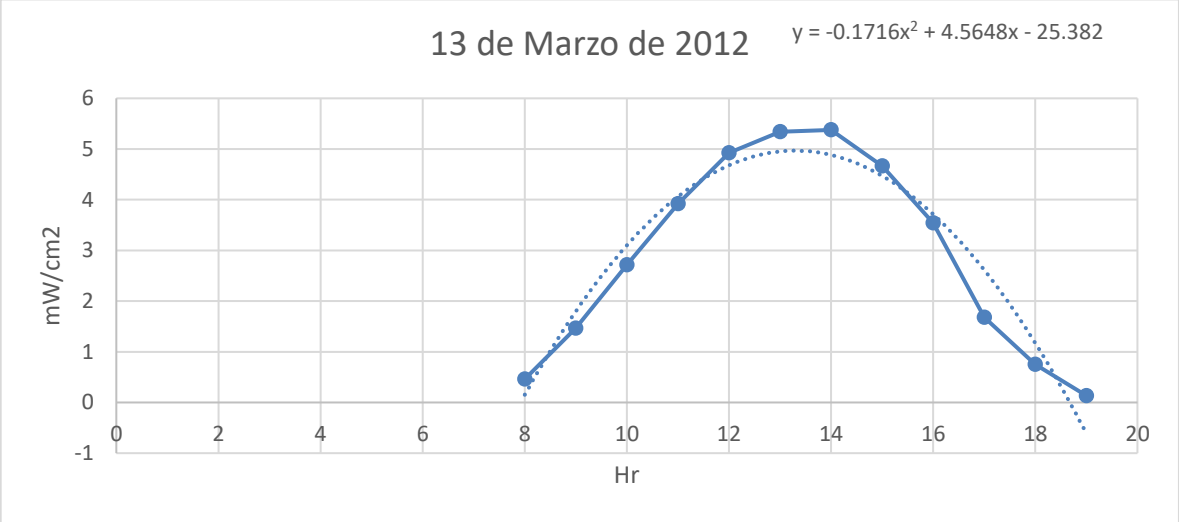


Figura 3.3. Gráfica con datos estadísticos vs regresión polinómica.

Fuente: Luna García, J. (2015)

Otro ejemplo es el de la Figura 3.4, correspondiente al día 26 de septiembre de 2014 se puede apreciar una diferencia en la línea continua de los datos registrados por la estación de medición, se puede observar como el estado climatológico, (posiblemente por nubes), reduce la irradiancia, ya que a las 14 horas se tenía menor irradiancia que a las 15 horas, la irradiación total fue de 24.78 $\left(\frac{mWh}{cm^2}\right)$ y en horas solares de 18.77 $\left(\frac{mWh}{cm^2}\right)$.

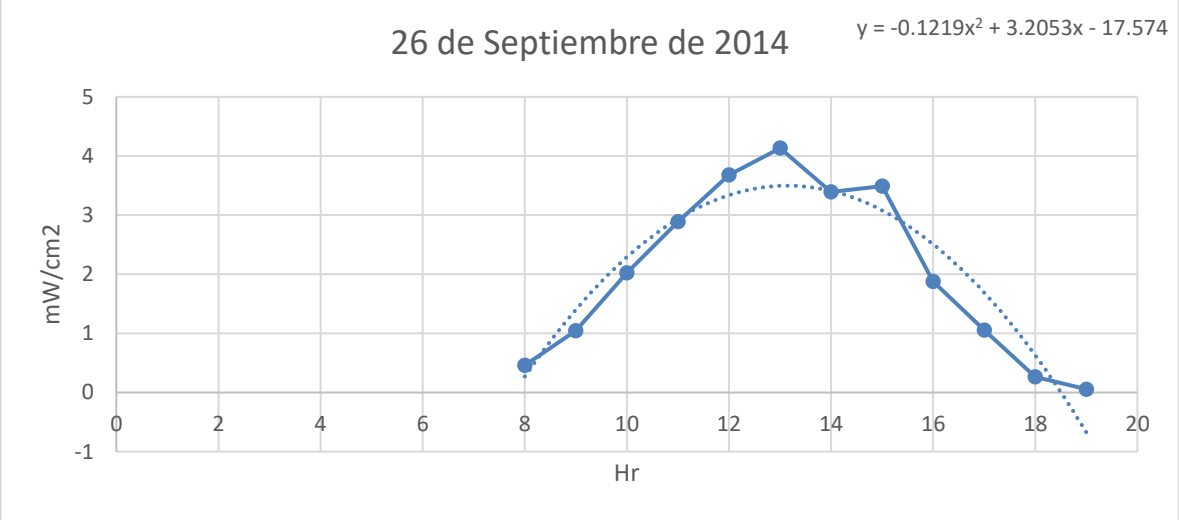


Figura 3.4. Gráfica con datos estadísticos vs regresión polinómica.

Fuente: Luna García, J. (2015)

En las 48 gráficas obtenidas, no se pudo apreciar el factor o la manera de asociar los resultados para obtener estos datos en $\left(\frac{Wh}{m^2}\right)$, para asegurar que a esos datos les faltaba un factor, se planteó que experimentalmente se hicieran pruebas con el panel solar del Club de Mecatrónica, que se encuentra en el techo del laboratorio de Ingeniería Eléctrica (L-3), con el panel se conocería el voltaje y amperaje que entrega dicho panel, consecuentemente tendríamos la potencia entregada y con la ficha técnica del fabricante, la eficiencia del equipo, así se asociarían los datos previos y posteriormente se conocería la irradiancia aproximada en la FES Aragón, los datos a medir del panel dependen de la inclinación que tuviera respecto al sol, anteriormente se realizaron pruebas y el ángulo de inclinación que

se consideró adecuado por el usuario fue de 35°, posteriormente los resultados se relacionarían con los datos de la SIMAT para así determinar la potencia faltante.

Para que el experimento fuera exitoso, se tenía que realizar un circuito regulador, el cual utilizaría toda la energía que el panel estuviera generando en ese momento, ya que, si se conectaba cualquier otro dispositivo que requiriera energía eléctrica, por ejemplo, alguna televisión pequeña, la energía que se obtendría de las mediciones sería la energía que está utilizando la televisión.

El panel solar cuenta con las características que se pueden ver en la Figura 3.5.

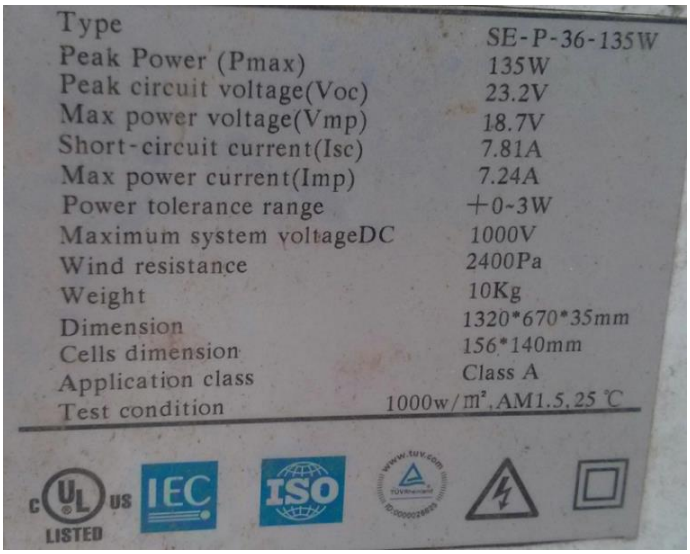


Figura 3.5. Fuente: Fotografía de Luna García, J. (Nezahualcóyotl, 2015)

De la Figura se observa que el panel solar con el que cuenta el Club de Mecatrónica, entra en corto circuito a 7.81 (A) y hasta 23.2 (V), en condiciones óptimas puede entregar 7.24 (A) y 18.7 (V), así una potencia a 135 (W).

En la parte experimental se buscaba regular el amperaje, ya que el entregado por el panel es elevado a diferencia de otros modelos de la misma potencia, el voltaje por su parte, es aceptable para controlarlo. Con un regulador de corriente se cubriría al amperaje, comúnmente los reguladores cubren hasta 5 (A), revisando fichas técnicas de distintos reguladores, en uno venía indicada una forma de conectarlo para aumentar la regulación del amperaje hasta 15 (A), lo cual fue conveniente porque es casi el doble de lo que entrega el panel solar estando en

corto circuito, el diagrama se muestra en la Figura 3.6, se decidió conseguir los elementos para realizar la conexión para las pruebas.

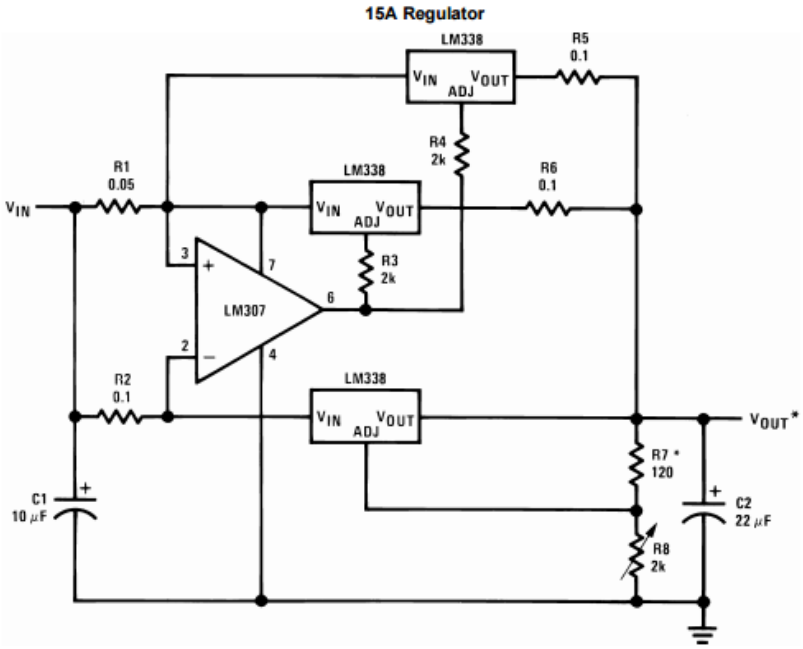


Figura 3.6. Circuito a construir.

Fuente: National Semiconductor Corporation. (1992 de Agosto). *The Electronic Engineering World.* Recuperado el 03 de Septiembre de 2015, de LM196/LM396 10 Amp Adjustable Voltaje Regulator: https://www.google.com/url?q=http://datasheet.eeworld.com.cn/pdf/133572,TI,LM196.pdf&usd=2&usg=AFQjCNGj6hJ96gbZ_V_dMp2TmNtK4LwLsA

Este circuito cuenta con los siguientes componentes:

- 1 capacitor de 10 (μF).
- 1 capacitor de 22 (μF).
- 1 amplificador operacional LM307.
- 3 reguladores de corriente LM 338.
- 1 resistencia variable de hasta 2 $(K\Omega)$.
- 1 resistencia de 120 (Ω).
- 2 resistencias de 2 $(K\Omega)$.
- 3 resistencias tipo shunt de 0.1 (Ω).
- 1 resistencia tipo shunt de 0.05 (Ω).

Las resistencias tipo shunt son utilizadas en instrumentos de medición en los cuales es necesario censar o detectar ciertos límites de corriente, por ejemplo, en los amperímetros permite aumentar el rango de medición.

Al realizar la cotización de los elementos electrónicos, se logró encontrar en el mercado, la mayoría de ellos, en cuanto a las resistencias tipo shunt, no se encontraron de dichas capacidades, las de menor capacidad en el mercado eran de una capacidad de 10 (Ω).

Se trató de utilizar varias resistencias en paralelo, realizando los cálculos pertinentes, se obtuvo que se requerían 100 resistencias para hacer una equivalente a la de 0.1 (Ω) y 200 resistencias para la equivalente a la de 0.05 (Ω), teniendo un total de 300 resistencias, dado que el costo de cada resistencia era de $18 (MXN) y el número de resistencias requeridas era elevado, se optó por buscar otra solución, ya que económicamente, no entraba dentro del presupuesto.

Se propuso otra alternativa para poder medir el voltaje y el amperaje del panel solar, un circuito con focos que funcionaran con corriente directa y las resistencias tipo shunt para protección, el panel se conectaría en corto circuito.

Se calculó que se requerían tres focos, cada uno con una resistencia de 10 (Ω), el circuito se puede ver en la Figura 3.7, se probó con una batería para comprobar su funcionamiento.

Figura 3.7. Probando el funcionamiento del circuito.

Fuente: Fotografía de Luna García, J. (Gustavo A, Madero, 2015)

Posteriormente se montó en una tabla perfocel para facilitar el transporte y por seguridad, para evitar contacto entre los cables y hacer las mediciones, se puede ver en la Figura 3.8, la parte superior y inferior.

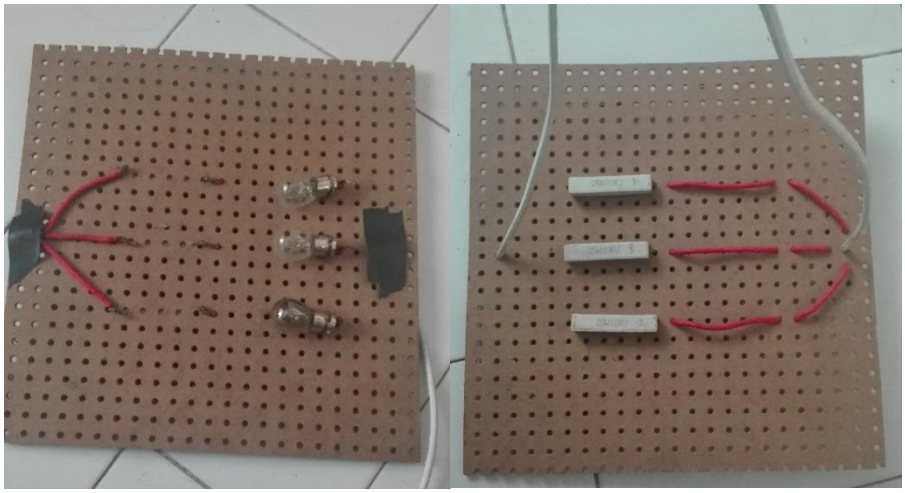


Figura 3.8. Circuito montado sobre perfocel.

Fuente: Fotografía de Luna García, J. (Gustavo A, Madero, 2015)

El día 10 de agosto de 2015, se realizaron pruebas con el panel solar y con el circuito construido, se tomaron mediciones de voltaje y amperaje cada cinco minutos desde las 15:00 hasta las 16:00 horas, los resultados se pueden ver en la Tabla 3.9**.**

Tabla 3.9

Resultados de las mediciones tomadas del panel solar

Hora	15:00	15:05	15:10	15:15	15:20	15:25	15:30	15:35	15:40	15:45	15:50	15:55	16:00
Voltaje (V)	16.8	17.24	17.11	17	9.9	17.08	9.27	13.2	11.9	17.7	10.5	11.9	9.8
Amperaje (A)	7.12	7.22	7.2	7.15	1.9	7.09	3.56	3.93	2.4	6.71	2.34	3.22	1.84
Potencia (W)	119.62	124.47	123.19	121.55	18.81	121.1	33.0	51.88	28.56	118.77	24.57	38.32	18.03

Fuente: Luna García, J. (2015)

Posteriormente los datos de la prueba se compararon con los obtenidos del mes de agosto en la estación del SIMAT, teniendo en promedio 64.76 (W), considerando los valores más elevados de la tabla se pudo observar que esos eran similares, se tomó como hipótesis que el dato proporcionado por el SIMAT cada hora es el más elevado que se registró durante esa hora.

Comparando los resultados de la estación de medición del SIMAT, se llegó a la conclusión de que los datos de la estación, era necesario multiplicarlos por un factor de 250, ya que este valor aproximaba los datos específicos a los datos generales mencionados por otras entidades.

Para asegurar lo obtenido de la experimentación, se preguntó al SIMAT con qué tipo de instrumento se realizaron las mediciones, de igual forma el modelo o la ficha técnica, esto para validar con los datos del fabricante del instrumento los resultados obtenidos de la estación de medición y de la experimentación.

Nos indicaron que la estación cuenta con un radiómetro de la marca Solar Light, modelo 501 UVA-Radiometer. Los radiómetros tienen una forma de bombilla que presenta vacío, en su interior se encuentran aspas de color negro y blanco, cuando recibe radiación, estas aspas giran, de un lado son de color negro, del otro blancas, así la luz es reflejada, es decir, las aspas negras se llenan de fotones y rebotan en las aspas blancas, lo cual ocasiona el movimiento. Un equipo como el descrito se puede ver en la Figura 3.10.

Figura 3.10. Radiometro de Crookes. Fuente: Scientifics Online. (s.f.). *Scientifics Online*. Recuperado el 04 de Mayo de 2016, de Radiometer: https://www.scientificsonline.com/media/3060082_1_1.1000x1000.jpg

El SIMAT nos proporcionó las siguientes observaciones sobre el uso del radiómetro:

- La superficie del equipo debe mantener un ángulo horizontal fijo.
- El valor de la irradiancia en una locación, depende de las condiciones atmosféricas y la posición del sol respecto del horizonte.
- La posición del sol respecto a la horizontal cambia durante el día y con las estaciones del año.
- La presencia de nubes incrementa la absorción, reflexión y dispersión de la radiación solar.
- La intensidad de radiación es mayor en zonas de mayor altitud.
- El sensor debe instalarse en un sitio libre de obstáculos que puedan proyectar su sombre sobre el equipo.
- Debe instalarse en un sitio libre de superficies que reflejen la radiación solar.
- El sensor debe instalarse en un sitio libre de fuentes emisoras de radiación UV.
- El sensor se calibra al menos una vez al año para garantizar su correcta operación.
- El dato más elevado en el transcurso de cada hora es el que se registra en la base de datos.

Algunas de las observaciones que indicó el SIMAT ya se estaban considerando para los paneles solares.

Con el modelo del radiómetro, se buscó la ficha técnica, la cual indica que el rango de medición de este instrumento va de 0 $\left(\frac{mW}{cm^2}\right)$ a 10 $\left(\frac{mW}{cm^2}\right)$, se comparó con los datos de las mediciones de la estación y del experimento; se llegó a la conclusión de que el factor faltante de 250 es correcto.

Con el factor indicado se generó la Tabla 3.11, se ajustaron los promedios por mes durante los últimos años para conocer los meses con mayor y con menor irradiancia, para la irradiación se tomaron las cinco horas solares mencionadas anteriormente para dimensionar los equipos necesarios para la instalación, se agregó la columna con ocho horas para visualizar la cantidad de irradiación total en un día y se compararon los resultados con los del equipo, considerando la eficiencia del panel de $\eta = 15.1\%$, el área es de 0.9996 (m^2), se consideró de 1 (m^2) para fines demostrativos.

Tabla 3.11

Resultados de las mediciones tomadas del panel solar

Mes	$\left(\frac{mW}{cm^2}\right)$	$\left(\frac{W}{m^2}\right)$	$\left(\frac{Wh}{m^2}\right)$ (6 horas)	$\left(\frac{Wh}{m^2}\right)$ (8 horas)	$\left(\frac{W}{m^2}\right)$ (η del panel)	$\left(\frac{Wh}{m^2}\right)$ (6 horas) (η del panel)
Enero	2.58	645.36	3,872.17	5,162.90	97.45	584.70
Febrero	2.84	708.88	4,253.28	5,671.03	107.04	642.24
Marzo	3.09	771.50	4,628.98	6,171.98	116.50	698.98
Abril	3.20	801.10	4,806.60	6,408.80	120.97	725.80
Mayo	3.14	786.12	4,716.74	6,288.98	118.70	712.23
Junio	3.16	789.18	4,735.07	6,313.43	119.17	715.00
Julio	3.11	776.33	4,658.01	6,210.68	117.23	703.36
Agosto	3.13	783.17	4,699.01	6,265.34	118.26	709.55
Septiembre	2.95	737.65	4,425.87	5,901.16	111.38	668.30
Octubre	2.86	715.96	4,295.78	5,727.71	108.11	648.66
Noviembre	2.57	643.48	3,860.89	5,147.86	97.17	583.00
Diciembre	2.51	626.35	3,758.15	5,010.86	94.58	567.48

Fuente: Luna García, J. (2015)

El dato máximo que se tomó con el panel fue de 124.47 (W), el cual es comparable con el dato promedio de irradiación de la estación, aplicando la eficiencia del panel en el mes de Agosto, fue de 118.26 (W), por lo cual la comparación realizada se consideró aceptable y confiable.

3.3. Dimensionamiento de la instalación solar.

Con los datos anteriores, se comenzó a dimensionar los equipos necesarios para la instalación solar, retomando de los resultados de la encuesta, la mayoría de los alumnos que utilizan los contactos que existen en las bancas, los usan para conectar celulares (92.42%), laptops (54.55%) y tablets (26.23%), para cada estación se consideró que se mantengan conectados: dos celulares durante ocho horas, una laptop durante seis horas, una tablet durante seis horas e iluminación para la estación por las noches durante diez horas, considerando lo siguiente:

- El cargador de un celular consume 20 (W).
- El cargador de una laptop consume 150 (W).
- El cargador de una tablet consume 45 (W).
- Las tiras de led 3528 con 120 led's por metro, consumen 9 $\left(\frac{w}{m}\right)$.

El consumo diario sería de 1,691.60 $\left(\frac{Wh}{día}\right)$, aplicando un factor de seguridad de 10% el consumo es de 1,860.76 $\left(\frac{Wh}{día}\right)$. En primera instancia, se realizaron los cálculos para utilizar paneles solares de 135 (W), el cual es similar al que se encuentra en el techo del laboratorio L-3, al tener los resultados de irradiación promedio, se revisaron catálogos y se observó que eran muy pocos modelos con paneles de dicha potencia, lo cual llamó nuestra atención y lo anterior se comentó con algunos proveedores, nos informaron que actualmente la energía solar se está volviendo económicamente competitiva, razón por la cual muchos fabricantes están optando por descontinuar la fabricación de paneles de 135 (W) de potencia porque los precios de producción se han reducido, además consideran que 135 (W) es muy bajo para la demanda del mercado actual y están optando por fabricar paneles de 250 (W) como los de menor potencia.

Para conocer la cantidad de paneles solares se obtuvo de la Tabla 3.11 el mes con menor irradiación promedio, el cual fue durante el mes de diciembre con un promedio de 3,758.15 $\left(\frac{Wh}{m^2}\right)$, considerando que se utilizará un panel de 250 (W), se revisaron catálogos para considerar la eficiencia y el área que tiene un panel de

esa capacidad, se observó que manejan una eficiencia aproximada a $\eta = 16\,\%$ y se considerará un área de 1.6 (m^2).

Para determinar la irradiancia aprovechada por día con un panel de 250 (W) se utilizó la ecuación 3.12;

$$P = \eta * I_p * A$$

Ecuación 3.12. Potencia estimada que puede aprovechar un panel.

$P =$ Irradiación estimada que entregará un panel de 250 (W), dado que será cada día, su unidad de medida es $\left(\frac{Wh}{día}\right)$.

$\eta =$Eficiencia promedio de paneles de 250 (W) de $\eta = 16\,\%$.

$I_p =$ Irradiación mensual mínima promedio por mes durante seis horas, se toma del mes de Diciembre de la Tabla 3.11, con valor de 3,758.15 $\left(\frac{Wh}{m^2}\right)$.

$A =$ Área promedio que tiene un panel de 250 (W), considerada de 1.6 (m^2).

$$P = \eta * I_p * A = 0.16 * 3{,}758.16 * 1.6 = 962.09\ \left(\frac{Wh}{día}\right)$$

Para conocer la cantidad de módulos necesarios se dividió el consumo diario por la irradiación aprovechada por día, se obtiene de la ecuación 3.13;

$$N = \frac{C_d}{P}$$

Ecuación 3.13. Paneles requeridos.

$N =$ Número de paneles necesarios para cubrir la demanda.

$C_d =$ Consumo diario estimado para los usuarios = 1,860.76 $\left(\frac{Wh}{día}\right)$

$P =$ Irradiación calculada que entregara el panel solar de 250 (W).

$$N = \frac{C_d}{P} = \frac{1{,}860.76}{962.09} = 1.93 \approx 2$$

Se requieren dos paneles solares para suministrar la energía aproximada para los usuarios. Para la cantidad de energía que necesitarán acumular las baterías de la instalación, tuvimos que considerar los llamados días de autonomía, los cuales, se definen como la cantidad de días en los que la instalación puede continuar otorgando energía eléctrica a los dispositivos, esto sin que los paneles generen la energía mínima requerida a consecuencia del estado del tiempo, como puede ser, niebla, lluvia, nubosidad o incluso la contaminación que afecta la zona metropolitana, con fin de otorgar un dimensionamiento adecuado, consideramos tres días de autonomía para la instalación, planteamos la posibilidad de tomar cuatro días pero dado que las baterías son los elementos más elevados en precio, se descartó porque la retención de más carga aumentaría los costos.

Otro aspecto importante antes de calcular las baterías es considerar la profundidad de descarga, para esta instalación se consideró de un 80%, este valor se determinó revisando diferentes catálogos, observamos que es un valor aceptable de descarga, ya que, si este valor se reduce, también elevaría los costos y por el contrario, si se eleva dicho valor, se reducen los números de ciclos, por consecuencia, el tiempo de vida de la batería es menor, la energía que se requiere acumular se obtuvo de la ecuación 3.14;

$$E_a = \frac{D_a * C_d}{P_{d_{max}}}$$

Ecuación 3.14. Energía acumulable por las baterías.

$E_a =$ Energía acumulada expresada en (Wh).

$D_a =$ Días de autonomía = 3 $(días)$.

$C_d =$ Consumo diario estimado para los usuarios = 1,860.76 $\left(\frac{Wh}{día}\right)$.

$P_{d_{max}} =$ Profundidad de descarga máxima = 80%.

$E_a = \frac{D_a * C_d}{P_{d_{max}}} = \frac{3 * 1860.76}{0.80}$ =6,977.85 (Wh).

La capacidad de descarga obtiene de la ecuación 3.15;

$$C_d = \left(\frac{E_a}{V_b}\right)$$

Ecuación 3.15. Capacidad de descarga de las baterías.

$C_d =$ Capacidad de descarga expresada en (Ah).

$E_a =$ Energía acumulada =6,977.85 (Wh).

$V_b =$ Es el voltaje al que operará la batería, generalmente es de 12 (V), existen también de 6 y de 24 (V), este valor depende de la capacidad y de los químicos de la batería, se consideró de 12 (V) porque son las más comunes en el mercado.

$C_d = \left(\frac{E_a}{V_b}\right) = \left(\frac{6977.85}{12}\right) = 581.48\ (Ah)$.

Dado que es complicado encontrar una batería o realizar un banco de baterías con esa capacidad exacta, este valor se redondeara hacia el consecuente.

Respecto a la capacidad del controlador de carga, se requiere conocer el voltaje y amperaje de entrada proveniente de los paneles y los de salida que llegarán a las baterías, dependiendo el tipo de controlador, entregara un voltaje máximo o se auto regulará, indica la capacidad máxima que puede soportar el controlador para evitar fallos en el mismo y se calculó con la ecuación 3.16;

$$C_c = T * A_{max_p} * N_p$$

Ecuación 3.16. Capacidad del controlador de carga.

$C_c =$ Capacidad del controlador, expresada en (A).

$T =$Tolerancia, se considera de un 25% por posibles sobrecargas en el sistema.

$A_{max_p} =$ Es el amperaje máximo que puede entregar cada panel, revisando catálogos, para una potencia de 250 (W), el rango de amperaje en corto circuito se encuentra entre 8.7 (A) y 9 (A).

$N_p =$ Número de paneles solares calculados para la instalación, son 2.

$C_c = T * A_{max_p} * N_p = 1.25 * 9 * 2 = 22.5\ (A)$.

Para dimensionar el inversor se toma el consumo máximo instantáneo que puede existir en la instalación, dado que la facultad permanece abierta en un horario de 6:30 a 22:30 horas, se tomará la mencionada con anterioridad, dependiendo el huso horario, la hora a la que sale y se oculta el sol, por la mañana y por la noche respectivamente, es diferente, se obtuvo de la ecuación 3.17;

$$C_i = C_e * T$$

Ecuación 3.17. Capacidad del inversor.

$C_i =$ Capacidad del inversor, expresada en (W).

$C_e =$ Consumo de los equipos conectados al sistema,

$$C_e = (20 * 2) + 150 + 45 + 20.16 = 255.16\ (W).$$

$T =$ Tolerancia, se considera del 50%, ya que existe la posibilidad de que los usuarios conecten una multicontacto para conectar más dispositivos, esto provocaría que se descargue con mayor velocidad las baterías.

$C_i = C_e * T = 255.16 * 1.50 = 382.74\ (W)$.

Teniendo las capacidades mínimas de cada dispositivo, ya podíamos hacer la elección de los equipos para la instalación solar fotovoltaica, lo siguiente es solucionar el montaje de la instalación, incluyendo su ubicación dentro de la facultad.

3.3. Ubicación de la instalación solar en la Facultad.

Es importante ubicar la instalación en un lugar donde la sombra proveniente de árboles o edificios no influya sobre los paneles durante una cantidad de tiempo considerable, por consecuencia, se evitaría una reducción de eficiencia y tiempo de vida de los elementos de la instalación solar, principalmente de los paneles solares, porque algunas celdas estarían en su máxima eficiencia y otras no.

Dado que se realizará todo el diseño del área de recreación, considerando bancas, mesas de trabajo y el montaje de la instalación solar, se buscó el apoyo de un alumno de diseño industrial para poder hacer la integración de los elementos de la instalación, además de obtener un diseño de las bancas y las mesas de trabajo, que sean ergonómicas y de mayor tamaño a las existentes en la facultad, ya que es un comentario que se obtuvo de la encuesta a los alumnos.

Realizamos una investigación dentro de la facultad, ubicando las diferentes áreas de recreación, para visualmente ver su ubicación, los materiales con las que están hechas, la cantidad de árboles y edificios que pudieran dar sombra a los paneles.

Observamos que dentro de la facultad, todas las bancas y mesas son de concreto, la mayoría de los conjuntos son de cuatro bancas y una mesa cuadrada, entre los edificios A-2 y A-9 existe un único conjunto donde cada área tiene seis bancas con una mesa rectangular, así mismo se observó que existen dos lugares en la facultad en las que las áreas ya cuentan con un techo.

La primer área, es en posgrado frente al edificio A-7, este conjunto tiene un techo que desprende Perfil Tubular Rectangular desde el centro de la mesa, es similar a una sombrilla, observamos que no tiene una buena sujeción a la mesa porque el viento provoca el movimiento de la estructura, además que reduce el área de trabajo de la mesa, el techo cubre un área reducida y en diferentes lapsos del día no cumple su función, cabe mencionar que en años pasados este conjunto era exclusivo para los estudiantes de posgrado, estaba cerrado con una malla ciclónica y actualmente está abierta a toda la comunidad universitaria.

La segunda área, se encuentra entre el estacionamiento de profesores y el edificio A-10, esta área cuenta con una estructura metálica de PTR y policarbonato para el techo, tiene dos pilares para soportar la estructura, observamos que no tiene una cimentación y cuando alguien se recarga sobre el pilar, se mueve la estructura, este techo cumple su función, otorgando sombra sobre el área de trabajo.

En la Figura 3.18 se puede observar la ubicación de algunos conjuntos en la facultad.

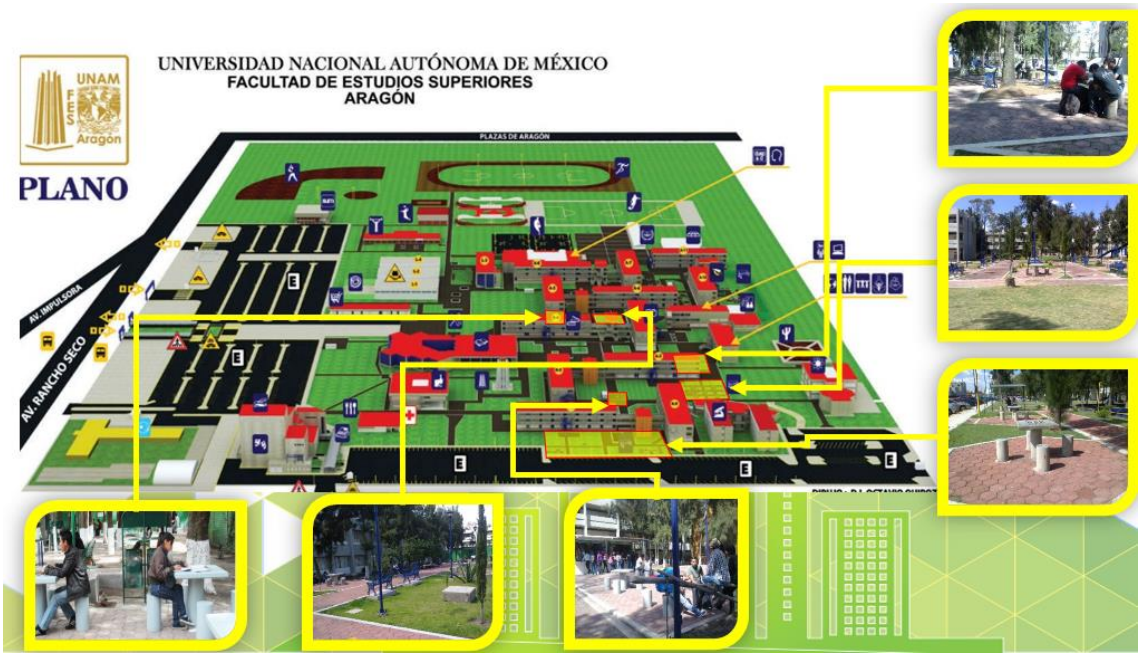


Figura 3.18. Ubicación de las diferentes áreas de la FES Aragón. Fuente: Facultad de Estudios Superiores Aragón. (2015). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Recuperado el 05 de Octubre de 2015, de Mapa FES Aragón: http://www.aragon.unam.mx/unam/imgs/mapa_fes_aragon_2015.jpg

Después de analizar los diferentes conjuntos, el lugar seleccionado para realizar el diseño del área de recreación, fue cerca de los edificios A-2 y el centro tecnológico, en esta área no hay árboles cercanos, el centro tecnológico puede dar sombra a la instalación solar durante un periodo muy corto de tiempo, el área aun así no debería estar cercana al edificio, el lugar seleccionado se puede apreciar de color rojo en la Figura 3.19 siguiente:

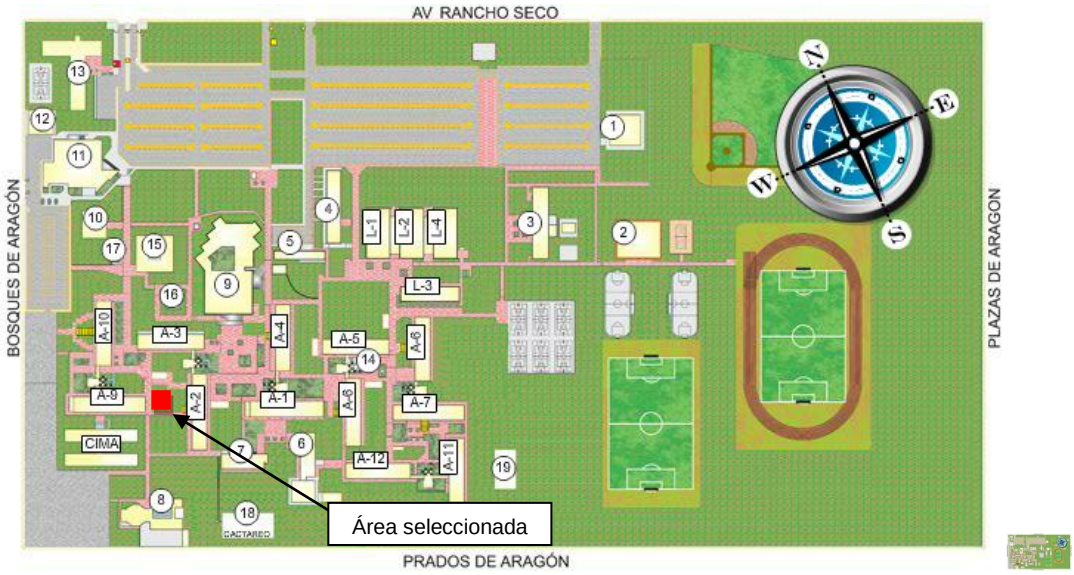


Figura 3.19. Ubicación de las diferentes áreas de la FES Aragón. Fuente: Facultad de Estudios Superiores Aragón. (2015). *Visita Guiada*. Recuperado el 06 de Octubre de 2015, de Mapa de la Facultad de Estudios Superiores Aragón: http://www.aragon.unam.mx/campus/visita/

Realizamos una investigación para observar cómo se han construido áreas de recreación en otras facultades de la UNAM, de igual forma que se ha realizado en otros países respecto a la energía solar y como se han integrado de acuerdo a las diferentes necesidades de los usuarios, algunos de los ejemplos se enuncian a continuación:

- Facultad de Estudios Superiores Acatlán.

Las con áreas son fabricadas con acero, tienen una capacidad para ocho personas, se puede ver en la Figura 3.20.

Figura 3.20. Bancas de FES Acatlán.

Fuente: Fotografía de Maldonado Becerra, M. N. (Naucalpan de Juárez, 2015)

- Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

Tiene áreas similares a las de posgrado en FES Aragón y cuentan con el mismo defecto de la estructura para el techo, reduciendo espacio en la mesa, la diferencia más notable es son fabricadas de acero.

Figura 3.21. Fuente: Fotografía de Maldonado Becerra, M. N. (Iztapalapa, 2015)

- "The Aktina", Elefsina, Grecia.

Cuenta con bancas, una mesa y una instalación solar autónoma, tiene dos contactos, además de tener una lámpara de led's, las bancas se encuentran dispersas alrededor de la instalación, son de MDF. La estructura es de metal y se puede observar que es un área para la interacción y no tiene como objetivo cubrir a las personas de la radiación. Está pensado para espacios públicos.

Figura 3.22. The Aktina.

Fuente: City Index. (s.f.). *City Index*. Recuperado el 2015 de Octubre de 2015, de Aktina: http://www.cityindexlab.com/Aktina.html

- “USBE Smart Charger, España.

Es un cargador para dispositivos móviles, cuenta con una instalación solar autónoma con cuatro contactos USB. Esta instalación tiene una estructura que soporta paneles solares, tiene policarbonato en forma de paraguas por estética y es usado para publicidad, manejan diferentes modelos, los cuales pueden integrar bancas o cambia la forma de la mesa para los dispositivos, es usada en lugares públicos, en la Figura 3.23 se puede ver el modelo “premium”.

Figura 3.23. USBE. Fuentes: USBE Charger. (s.f.). *USBE*. Recuperado el 2016 de Junio de 2016, de Galería Usbe: http://usbecharger.com/galeria.html

USBE Charger. (s.f.). *USBE*. Recuperado el 05 de Junio de 2016, de Personalización: http://usbecharger.com/personalizacion.html

- “Soofa”, Boston, EE.UU.

Es una unidad independiente que cuenta con paneles solares para poder recargar la batería de hasta dos dispositivos móviles, se integra con una banca metálica o sillas, igual a las anteriores se utiliza en espacios públicos.

Figura 3.24. USBE.

Fuente: Soofa Corporation. (s.f.). *Soofa*. Recuperado el 04 de Junio de 2016, de Soofa Core: http://www.soofa.co/soofacore/

Después de ver lo que se ha hecho en México y otros países, se realizaron algunos bocetos, buscábamos generar una identidad entre el usuario y la facultad, se consideró agregar respaldos a los nuevos diseños de las bancas para la ergonomía de los usuarios, contaría con seis bancas y se ampliaría el tamaño de la mesa, se propusieron diferentes bocetos, como que el área estuviera en un desnivel para que los usuarios se sintieran en una ambiente diferente, se consideró una estructura a dos aguas y otra con techo curvos ideas que se trabajaron hasta tener un diseño conceptual, los cuales se ven a continuación.

En la Figura 3.25, se puede ver un boceto que se inspiró en las torres de aragón, teniendo bancas no fijas, con una mesa redonda, la cual tendría una estructura para los paneles inspirada en las torres de la facultad.

El techo sería ineficiente dado que los paneles no tenían una inclinación respecto al sol, además de que la cantidad de material requerido para su construcción elevaría los costos y no se consideró.

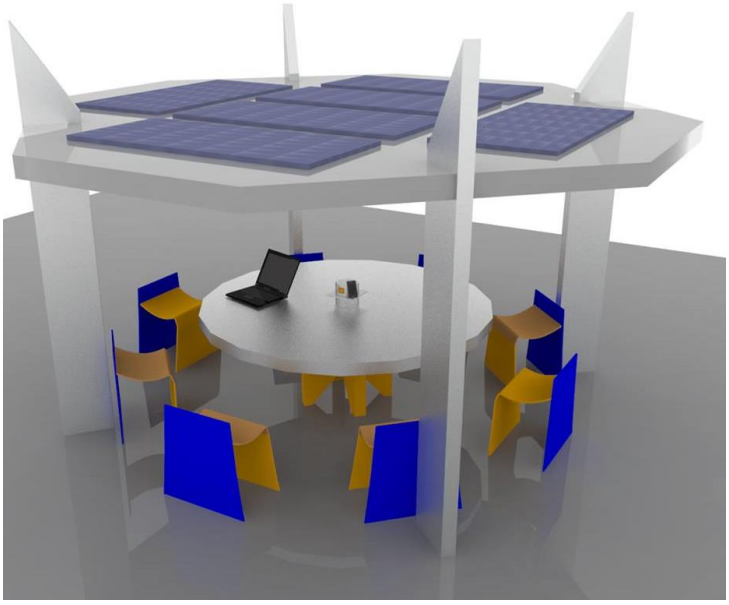


Figura 3.25. Primer boceto. Fuente: Maldonado Becerra, M. N. & Luna García, J. (2015)

En la Figura 3.26, se tiene un diseño en el cual se consideró tener bancas con un respaldo pequeño, teniendo una mesa hexagonal con base similar a las torres.

Tendría una estructura metálica que soportaría un techo a dos aguas, siendo eficiente por la inclinación de los paneles solares respecto al sol.

Figura 3.26. Segundo boceto. Fuente: Maldonado Becerra, M. N. & Luna García, J. (2015)

La Figura 3.27, fue similar al diseño anterior, se modificó el soporte de la estructura metálica y se extendió un voladizo sobre el techo, para visualizar se puso un panel de cada lado, cuando solamente deben de ir en uno.

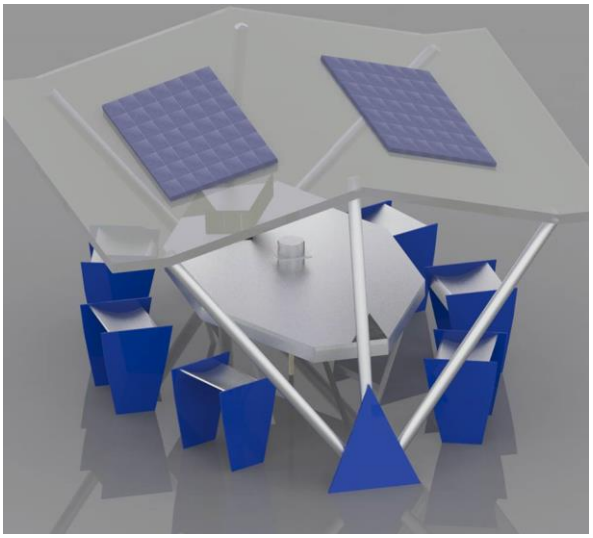


Figura 3.27. Tercer boceto. Fuente: Maldonado Becerra, M. N. & Luna García, J. (2015)

Realizamos otro boceto, el de la Figura 3.28, se haría sobre un nivel arriba respecto al piso, contaría con bancas y una mesa redonda, se consideró el techo curvo para evitar demasiadas rectas y con jardineras pequeñas junto a la base de la estructura, las cuales contarían con iluminación proporcionada por los paneles.

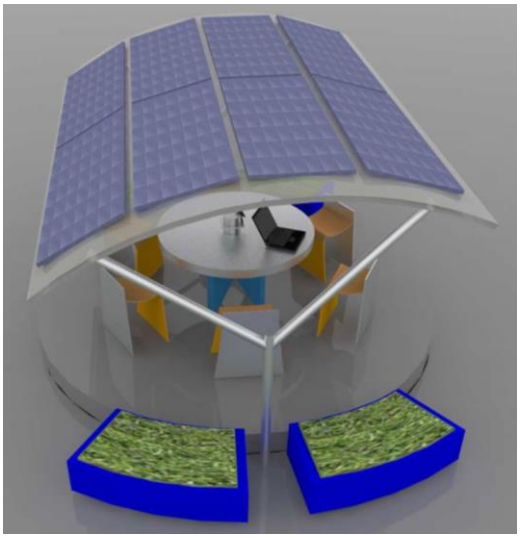


Figura 3.28. Cuarto boceto. Fuente: Maldonado Becerra, M. N. & Luna García, J. (2015)

El quinto boceto tuvo ideas de la estructura del primer boceto, se añadió un desnivel para que los usuarios tuvieran otra atmósfera, sin embargo el desnivel podría traer problemas de inundación sobre el espacio.

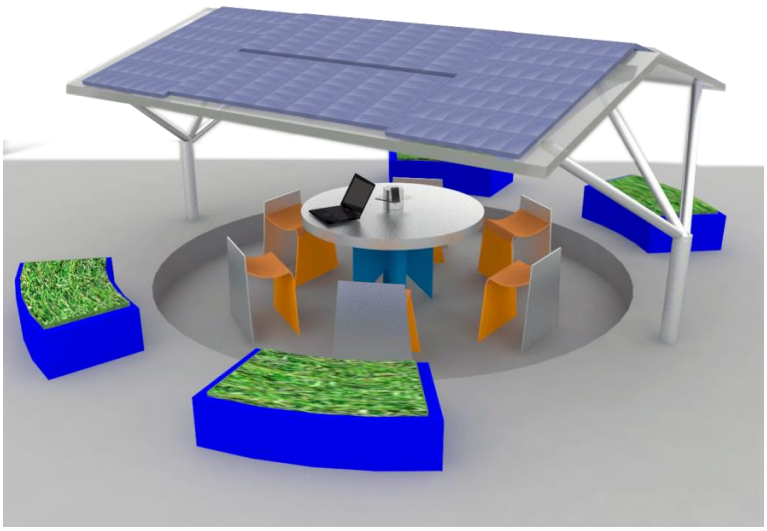


Figura 3.29. Quinto boceto. Fuente: Maldonado Becerra, M. N. & Luna García, J. (2015)

Se presentó este proyecto de tesis a la jefatura de carrera de Ingeniería Mecánica y a la división de las Ingenierías de la facultad para que en un futuro se facilitara un apoyo económico para la construcción de estas áreas de uso común, se tuvo una aceptación sobre la propuesta, sin embargo, en la retroalimentación del proyecto, nos comentaron que tomáramos en cuenta la posibilidad de captar agua de lluvia, evitar un nivel superior del suelo, de igual forma uno inferior por el aspecto que puede generar la acumulación de agua en el área, porque ocasionaría encharcamientos.

El comentario más relevante por los ingenieros fue que hay bancas que se habilitaron hace poco tiempo en varios lugares de la Facultad, uno de ellos es frente al lugar propuesto, entre los edificios A-2 y A-9, la facultad recientemente había invertido en más áreas de uso común, por lo cual nos comentaron que no se continuara el diseño de bancas ni de mesas de trabajo, por su parte mostraron una postura a favor del techo complementándolo con una instalación solar para las bancas y mesas ya existentes.

Llegamos a la conclusión que se realizaría sobre las áreas ubicadas frente a los edificios A-2 y A-9 por las siguientes razones:

- Está ubicada en un lugar donde la presencia de árboles es nula, la desventaja es que dependiendo la estación del año, el edificio A-2 posiblemente de sombra en los paneles solares.

- Son áreas que se construyeron recientemente, por lo cual tienen un tiempo de vida mayor.

- Tienen disponibles la mayor cantidad de bancas por mesa que en otro lugar de la facultad, en este conjunto, se puede ver que, cuando la radiación solar es alta, el uso de las áreas es bajo y en ocasiones nulo, sin embargo, cuando la radiación es menor, la cantidad de usuarios es elevada.

Se seleccionó el área de trabajo que se encuentra en la esquina, frente al lugar seleccionado previamente, se puede apreciar en la Figura 3.30.

Figura 3.30. Fuente: Fotografía de Luna García, J. (Nezahualcóyotl, 2015)

Al tener el área seleccionada, se realizó el levantamiento del área para tener las dimensiones y con base en él, realizar el diseño final, el plano se encuentra en el Anexo 1.

Con el plano, se comenzó a conceptualizar y analizar los bocetos propuestos para que cumplieran con los requisitos funcionales y operativos que nos implantamos después de la reunión con la jefatura.

Requisitos funcionales:

- Otorgar de sombra a los alumnos, evitando exponerlos a una alta radiación solar.

- Que cuente con la disponibilidad para recargar los dispositivos anteriormente dimensionados.

Requisitos operativos:

- Los materiales y equipos tienen que ser económicos y fáciles de conseguir.

- El mantenimiento a los equipos debe ser mínimo porque el personal de la facultad no está calificado para realizar las posibles maniobras de mantenimiento, especialmente sobre las baterías.

- La construcción debe ser sencilla para evitar una manufactura compleja y con esto evitar elevar los costos.

Con lo anterior se comenzó a determinar cómo sería el diseño de una estructura metálica, eligiendo Perfil Tubular Rectangular, por sus siglas PTR, como el material para la construcción de la estructura, revisando diversas estructuras metálicas que existen por la facultad, se decidió utilizar PTR con las características mostradas en la Tabla 3.31.

Tabla 3.31

Resultados de las mediciones tomadas del panel solar.

Pulgadas	**Mm**	**Color de identificación**	**Espesor en pulgadas**	**Espesor en mm**	**Peso teórico** $\left(\frac{Kg}{m}\right)$
3” x 3”	76 x 76	Rojo	0.188	4.8	10.20

Fuente: Grupo Collado S.A. de C.V. (s.f.). *Grupo Collado*. Recuperado el 21 de Mayo de 2016, de Perfiles Comerciales PTR: www.collado.com.mx/productos/perfil-tubular-rectangular-ptr.html

Teniendo el material seleccionado para la estructura, se comenzó a realizar el diseño final, para otorgar las dimensiones adecuadas y seleccionando los materiales y equipos para la instalación, se realizó un último boceto el cual fue descartado por las cuestiones técnicas que ya se estaban considerando respecto a los paneles, el último boceto es el de la Figura 3.32.

Figura 3.32. Sexto boceto. Fuente: Maldonado Becerra, M. N. (2015)

Después de algunas retroalimentaciones técnicas, la alumna de diseño industrial abandonó el proyecto. Continuamos trabajando el diseño, la primera propuesta fue como la de la Figura 3.33, se utilizó el programa SolidWorks, para realizar el modelo a escala, además que el programa permite realizar simulaciones.

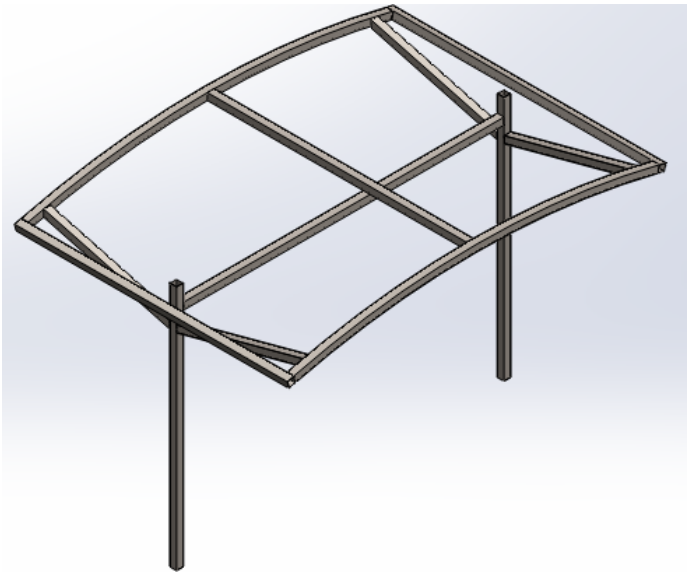


Figura 3.33. Estructura metálica. Fuente: Luna García, J. (2015)

Posteriormente se realizaron adecuaciones a la algunos elementos de la estructura para hacerla más estética y adecuada a lo que buscábamos, se modificaron las uniones, ya que anteriormente se tenían en las esquinas, estás se

modificaron a 45° para evitar la corrosión interna que pueda ocasionar la humedad, modificamos la estructura de montaje de los paneles haciéndola más elevada ya que, algunos fabricantes de paneles recomiendan una separación entre la superficie de contacto y la superficie inferior del panel de mínimo 10 centímetros para que el aire circule libremente y el equipo no exceda la temperatura de operación, la estructura de montaje es de la Figura 3.34**.**

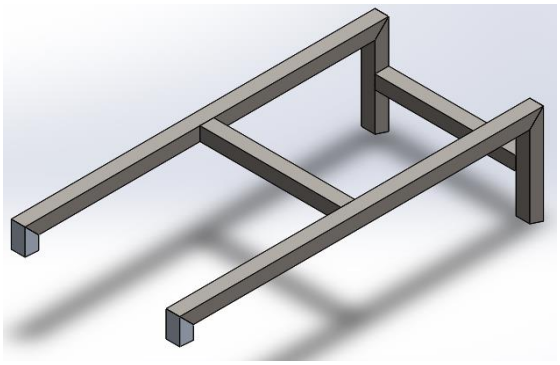


Figura 3.34. Techo de soporte para los paneles solares. Fuente: Luna García, J. (2015)

El ángulo que tendrán los paneles respecto a la horizontal es de 18°, se decidió tener este ángulo considerando que los paneles tendrán una posición fija y la máxima efectividad en el verano y el invierno es distinta por la orientación que tendrán hacia el sol, se recomienda que el ángulo de inclinación sea igual a la latitud que el lugar donde se instalará, la latitud en la facultad es de 19° aproximadamente y se tiene una tolerancia de ± 5°, dado a que estamos en el hemisferio norte y por la inclinación de la tierra respecto al sol, el panel se debe orientar hacia el sur, caso contrario en el hemisferio sur que se tiene que orientar al norte.

Este diseño tiene dos soportes con celosía plana entre los soportes y la cubierta, los soportes van a mantener el peso de la estructura y de los paneles solares, la celosía va a distribuir el peso a los soportes, la forma de la cubierta es conocida como “bóveda de cañón”, este elemento estructural será curvo y tiene dos elementos estructurales, que tendrán la función de viga, reducirán la tracción y la flexión que existirían sobre los elementos curvos de la cubierta.

Para el soporte de los paneles se realizó una estructura de montaje plana que permitirá sujetar y fijar a los paneles que estará soldada con la cubierta de la estructura metálica, los componentes que tienen función de viga están pensados para poder reducir o aumentar su tamaño, ya que en dado caso de que el panel seleccionado tenga la ubicación de su sistema de fijación en otra ubicación, el montaje se pueda realizar sin tener conflicto en la instalación del panel; el diseño se puede observar en la Figura 3.35.

Figura 3.35. Estructura metálica con esquinas a 45°. Fuente: Luna García, J. (2016)

Para la sujeción, cuenta con una zapata en forma de cubo con una colada de concreto sobre el PTR que funge de columna, las dimensiones serán de 35 (cm) x 35 (cm) x 35 (cm), está contemplado que cubra aproximadamente 15 (cm) de altura en cada columna, esto para reducir los momentos provocados por cargas externas a la estructura.

En la cubierta se va a utilizar lámina de policarbonato, el estándar es de 1.22 (m) x 2.44 (m), para unir las láminas una con otra se usarán perfiles tipo "U" y tipo "H", la sujeción a la estructura metálica será mediante silicona y tornillos sobre el PTR.

Para comprobar que el diseño era estable, se realizó un análisis estático en SolidWorks, considerando la gravedad y las características de cada material, el PTR de A-36, el policarbonato y las zapatas de concreto, se indicó la carga de los paneles, en este último se consideró la masa de los paneles, de 11 $(Kg\,{}^{c}/_{u})$, de acuerdo a diferentes catálogos de paneles de potencia de 250 (W).

Los resultados se pueden ver a continuación:

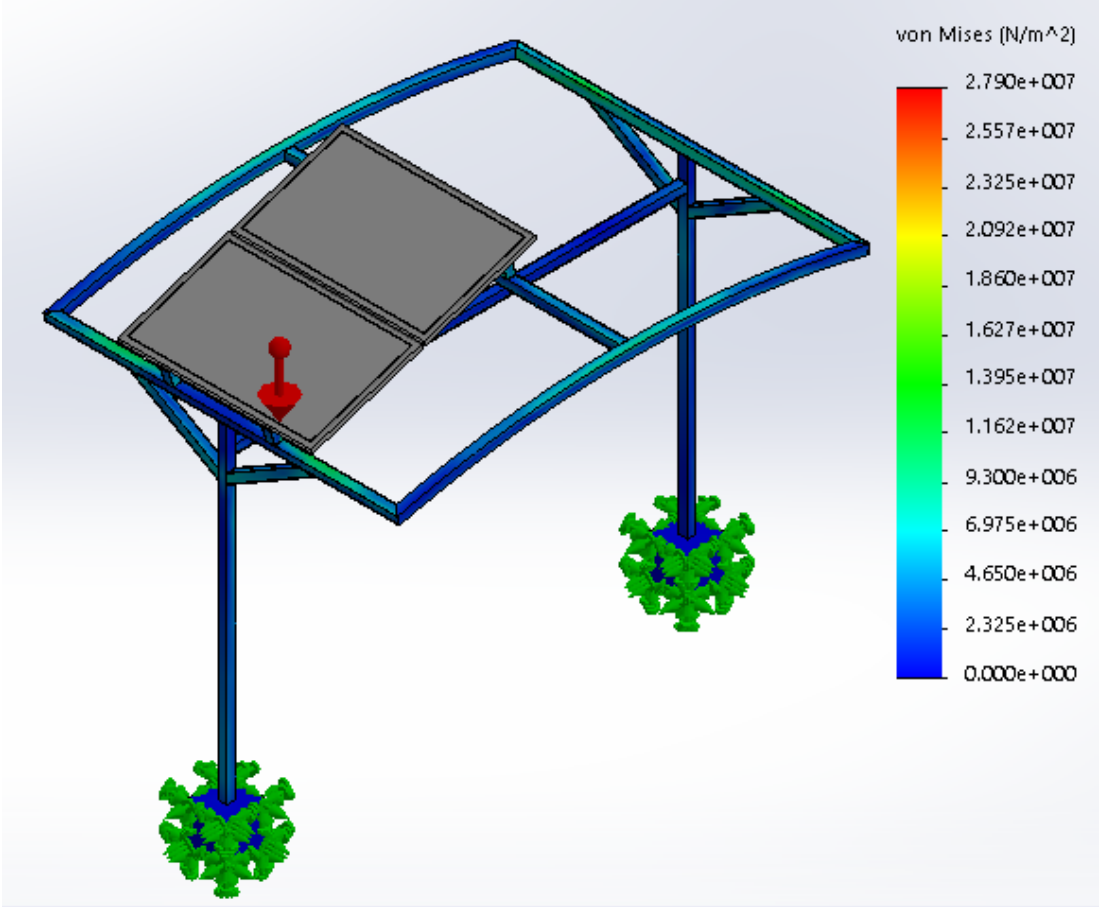


Figura 3.36. Tensiones de acuerdo al criterio de Von Mises.

Fuente: Luna García, J. (2016)

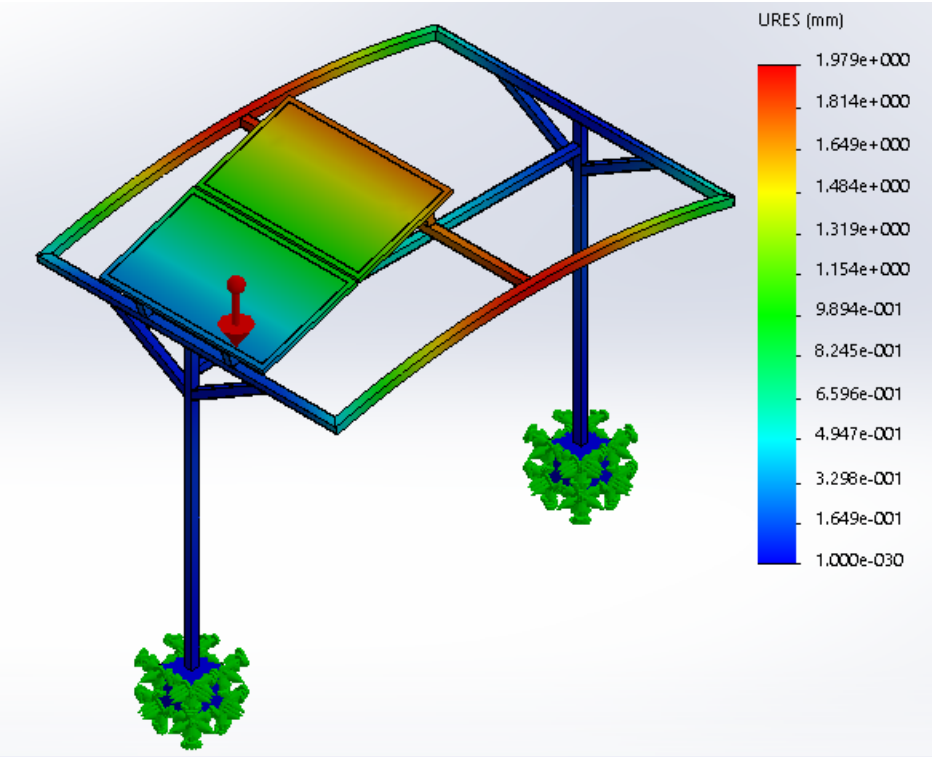


Figura 3.37. Desplazamientos. Fuente: Luna García, J. (2016)

El modelo final consta con aproximadamente 38 metros de PTR, sin considerar los desperdicios de los cortes en cada pieza, para completar el total se requieren siete tramos de 6.1 $(m\ {}^{c}/_{u})$, siendo un total de 42 (m), dado que existen piezas de diferentes tamaños, se vuelve imposible usar los 6.1 (m) útiles de cada tramo, de seis tramos, se podría pensar que se tiene mucho desperdicio, pero no es así, ya que serán aprovechados en la tolerancia al realizar el corte y se deberá considerar el espesor del disco de corte.

Se trató de reducir a seis tramos de PTR, pero no fue posible, ya que si se hacía, se tenía que sacrificar sombra sobre el área, el despiece de cada tramo se tiene que realizar como se muestra en la Tabla 3.38, se indica el elemento de referencia de los planos de construcción.

Tabla 3.38

Despiece de tramos de PTR.

	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7
Elemento de referencia	G	H	E	A	D	D	J
	B	B	K	A	K	F	J
	C	C			I		

Fuente: Luna García, J. (2016)

Para la fabricación de la estructura, se tienen que seguir los planos de fabricación, se encuentran en el Anexo 2, cada tramo de PTR debe ser cortado con la cortadora de disco, se tiene que considerar el espesor del disco para evitar cortes que hagan cada pieza de menor dimensión a la indicada, esta tolerancia ya se consideró en el despiece de los tramos, teniendo más de 10 (cm) para el corte.

El diseño final se puede ver en la Figura 3.39.

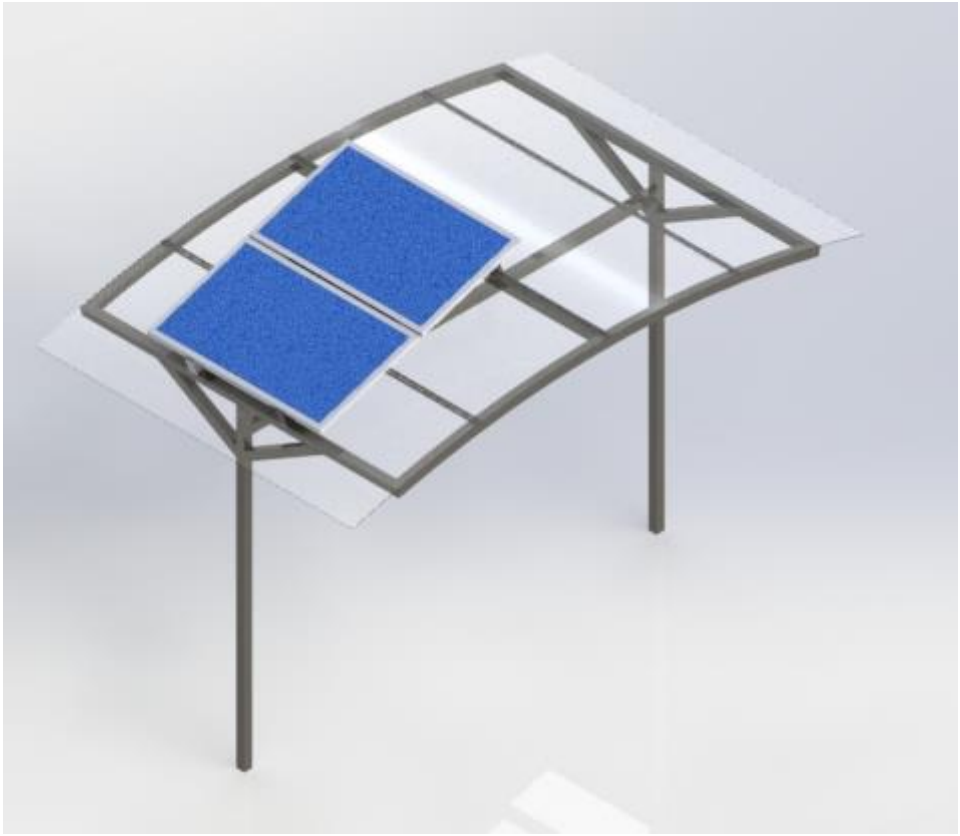


Figura 3.39. Renderizado en SolidWorks. Fuente: Luna García, J. (2016)

Se realizó un renderizado conceptual para visualizar cómo se vería el sistema instalado, se puede ver en la Figura 3.40.

Figura 3.40. Renderizado con dos áreas de uso común utilizando el sistema propuesto. Fuente: García Sarabia, L. & Luna García, J. (2016)

3.4. Costos de materiales de la estructura metálica y equipos para la instalación solar.

Uno de los objetivos planteados inicialmente fue buscar equipos para que este sistema no fuera costoso, se realizaron las cotizaciones de PTR, en las cual cabe aclarar que son 62.22 $\left(\frac{Kg}{por\ tramo}\right)$, requiriendo 7 tramos son 435.54 (Kg), esta masa es teórica y dado que el precio del PTR se da por (Kg), usualmente la cantidad de masa que se vende es superior a la que se tiene teóricamente, nunca debe estar por debajo ya que no estaría cumpliendo las características de ese perfil, dado que es poca la cantidad de tramos, es aceptable un 5% extra del total.

En la primera cotización que se realizó para este proyecto, el precio unitario era de \$11.80 (Kg) durante el mes de diciembre de 2015, dado a que los últimos meses el precio del acero ha subido de precio, por cuestiones de importación y oferta de material, el precio unitario en mayo de 2016 del PTR de 3"x3" rojo, para la construcción de la estructura metálica es de \$14.60 (Kg), considerando la masa teórica requerida el precio por siete tramos sería de \$6,358.88, con el 5% extra, el precio total es de \$6,676.83. El precio anterior no considera el flete y dado que no es una cantidad considerable de material se considera un 10% por costo por flete, así mismo se agrega otro 10% por materiales de sujeción requeridos para la instalación solar, herramientas de corte y electrodos de soldadura, el precio estimado final de la estructura sería de \$8,012.20.

Para los equipos de la instalación solar se realizaron dos cotizaciones con diferentes proveedores, esto con el fin de conocer los equipos que se comercializan en México, a ambos proveedores se les dieron las mismas características que requerimos cumplir para la instalación solar, los valores obtenidos de los cálculos se redondearon a la cantidad consecuente y se solicitaron los términos de pago, los datos son los siguientes:

- Dos paneles solares de 250 $(W\ {}^{c}/_{u})$, máximo de 260 (W).
- Una batería o un banco de baterías que permita 600 (Ah), a 12 (V), cada batería, deberá ser sellada, es decir libre de mantenimiento.

- Cargador de carga con capacidad mínima de 23 (A).
- Inversor de 390 (W) mínimos, indicando que los dispositivos a conectar son cargadores de celulares, tablets y laptops.
- 30 (m) de cable para instalaciones solares.

Se realizó una tabla comparativa con los datos comerciales de ambos proveedores, ambos ofertaron dos inversores diferentes, por esta razón se generaron cuatro opciones diferentes, además que el proveedor N°2, oferto en dólares, para la tasa de cambio se tomó del diario oficial de la federación el promedio entre los días 01 al 08 de marzo el cual fue de $1 USD = $17.8897 MXN, la comparación se puede ver en la Tabla 3.41.

Tabla 3.41

Tabla comparativa de ofertas comerciales.

PROYECTO:		DESCRIPCION:		PROVEEDOR 1 OPCIÓN 1			PROVEEDOR 1 OPCIÓN 2			PROVEEDOR 2 OPCIÓN 1				PROVEEDOR 2 OPCIÓN 2			
		EQUIPOS PARA UNA INSTALACIÓN SOLAR	PROVEEDOR														
No. PARTIDA	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (MXN)	PRECIO EXTENDIDO (MXN)	ENTR. SEM.	PRECIO UNITARIO (MXN)	PRECIO EXTENDIDO (MXN)	ENTR. SEM.	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO UNITARIO (MXN)	PRECIO EXTENDIDO (MXN)	ENTR. SEM.	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO UNITARIO (MXN)	PRECIO EXTENDIDO (MXN)	ENTR. SEM.
1	2	PANEL SOLAR	PIEZA	$4,343.00	$ 8,686.00	2 SEM	$4,343.00	$ 8,686.00	2 SEM	$ 213.21	$3,814.26	$ 7,628.51	2 SEM	$ 213.21	$3,814.26	$ 7,628.51	2 SEM
2	1	CONTROLADOR DE CARGA	PIEZA	$1,008.00	$ 1,008.00	2 SEM	$1,008.00	$ 1,008.00	2 SEM	$ 120.00	$2,146.76	$ 2,146.76	2 SEM	$ 120.00	$2,146.76	$ 2,146.76	2 SEM
3	1	INVERSOR	PIEZA	$3,958.00	$ 3,958.00	2 SEM	$5,819.00	$ 5,819.00	2 SEM	$ 49.00	$ 876.59	$ 876.59	2 SEM	$ 87.00	$1,556.40	$ 1,556.40	2 SEM
4	6	BATERIAS	PIEZA	$3,095.00	$18,570.00	2 SEM	$3,095.00	$18,570.00	2 SEM	$ 207.40	$3,710.32	$22,261.91	2 SEM	$ 207.40	$3,710.32	$22,261.91	2 SEM
5	30	CABLE FOTOVOLTAICO	METROS	$ 30.00	$ 900.00	2 SEM	$ 30.00	$ 900.00	2 SEM	$ 1.50	$ 26.83	$ 805.04	2 SEM	$ 1.50	$ 26.83	$ 805.04	2 SEM
PRECIOS		PRECIO TOTAL DE PARTIDAS COTIZADOS			$ 33,122.00	MXN		$ 34,983.00	MXN			$ 33,718.81	MXN			$ 34,398.62	MXN
		IVA		16.00%	$ 5,299.52	MXN	16.00%	$ 5,597.28	MXN	16.00%		$ 5,395.01	MXN	16.00%		$ 5,503.78	MXN
		TRANSPORTE				MXN			MXN				MXN				MXN
		PRECIO TOTAL DE MATERIAL			$ 38,421.52	MXN		$ 40,580.28	MXN			$ 39,113.82	MXN			$ 39,902.40	MXN
TERMINOS DE PAGO				70% ANTICIPO, 30% CONTRA ENTREGA			70% ANTICIPO, 30% CONTRA ENTREGA			30% ANTICIPO, 70% CONTRA EMBARQUE				30% ANTICIPO, 70% CONTRA EMBARQUE			
PUNTO DE ENTREGA				QUERETARO			QUERETARO			FES ARAGÓN				FES ARAGÓN			
OBSERVACIONES GENERALES				FLETE A LA FACULTAD POR COBRAR, NO INCLUYE INSTALACIÓN DEL EQUIPO			FLETE A LA FACULTAD POR COBRAR, NO INCLUYE INSTALACIÓN DEL EQUIPO			EQUIPO PUESTO EN LA FACULTAD, FLETE E INSTALACIÓN DEL EQUIPO INCLUIDAS.				EQUIPO PUESTO EN LA FACULTAD, FLETE E INSTALACIÓN DEL EQUIPO INCLUIDAS.			

Fuente: Luna García, J. (2016)

Por la parte comercial, ambos proveedores requieren un anticipo, por el contrario el restante es a contra entrega y contra embarque, en términos de pago es similar ya que el 100% se tiene que cubrir antes de la entrega, la mejor oferta comercial es la opción uno del proveedor N°1 pero revisando las observaciones generales, la opción dos del proveedor N°2, incluye en su cotización el flete a la facultad, además de la instalación del sistema, lo cual asegura que los equipos serán instalados por personal calificado, asegurando una instalación adecuada.

Posteriormente se realizó la comparación técnica por elemento para así conocer la opción más conveniente para el proyecto, las fichas técnicas de lo ofertado por el proveedor N°1 se encuentran en el Anexo 3 mientras que las del proveedor N°2 en el Anexo 4.

- Panel solar.

En la Tabla 3.42 se puede ver la comparación técnica con las principales características de los dos modelos de panel solar que oferta cada proveedor.

Tabla 3.42

Comparativa técnica de paneles solares ofertados por proveedor.

Proveedor N°1	Proveedor N°2
- Fabricante Renesola, Modelo Virtus II, JC250M-24/Bb. - Módulo policristalino de 250 (W), máximo a 30.1 (V) y 8.31 (A). - Dimensiones de 1640 x 992 x 40 (mm) - Masa: 19 (Kg). - Certificado por: UL. CE. TÜV. ETL Intertek. PV Cycle. Acreditado por: Microgeneration Certification Scheme (MCS).	- Fabricante Eco Green Energy, Modelo EGE-260M-96. - Módulo monocristalino de 260 (W), máximo a 49.5 (V) y 5.25 (A). - Dimensiones de 1600 x 1056 x 50 (mm) - Masa: 21.5(Kg). - Certificado por: Standards Organisation of Nigeria (SON). TÜV.

Fuente: Luna García, J. (2016)

Ambos paneles son funcionales para el proyecto, se tienen dos diferencias principales; la primera es que uno es policristalino y el otro monocristalino, en condiciones de laboratorio el monocristalino es más eficiente que el policristalino, pero en condiciones

reales, el policristalino es igual de eficiente que un monocristalino, ambos tienen el mismo rango en la temperatura de operación-40°C ~ +85°C, la segunda diferencia entre ambos paneles, es la cantidad de certificaciones con las que cuenta cada uno.

El fabricante Renesola cuenta con más certificaciones; UL, ETL, CE Y TÜV, están enfocadas en la seguridad del producto, es decir, evalúan el producto y las instalaciones de la fábrica, asegurando que la fabricación cumple estándares mínimos, así mismo los materiales con los que es fabricado el producto. TÜV también se encarga de certificar la protección al medio ambiente en la fabricación del producto. PV Cycle se enfoca en que el Fabricante o Distribuidor tenga por obligación informar al cliente final como debe desechar su panel solar, de igual forma gestionar la recogida y los residuos de los mismos. MCS por su parte, se encarga de evaluar el diseño, la instalación y la forma el montaje del equipo.

El Fabricante Eco Green Energy, cuenta con certificación TÜV y SON, la última certifica instalaciones, materiales y productos.

La principal diferencia entre los organismos que certifican es la ubicación a la cual están enfocados, UL se enfoca a nivel mundial, ETL se enfoca en Norte América, CE en la comunidad europea, TÜV en Alemania y SON en Nigeria; PV Cycle siendo acreditador se enfoca en Europa.

En conclusión, el mejor panel solar técnicamente es del proveedor N°1, ya que cuenta con altos estándares de seguridad y con esto se compensa su costo, a pesar de que el panel del proveedor N°2 ofrece mayor potencia, presenta una mejor oferta comercial, así que dependiendo los otros componentes se decidirá qué panel es seleccionado.

- Controlador de carga.

Del controlador de carga el proveedor N°1 y el proveedor N°2, cotizaron el mismo fabricante, diferencia es la serie y por ende el modelo, cotizaron el fabricante Phocos, en la Tabla 3.43, se pueden ver las características de cada equipo.

Tabla 3.43

Comparativa técnica de controladores de carga ofertados por proveedor.

Proveedor N°1	Proveedor N°2
- Serie CML, modelo 20. - Regulación PWM. - Regulación de 12/24 (V) a 20 (A). - Protección electrónica contra sobre carga. - Tres led's indicadores de indicadores de carga y descarga de la batería.	- Serie CX48V, modelo 40. - Regulación PWM. - Regulación de 24/48 (V) a 40 (A). - Protección electrónica contra sobre carga. - LCD indicador de carga y descarga de la batería. - Alerta audible.

Fuente: Luna García, J. (2016)

El mejor controlador es del proveedor N°2, ya que cumple las características mínimas requeridas, el proveedor N°1 mencionaba que aun requiriendo 23 (A), el controlador que oferta es ideal, por la parte comercial es conveniente, ya que, sería complicado que el controlador llegue a ese amperaje, sin embargo, por esta razón no se considera.

- Baterías.

Cada proveedor ofertó un modelo diferente, las características están en la Tabla 3.44.

Tabla 3.44
Comparativa técnica de baterías ofertados por proveedor.

Proveedor N°1	Proveedor N°2
- Fabricante Power Sonic, modelo PS-121000. - Capacidad de 100 (Ah) a 12 (V) @ 20 horas. - Masa aproximada de 30.8 (Kg). - Carga de batería recomendada < a 25 (A), entre 13.5 (V) y 13.8 (V). - Temperatura de operación a la carga -20°C a 50°C. - Temperatura de operación a la descarga -40°C a 60°C. - VRLA: Válvula reguladora, Plomo-Ácido. - A prueba de derrames, uso en cualquier posición, asas integradas para facilidad de transporte y con caja resistente al impacto. - Certificada por UL y CE.	- Fabricante Outback Power, modelo Energy Cell 106NC. - Capacidad de 106 (Ah) a 12 (V) @ 100 horas. - Masa aproximada de 31 (Kg). - Carga de batería recomendada a máximo 30 (A), entre 13.62 (V) y 14.4 (V). - Temperatura de operación a la carga -23°C a 60°C. - Temperatura de operación a la descarga -40°C a 71°C. - VRLA: Válvula reguladora, Plomo-Ácido. - A prueba de derrames, diseño adecuado para Racks. - Certificada por UL.

Fuente: Luna García, J. (2016)

Ambas baterías son adecuadas para instalar un banco de baterías, por lo ofertado se requieren seis por la cantidad de energía que necesita el sistema, las características de ambas son similares y diferencias mínimas, en capacidad es mejor la del proveedor N°2 pero excede en cantidad lo requerido. En temperaturas de operación, la diferencia es mínima y cualquiera de las dos, sufriría la misma afectación por la temperatura externa e interna a la batería, técnicamente la ofertada por el proveedor N°2 es superior, en cambio la del proveedor N°1 presenta mejor oferta comercial, la selección final se hará de acuerdo a los componentes restantes.

- Inversor.

Cada proveedor ofertó dos propuestas diferentes de inversor, en las cuatro opciones se oferto al fabricante Samlex America, las cuales se pueden ver en la Tabla 3.45.

Tabla 3.45

Comparativa técnica de baterías ofertados por proveedor.

Proveedor N°1 Opción 1	Proveedor N°1 Opción 2	Proveedor N°2 Opción 1	Proveedor N°2 Opción 2
- Modelo PST-30S-24 (A). - Onda senoidal pura. -Entrada entre 21 (VDC) y 33 (VDC). - Salida continúa a 120 (VAC), hasta 300 (W). - Frecuencia de salida 60 (Hz). - Temperatura de operación 0°C - 40°C ± 5°C.	- Modelo PST-600-24 (A). - Onda senoidal pura. -Entrada entre 21.4(VDC) y 33 (VDC). - Salida continúa a 120 (VAC) ± 3%, hasta 600 (W). - Frecuencia de salida 60 (Hz). - Temperatura de operación 0°C - 40°C. - Protección contra: Baja entrada de voltaje. Cortocircuito. Sobre cargas. Exceso de temperatura. - Certificado por UL, ETL Intertek y FCC.	- Modelo SAM-450-12 (A). - Onda senoidal modificada. - Entrada entre 10.5 (VDC) y 15.0 (VDC) ± 0.5%. - Salida continúa a 115 (VAC), hasta 450 (W). - Frecuencia de salida 60 (Hz) ± 5%. - Temperatura de operación 0°C - 35°C. - Protección contra: Baja entrada de voltaje. Sobre cargas. Exceso de temperatura. - Certificado por ETL Intertek.	- Modelo SAM-800-12 (A). - Onda senoidal modificada. - Entrada entre 10.5 a (VDC) y 15.0 (VDC) ± 0.5%. - Salida continúa a 115 (VAC), hasta 800 (W). - Frecuencia de salida 60 (Hz) ± 5%. - Temperatura de operación 0°C - 35°C. - Protección contra: Baja entrada de voltaje. Sobre cargas. Exceso de temperatura. - Certificado por ETL Intertek.

Fuente: Luna García, J. (2016)

De las cuatro ofertas, la opción 1 del proveedor N°1 se descarta inicialmente por no entregar la potencia mínima requerida para el proyecto, las tres opciones restantes superan el mínimo, cabe mencionar que la única diferencia entre las dos ofertas del proveedor N°2 es la capacidad del equipo.

La mejor opción técnicamente es la opción 2 del proveedor N°1, por la parte comercial, es mejor la opción 1 del proveedor N°2, la cual cumple especificaciones dadas.

Teniendo la evaluación técnica y comercial se otorga como mejor oferta la opción 2 del proveedor N°2, ya que supera lo requerido para la instalación, así mismo personal calificado se encargaría de la instalación, lo único que se debería solicitar es una actualización de precios, ya que la oferta fue válida durante 15 días y venció el día 17 de marzo de 2016.

Así mismo se requiere el costo de soldadura

El costo final para la construcción e instalación de es de $8,012.20 de la estructura metálica más $39,113.82 de los equipos para la instalación solar, dando un total de $47,126.02 (MXN).

Para resguardar las baterías seleccionadas junto con el inversor, se recomienda una colada de concreto en forma de prisma para evitar la exposición al exterior, las dimensiones dependen del equipo seleccionado y las restricciones del proveedor.

El plano con la instalación eléctrica para este sistema se encuentra en el Anexo 5.

3.5. Consideraciones para la instalación solar.

Dado a que no tenemos los equipos para la instalación solar, se describen las cualidades y observaciones a considerar al realizar la instalación.

Al momento de realizar las soldaduras, se puede introducir el cable entre las piezas, para no complicar la instalación al momento de la instalación de la estructura, la otra opción y menos viable por el aspecto económico, es utilizar una guía para cable negra, las cuales, son adecuadas en exteriores, asegurando mayor cuidado en los cables de la instalación.

Los paneles solares deberán ir instalados sobre la estructura de montaje, la pieza B del plano MES-501, podrá modificar su dimensión, de acuerdo al tipo de panel solar que se adquiera, solamente se deben centrar los barrenos sobre la pieza C del plano MES-502, para la sujeción algunos proveedores recomiendan un tornillo con cuerda corrida y tuerca, sin embargo para esta estructura y dependiendo el modelo de panel, se deberán usar espárragos con dos tuercas, esto para asegurar una mejor sujeción mecánica, el elemento de sujeción deberá seguir la norma ASTM A-325 con galvanizado por inmersión en caliente para evitar la corrosión por la radiación solar o por la humedad en época de lluvias.

Los paneles solares deberán ser limpiados al menos una vez cada seis meses, en época de lluvia, los paneles permitirán el escurrimiento del agua por la inclinación, sin embargo, es recomendable revisarlos para evitar suciedad en los paneles.

Dado que los elementos restantes estarán resguardados y aunque se consideran de bajo mantenimiento, lo ideal es revisar al menos una vez al mes que los equipos tengan un funcionamiento correcto, en caso de fallo algunos elementos cuentan con indicadores de funcionamiento.

La instalación se considera libre de mantenimiento ya que solamente requiere una supervisión de la persona encargada de la instalación.

3.6. Maqueta.

Se realizó un prototipo a escala, se determinó de acuerdo a la celda solar que se encontró en el mercado y fue de 1:10.

El material seleccionado para la estructura es MDF, para comparar la instalación eléctrica, se realizó un circuito para poder recargar la batería de un teléfono móvil con los siguientes dispositivos:

- Celda solar de 6 (V) y 350 (mA).

- Diodo 1N4001.

- Regulador de voltaje 7805A.

- Capacitor de 10 (μF).

- Cople USB hembra - hembra.

El circuito elaborado fue el de la Figura 3.46.

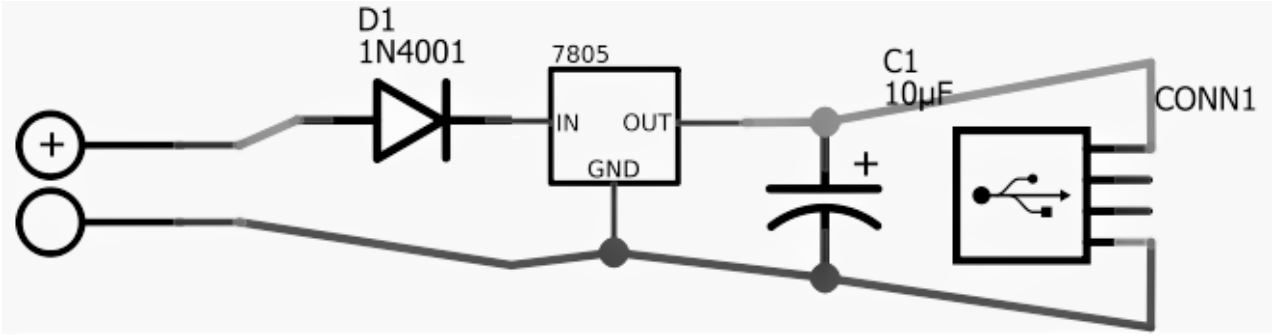


Figura 3.46. Circuito del funcionamiento del prototipo.

Fuente: Facultad de Estudios Superiores Aragón. (2015). *Universidad Nacional*

El objetivo del diodo es que la energía no regrese a la celda y evitar dañar su funcionamiento, el regulador de voltaje para mantener el voltaje a 5 (V) y evitar sobrecargas en la batería del teléfono y el capacitor para cuando se conecte el celular al circuito.

El prototipo se muestra en la Figura 3.47.

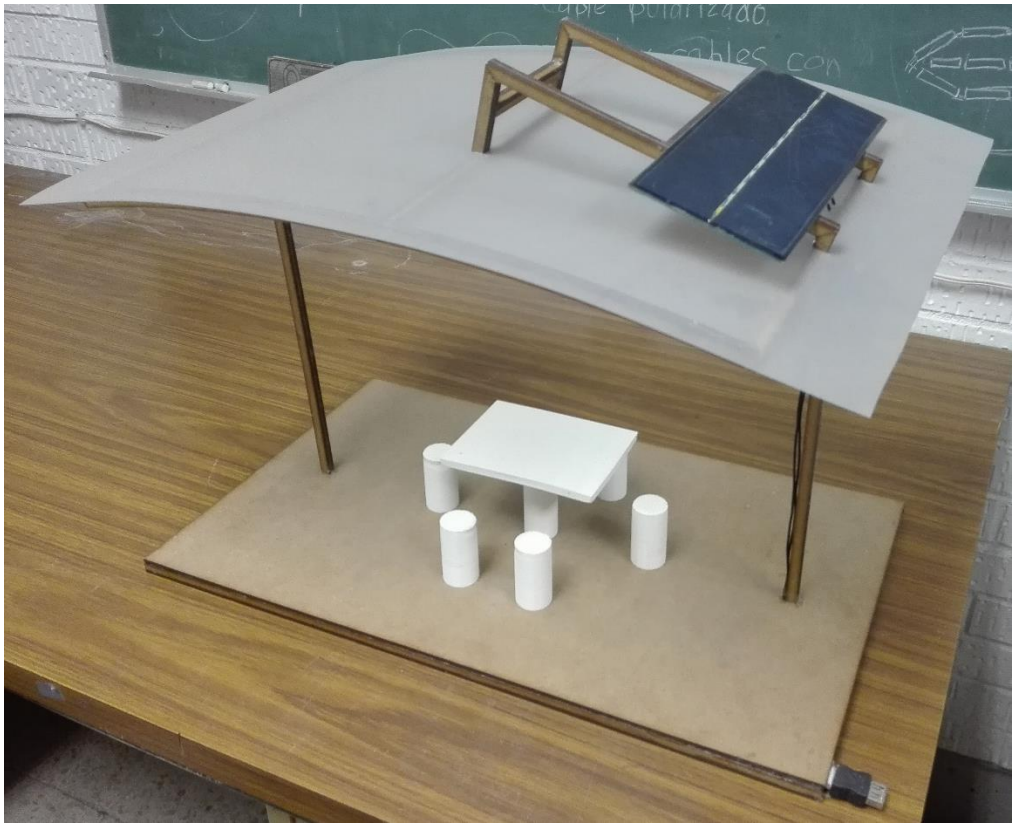


Figura 3.47. Prototipo a escala 1:10. Fuente: Fotografía de Luna García, J. (Nezahualcóyotl, 2016)

Capítulo 4.0. Conclusiones.

El objetivo de esta tesis fue desarrollar una estación de uso común, implementando en la misma una instalación solar, pensada para la comunidad universitaria de la FES Aragón, ya que, las áreas actuales carecen de ergonomía y las inclemencias del clima provocan que el uso de las mismas sea menor ya que los alumnos no las utilizan.

Aunque la opción de diseñar el área de trabajo fue descartada, porque durante los últimos años se han construido nuevas áreas en la facultad, se buscó solucionar las inclemencias del clima con la estructura metálica y aprovechando la energía solar; con ayuda de datos estadísticos y algunas pruebas con un panel solar, se logró conocer la radiación que puede ser aprovechada en la facultad y así, dimensionar la instalación de acuerdo con las necesidades de los usuarios.

Esta estructura e instalación solar a nivel concepto cumple su objetivo, además puede ser replicable en diferentes áreas de la facultad, motivará el uso de las mismas, ya que cuidará a los usuarios de permanecer largos lapsos de tiempo expuestos a la radiación solar, incluso de la lluvia, además de que a largo plazo la facultad puede ser sustentable en el aspecto ambiental promoviendo este tipo de proyectos.

Se realizaron las cotizaciones de materiales y equipos, buscando que el mantenimiento sea mínimo, además que la energía solar, en otros países, ha demostrado ser eficiente y costeable, actualmente se mantiene en constante crecimiento, por lo cual, los costos de producción y distribución se reducirán y, por consecuencia, aumentara la eficiencia de los equipos, lo cual, la mantiene como una forma de generación de energía eléctrica con una proyección elevada a largo plazo, cuando se tenga carencia de combustibles fósiles.

Bibliografía.

Alonso Lorenzo, J. A. (2011 de Agosto). SunFields Europe. *Boletín Solar Fotovoltaica Autónoma*. Coruña, Santiago de Compostela, España. Recuperado el 05 de Abril de 2016, de http://www.sfe-solar.com/wp-content/uploads/2011/08/Sunfields_Manual-Calculo_Fotovoltaica_Autonomas.pdf

Álvarez Vélez, J. L. (02 de Noviembre de 2011). *Meethings*. Obtenido de http://meetthings.com/blog/index.php/02-11-2011/como-elegir-y-como-se-conectan-las-tiras-de-leds/

Asociación Mexicana de Energía Eólica. (s.f.). Recuperado el Marzo de 2015, de Preguntas Frecuentes: http://www.amdee.org/preguntas-frecuentes

Barja, Á. (18 de Septiembre de 2015). *Erenovable*. Obtenido de http://erenovable.com/energia-eolica-marina/

Barja, Á. (Mayo de 2016). *Erenovable*. Obtenido de http://erenovable.com/energia-geotermica/

City Index. (s.f.). *City Index*. Recuperado el 2015 de Octubre de 2015, de Aktina: http://www.cityindexlab.com/Aktina.html

de Vries, B. J. (Diciembre de 2012). Sustainability Science. EE.UU.: Cambridge University. Obtenido de https://books.google.com.mx/books?id=uA_6tsRRl3IC&pg=PA179&lpg=PA179&dq=1320+w/m2&source=bl&ots=WjEVnMQvjW&sig=JjN0yjBs1qDpjrY7pMLHSP9mFHE&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj9oZCtpoXNAhUYW1IKHebNABMQ6AEIIzAB#v=onepage&q=1320%20w%2Fm2&f=false

Deka Solar. (s.f.). *East Penn.* Recuperado el 27 de Octubre de 2015, de Flooded Maintenance Saver System: http://www.dekabatteries.com/

Facultad de Estudios Superiores Aragón. (2015). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Recuperado el 05 de Octubre de 2015, de Mapa FES Aragón: http://www.aragon.unam.mx/unam/imgs/mapa_fes_aragon_2015.jpg

Facultad de Estudios Superiores Aragón. (2015). *Visita Guiada*. Recuperado el 06 de Octubre de 2015, de Mapa de la Facultad de Estudios Superiores Aragón: http://www.aragon.unam.mx/campus/visita/

Grupo Collado S.A. de C.V. (s.f.). *Grupo Collado*. Recuperado el 21 de Mayo de 2016, de Perfiles Comerciales PTR: www.collado.com.mx/productos/perfil-tubular-rectangular-ptr.html

Guerra García, J. C. (03 de Mayo de 2012). *Metereología y climatología*. Obtenido de Grupo de Ingeniería Hidrológica: http://jcguerra.webs.ull.es/docencia/meteorologia/docu/PT7.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). *Censos Económicos*. Obtenido de http://cuentame.inegi.org.mx/economia/parque/electricidad.html

Linares Zarco, J. (2011). *Muestra de alumnos por licenciatura de la Facultad de Estudios Superiores Aragón*. Nezahualcóyotl, Estado de México, México.

MPP Solar. (s.f.). *MPP Solar*. Recuperado el 13 de Julio de 2016, de Como eligir un regulador de carga solar: http://www.mpptsolar.com/es/como-elegir-regulador-de-carga-solar.html

National Semiconductor Corporation. (1992 de Agosto). *The Electronic Engineering World.* Recuperado el 03 de Septiembre de 2015, de LM196/LM396 10 Amp Adjustable Voltaje Regulator: https://www.google.com/url?q=http://datasheet.eeworld.com.cn/pdf/133572,TI,LM196.pdf&usd=2&usg=AFQjCNGj6hJ96gbZ_V_dMp2TmNtK4LwLsA

Power Sonic. (s.f.). *Power Sonic.* Recuperado el 09 de Marzo de 2016, de PS-12100 - 12 Volt 100.0 AH: http://www.power-sonic.com/

Scientifics Online. (s.f.). *Scientifics Online*. Recuperado el 04 de Mayo de 2016, de Radiometer: https://www.scientificsonline.com/media/3060082_1_1.1000x1000.jpg

Secretaria del medio ambiente. (s.f.). *Dirección de monitoreo atmosférico*. Recuperado el Agosto de 2015, de Radiación Solar (UVA): http://www.aire.df.gob.mx/default.php?opc=%27aKBhnmI=%27&opcion=bA==

Secretaria del medio ambiente. (s.f.). *Dirección de monitoreo atmosférico*. Recuperado el Agosto de 2015, de Radiación Solar (UVB): http://www.aire.df.gob.mx/default.php?opc=%27aKBhnmI=%27&opcion=bQ==

Silicon Solar. (04 de Septiembre de 2013). *What are Standard Test Conditions (STC)?* Obtenido de http://www.siliconsolar.com/what-are-standard-test-conditions-stc/

Solarever. (07 de Septiembre de 2013). *Solarever*. Recuperado el 20 de Agosto de 2015, de SE156*117-P-36: http://www.solarever.com.mx/

Soofa Corporation. (s.f.). *Soofa*. Recuperado el 04 de Junio de 2016, de Soofa Core: http://www.soofa.co/soofacore/

Tech Investing Daily. (02 de Abril de 2016). *Tech Investing Daily*. Obtenido de Special Report: Solar Technology: http://www.techinvestingdaily.com/report/solar-technology/1409

The Green Age. (30 de Marzo de 2016). *The Green Age*. Obtenido de Types of solar panel: http://www.thegreenage.co.uk/tech/types-of-solar-panel/

Unidad de Control de Gestión. (06 de Junio de 2012). *Comisión Federal de Electricidad*. Obtenido de http://web.archive.org/web/20120711043210/http://www.cfe.gob.mx/QuienesSomos/estadisticas/listadocentralesgeneradoras/Paginas/listadohidroelectricas.aspx

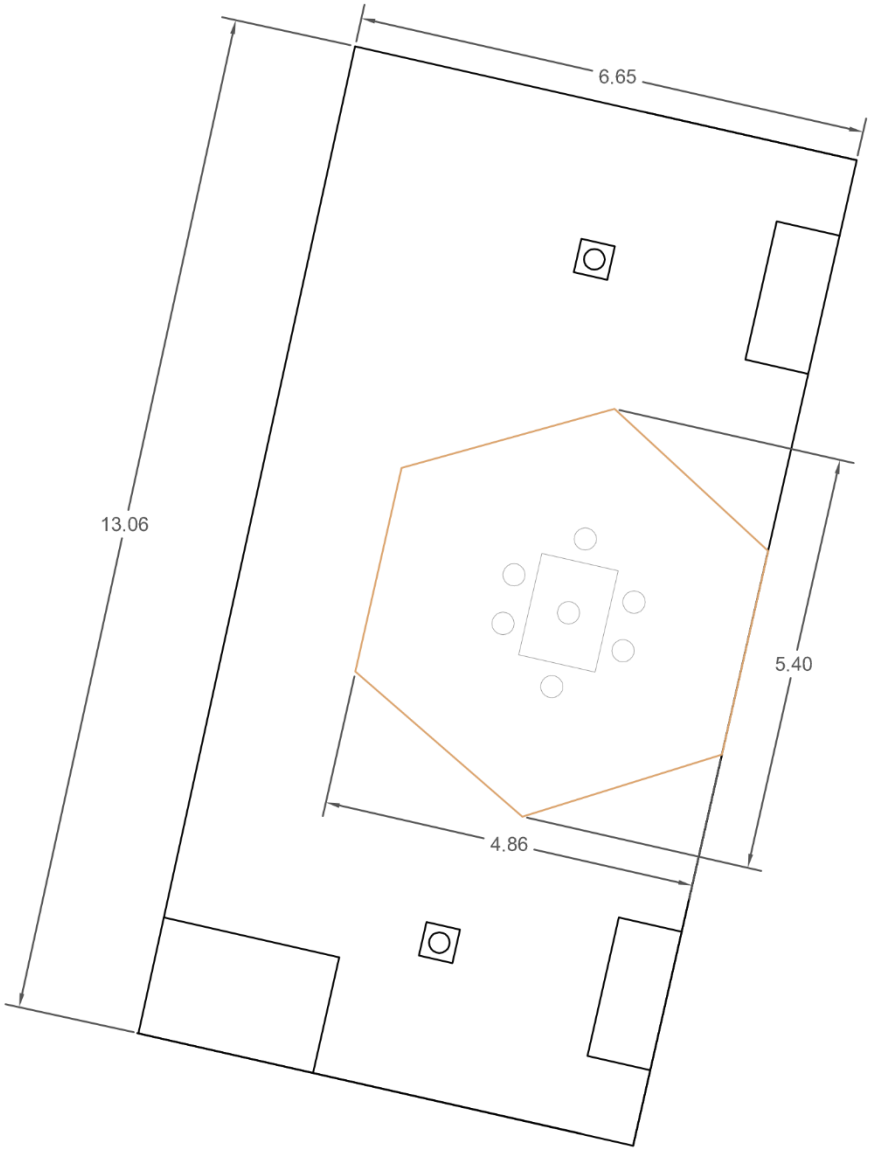
USBE Charger. (s.f.). *USBE*. Recuperado el 2016 de Junio de 2016, de Galería Usbe: http://usbecharger.com/galeria.html

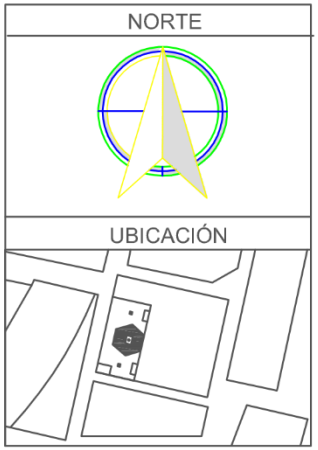
USBE Charger. (s.f.). *USBE*. Recuperado el 05 de Junio de 2016, de Personalización: http://usbecharger.com/personalizacion.html

Zamora Machado, M., Leyva Sánchez, E., & Lambert, A. (01 de Febrero de 2010). *"Recurso Eólico en Baja California"*. Obtenido de Revista Digital Universitaria: http://www.revista.unam.mx/vol.11/num2/art24/int24a.htm

Anexos.

Anexo 1.





Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: Integración de una instalación solar sobre mobiliario urbano de la FES Aragón

Pieza: Levantamiento del terreno

Plano No. :

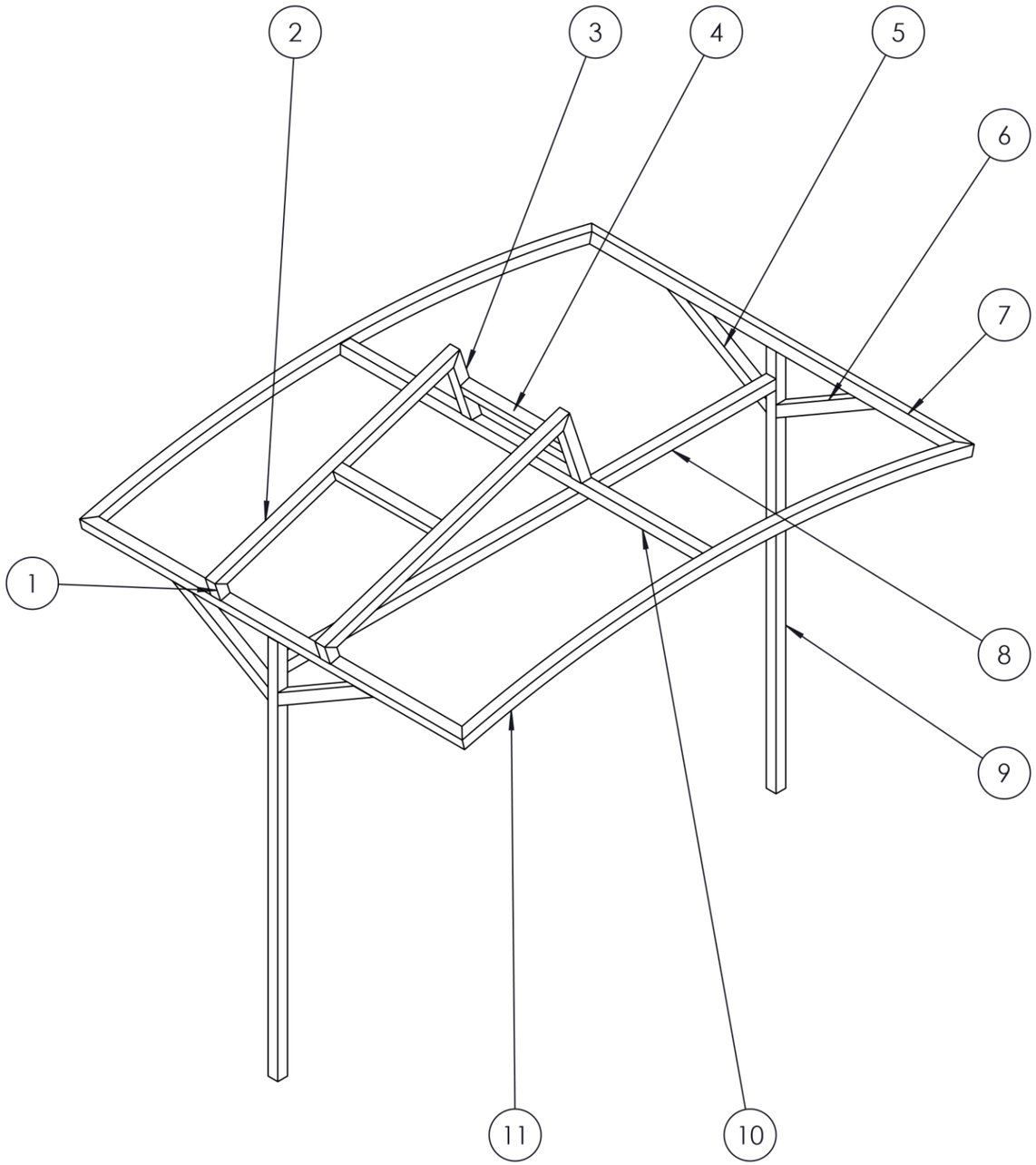
IMU-AGE-LEV

Dibujó : JLG	Cotas: M
Revisó: HMA	Escala: 1:100
Aprobó: HMA	Fecha Rev: 27 Junio 2016

ANSI A

La información contenida en este documento forma parte del acervo patrimonial del Club de Mecatrónica. Queda prohibido el uso indebido como la distribución con fines de lucro y la divulgación del contenido de este documento, así como también cualquier modificación a la información contenida en este, el préstamo plagio de los mismos. Para hacer uso del presente se requerirá la autorización previa del M. en I. Humberto Mancilla Alonso.

Anexo 2.



11	PTR 3"x3" Rojo - 4.01 m - Ø 8.2 m Techo	2
10	PTR 3"x3" Rojo - 2.85 m Techo	1
9	PTR 3"x3" Rojo - 3.0 m Base	2
8	PTR 3"x3" Rojo - 3.83 m Techo	1
7	PTR 3"x3" Rojo - 3.0 m Techo	2
6	PTR 3"x3" Rojo - 0.90 m Base 2	2
5	PTR 3"x3" Rojo - 0.90 m Base	2
4	PTR 3"x3" Rojo - 0.78 m Base Panel	2
3	PTR 3"x3" Rojo - 0.55 m Base Panel	2
2	PTR 3"x3" Rojo - 2.02 m Base Panel	2
1	PTR 3"x3" Rojo - 0.15 m Base Panel	2
N.° DE ELEMENTO	N.° DE PIEZA	CANTIDAD

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: Integración de una instalación solar sobre mobiliario urbano de la FES Aragón

Pieza: Arreglo General de la Estructura Metálica

Plano No. :

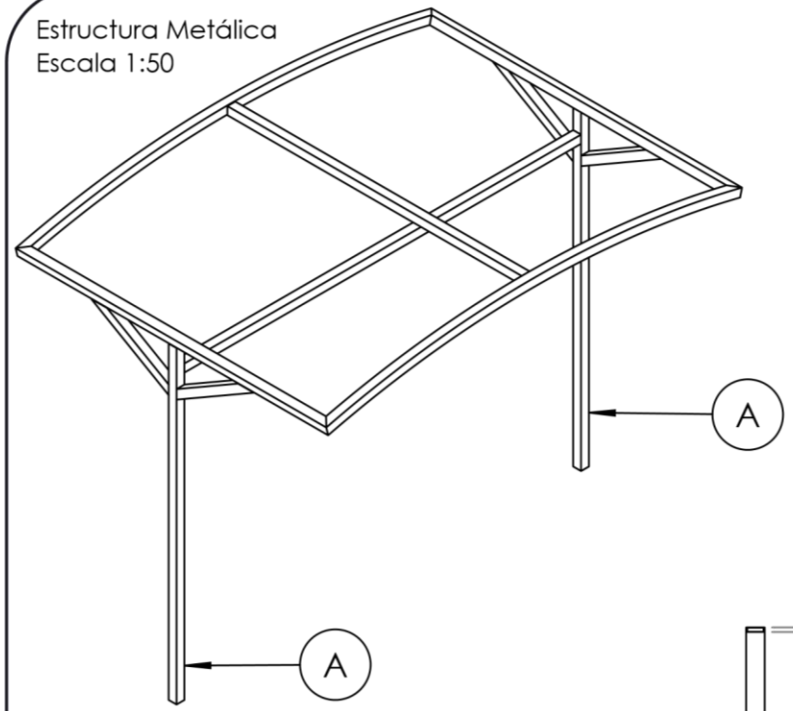
IMU-AGE-500

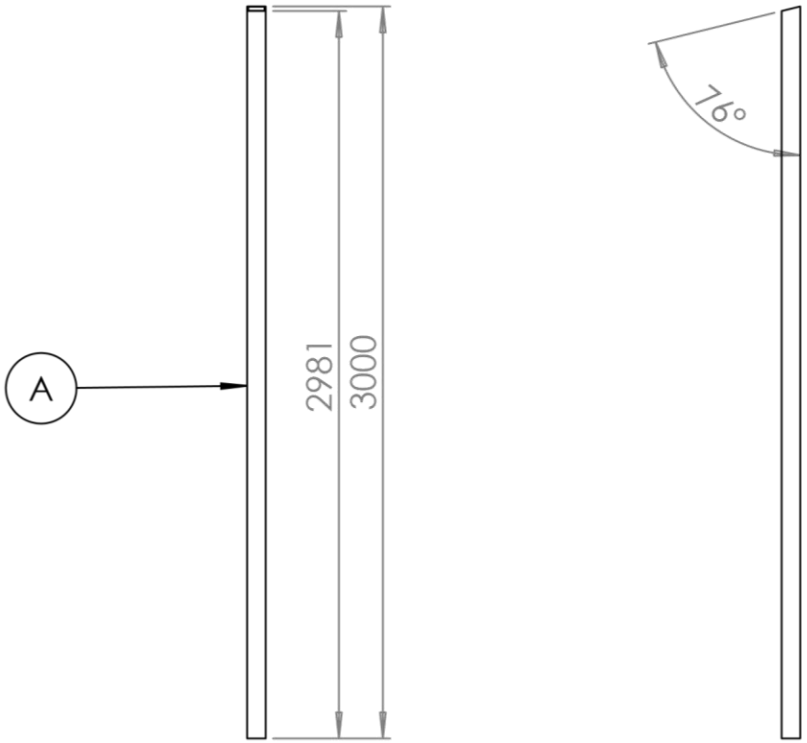
Dibujó: JLG	Cotas: N/A
Revisó: HMA	Escala: 1:30
Aprobó: HMA	Fecha Rev: 27 Junio 2016

ANSI B

La información contenida en este documento forma parte del acervo patrimonial del Club de Mecatrónica. Queda prohibido el uso indebido como la distribución con fines de lucro y la divulgación del contenido de este documento, así como también cualquier modificación a la información contenida en este, el préstamo plagio de los mismos. Para hacer uso del presente se requerirá la autorización previa del M. en I. Humberto Mancilla Alonso.

Estructura Metálica
Escala 1:50





Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: Integración de una instalación solar sobre mobiliario urbano de la FES Aragón

Pieza: Cortes de la Base de la Estructura Metálica

Plano No. :

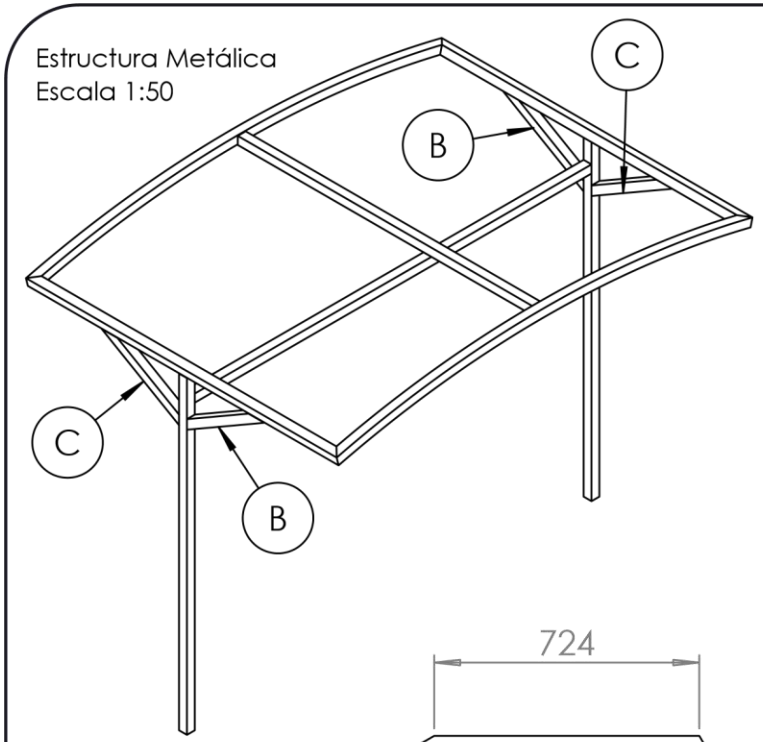
IMU-501

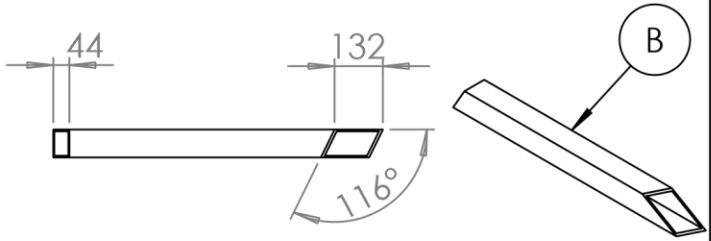
Dibujó: JLG	Cotas: mm
Revisó: HMA	Escala: 1:30
Aprobó: HMA	Fecha Rev: 27 Junio 2016

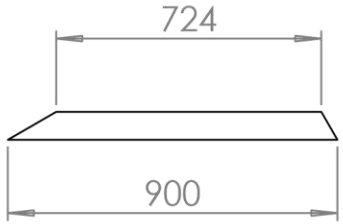
ANSI A

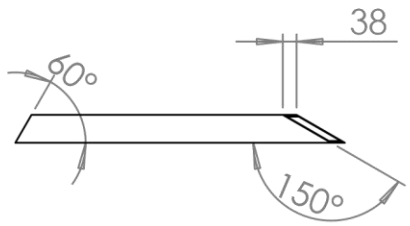
La información contenida en este documento forma parte del acervo patrimonial del Club de Mecatrónica. Queda prohibido el uso indebido como la distribución con fines de lucro y la divulgación del contenido de este documento, así como también cualquier modificación a la información contenida en este, el préstamo plagio de los mismos. Para hacer uso del presente se requerirá la autorización previa del M. en I. Humberto Mancilla Alonso.

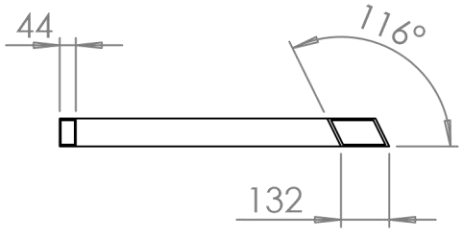
Estructura Metálica
Escala 1:50

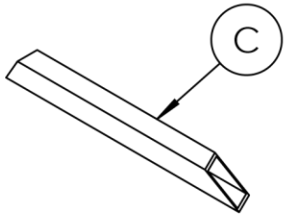


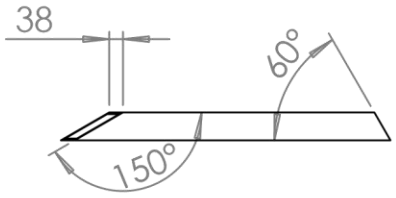


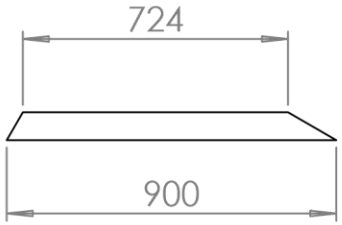












Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: Integración de una instalación solar sobre mobiliario urbano de la FES Aragón

Pieza: Cortes de la Base de la Estructuta Metálica

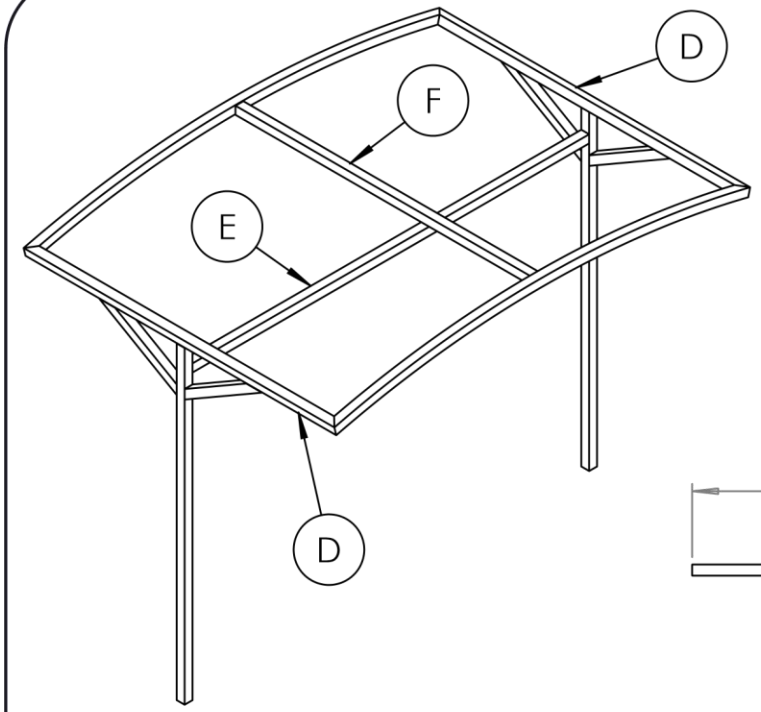
Plano No. :

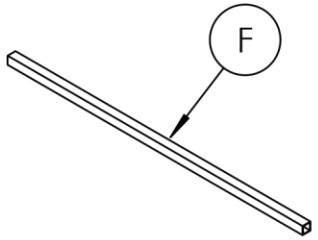
IMU-502

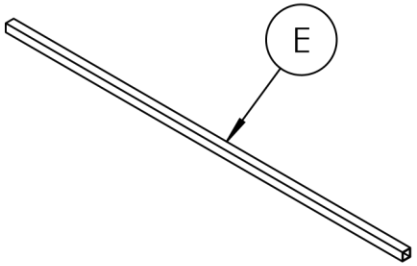
Dibujó: JLG	Cotas: mm
Revisó: HMA	Escala: 1:20
Aprobó: HMA	Fecha Rev: 27 Junio 2016

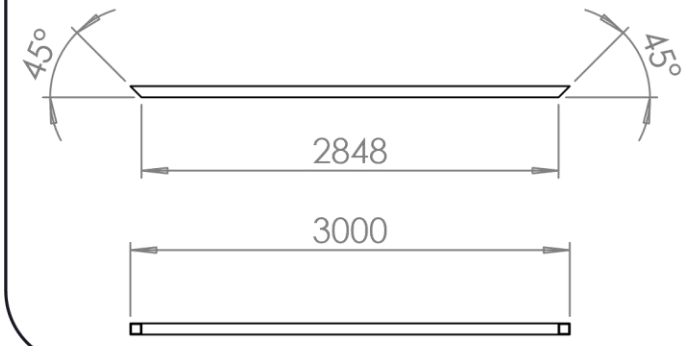
ANSI A

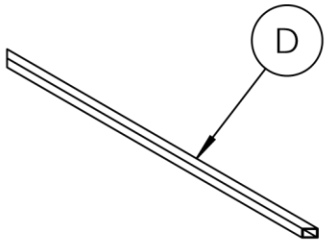
La información contenida en este documento forma parte del acervo patrimonial del Club de Mecatrónica. Queda prohibido el uso indebido como la distribución con fines de lucro y la divulgación del contenido de este documento, así como también cualquier modificación a la información contenida en este, el préstamo plagio de los mismos. Para hacer uso del presente se requerirá la autorización previa del M. en I. Humberto Mancilla Alonso.











Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: Integración de una instalación solar sobre mobiliario urbano de la FES Aragón

Pieza: Cortes de la Base de la Estructuta Metálica

Plano No. :

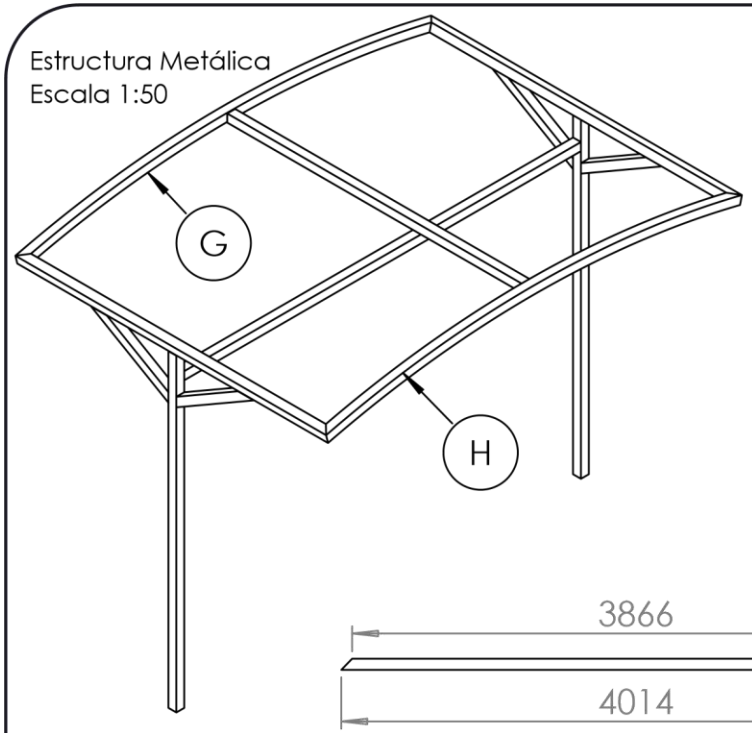
IMU-503

Dibujó: JLG	Cotas: mm
Revisó: HMA	Escala: 1:50
Aprobó: HMA	Fecha Rev: 27 Junio 2016

ANSI A

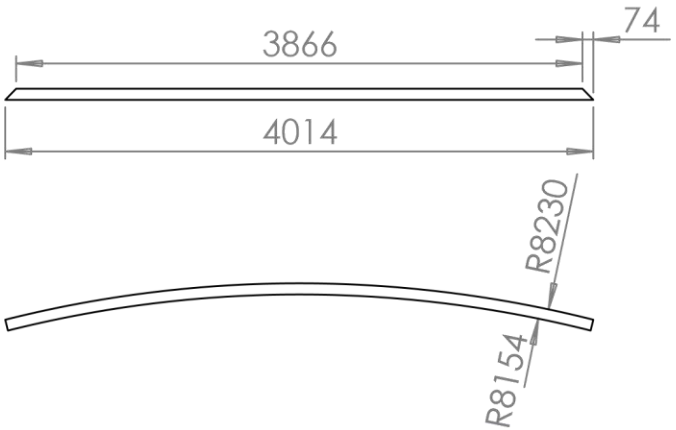
La información contenida en este documento forma parte del acervo patrimonial del Club de Mecatrónica. Queda prohibido el uso indebido como la distribución con fines de lucro y la divulgación del contenido de este documento, así como también cualquier modificación a la información contenida en este, el préstamo plagio de los mismos. Para hacer uso del presente se requerirá la autorización previa del M. en I. Humberto Mancilla Alonso.

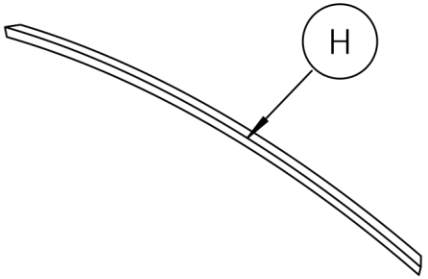
Estructura Metálica
Escala 1:50

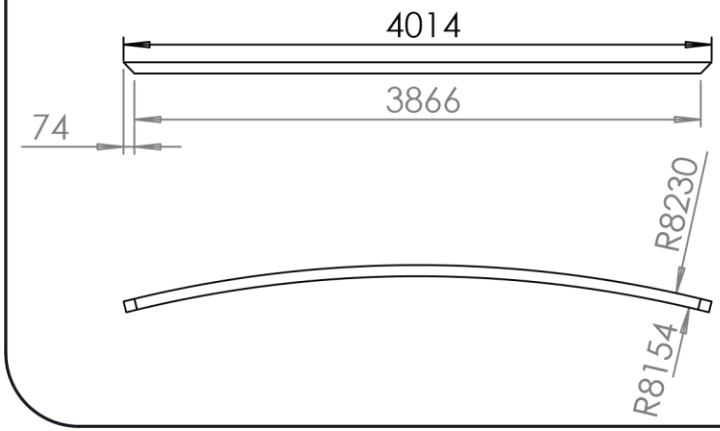


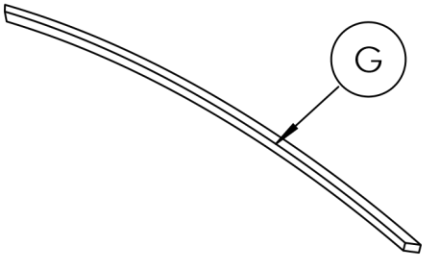
N1 Las piezas H y G se deben cortar a la medida indicada antes del proceso de rolado.

Operaciones del rolado
1. Medir perfil
2. Marcar perfil.
3. Cortar esquinas del perfil.
4. Rolar perfil.
5. Medir perfil









Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: Integración de una instalación solar sobre mobiliario urbano de la FES Aragón

Pieza: Cortes de la Base de la Estructuta Metálica

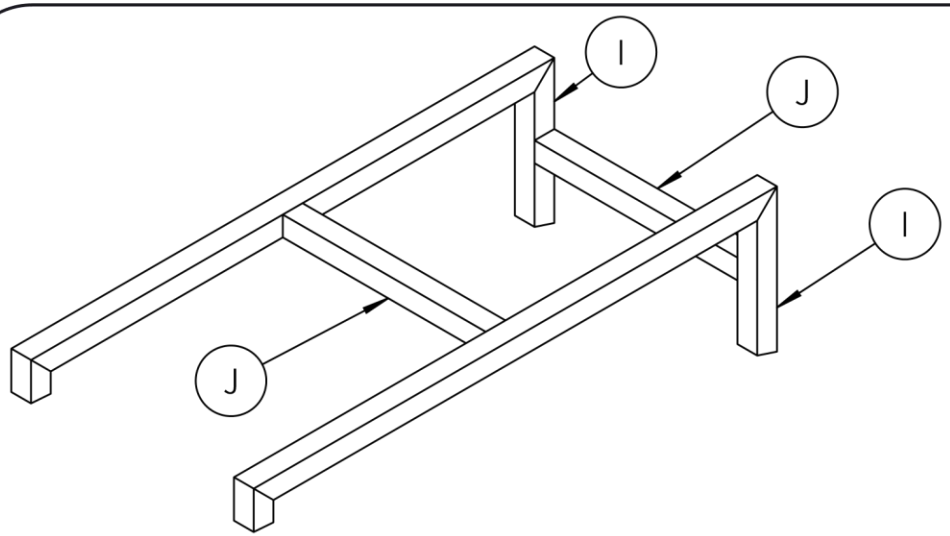
Plano No. :

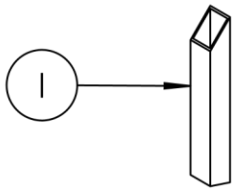
MES-504

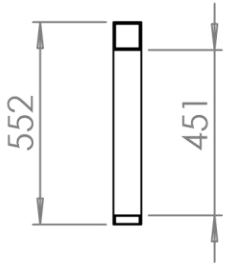
Dibujó: JLG	Cotas: mm
Revisó: HMA	Escala: 1:50
Aprobó: HMA	Fecha Rev: 27 Junio 2016

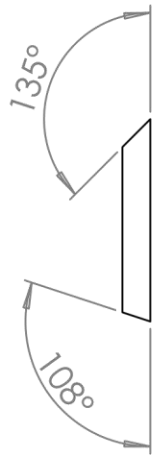
ANSI A

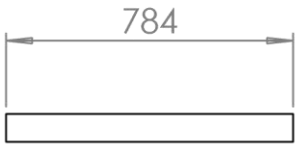
La información contenida en este documento forma parte del acervo patrimonial del Club de Mecatrónica. Queda prohibido el uso indebido como la distribución con fines de lucro y la divulgación del contenido de este documento, así como también cualquier modificación a la información contenida en este, el préstamo plagio de los mismos. Para hacer uso del presente se requerirá la autorización previa del M. en I. Humberto Mancilla Alonso.

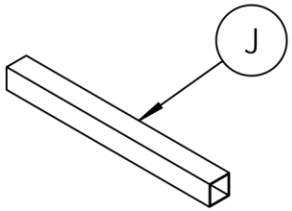


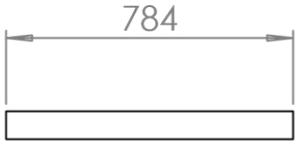












Nota: La pieza "J" puede cambiar su dimensión, se debe verificar con la ubicación de los barrenos del panel solar y centrarlos sobre la pieza de PTR.

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: Integración de una instalación solar sobre mobiliario urbano de la FES Aragón

Pieza: Cortes de la Base de los paneles solares

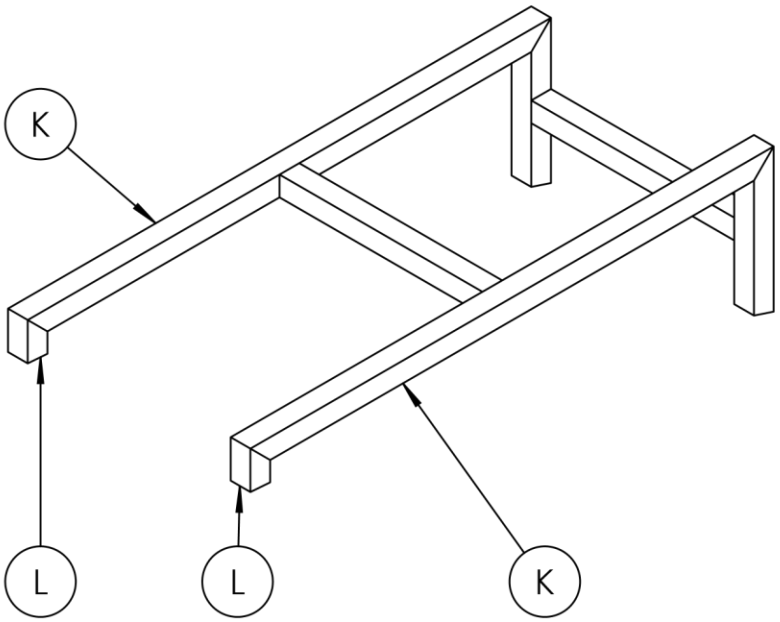
Plano No. :

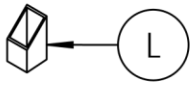
MES-505

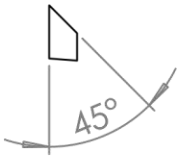
Dibujó: JLG	Cotas: mm
Revisó: HMA	Escala: 1:20
Aprobó: HMA	Fecha Rev: 27 Junio 2016

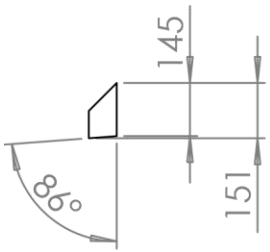
ANSI A

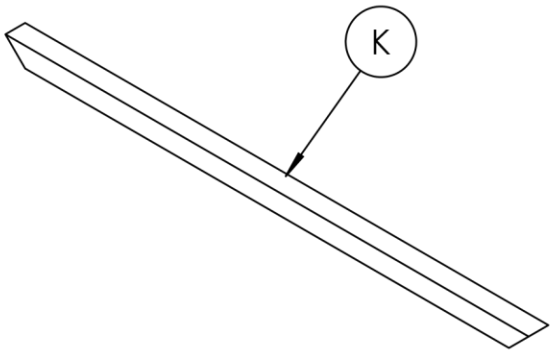
La información contenida en este documento forma parte del acervo patrimonial del Club de Mecatrónica. Queda prohibido el uso indebido como la distribución con fines de lucro y la divulgación del contenido de este documento, así como también cualquier modificación a la información contenida en este, el préstamo plagio de los mismos. Para hacer uso del presente se requerirá la autorización previa del M. en I. Humberto Mancilla Alonso.

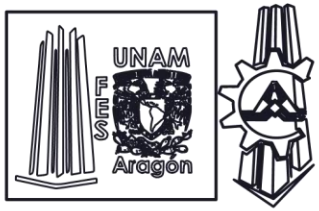












Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: Integración de una instalación solar sobre mobiliario urbano de la FES Aragón

Pieza: Cortes de la Base de los paneles solares

Plano No. :

MES-506

Dibujó: JLG	Cotas: mm
Revisó: HMA	Escala: 1:20
Aprobó: HMA	Fecha Rev: 27 Junio 2016

ANSI A

La información contenida en este documento forma parte del acervo patrimonial del Club de Mecatrónica. Queda prohibido el uso indebido como la distribución con fines de lucro y la divulgación del contenido de este documento, así como también cualquier modificación a la información contenida en este, el préstamo plagio de los mismos. Para hacer uso del presente se requerirá la autorización previa del M. en I. Humberto Mancilla Alonso.

Anexo 3.

ReneSola

Virtus II

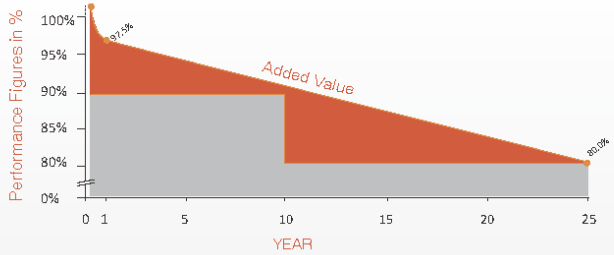
Virtus® II Module

250W, 255W, 260W

- High Module Conversion Efficiencies
- Easy Installation and Handling for Various Applications
- Mechanical Load Capability of up to 5400 Pa
- Conforms with IEC 61215:2005, IEC 61730:2004, UL 1703 PV Standards
- ISO9001, OHSAS18001, ISO14001 Certified
- Application Class A, Safety Class II, Fire Rating C

Also Applicable For Module With Black Frame

Guarantee



10-year material & workmanship

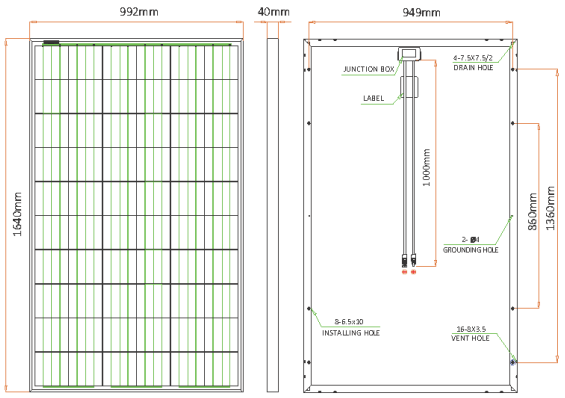
25-year linear power output

ReneSola.com

Virtus®II Module

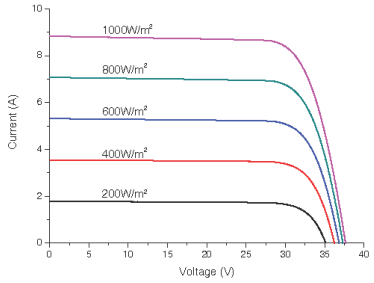
250W, 255W, 260W

Dimensions



Drawing Only for Reference

I-V Curves



Varied Irradiation Efficiencies

Irradiance	200W/m²	400W/m²	600W/m²	800W/m²	1000W/m²
Efficiency	15.8%	16.2%	16.2%	16.1%	16.0%

Electrical Characteristics STC	JC250M-24/Bb	JC255M-24/Bb	JC260M-24/Bb
Maximum Power (Pmax)	250 W	255 W	260 W
Power Tolerance	0 ~ +5W	0 ~ +5W	0 ~ +5W
Module Efficiency	15.4%	15.7%	16.0%
Maximum Power Current (Imp)	8.31 A	8.39 A	8.53 A
Maximum Power Voltage (Vmp)	30.1 V	30.4 V	30.5 V
Short Circuit Current (Isc)	8.83 A	8.86 A	8.95 A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.4 V	37.5 V	37.6 V

Values at Standard Test Conditions STC (AM1.5, Irradiance 1000W/m² , Cell Temperature 25°C)

Electrical Characteristics NOCT	JC250M-24/Bb	JC255M-24/Bb	JC260M-24/Bb
Maximum Power (Pmax)	185 W	189 W	193 W
Maximum Power Current (Imp)	6.57 A	6.63 A	6.74 A
Maximum Power Voltage (Vmp)	28.2 V	28.5 V	28.6 V
Short Circuit Current (Isc)	7.12 A	7.20 A	7.27 A
Open Circuit Voltage (Voc)	35.0 V	35.1 V	35.2 V

Values at Normal Operating Cell Temperature, Irradiance of 800 W/m² , AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s

Mechanical Characteristics

Cell Type	Virtus II (Polycrystalline) 156 x156 mm, 60 (6x10) pcs in series
Glass	High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminum Alloy
Junction Box	IP65/IP67 Rated, With Bypass Diodes
Dimension	*1640 x 992 x 40 mm
Output Cable	4 mm² (EU)/12 AWG (US), 1000 mm
Weight	19 kg
Installation Hole Location	See Drawing Above

Characteristics

Temperature Coefficient of Voc	-0.30%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.40%/°C
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C±2°C

Packing Information

Container	20' GP	40' GP	40' HQ
Pallets per Container	12	28	28
Pieces per Container	300	700	770

Maximum Ratings

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Maximum System Voltage	1000VDC (EU) / 600VDC (US)
Maximum Series Fuse Rating	20A (EU) / 20A (US)

Rev No: JC/TDS/2014.05 *Contact Renesola for tolerance specification
CAUTION: All rights reserved. Design and specification are subject to change without prior notice.

ReneSola.com

Datasheet_CML_ENG

Final Version

CML05, CML08, CML10, CML15, CML20

Solar Charge Controllers

- Battery State-of-Charge display with 3 LEDs
- Acoustic load disconnect pre-warning
- PWM-regulation (series type)
- Boost,Equalize and Float charging, also for VRLA
- Automatic 12/24 Volt detection
- Integrated temperature compensation
- Large terminals (up to 16mm² wire size)
- SOC and voltage controlled LVD
- Fully electronically protected

The CML series is a sophisticated solar charge controller family for low cost applications. The electronic circuit is equipped with a microcontroller that provides high-efficiency charging technology together with a number of outstanding status display, warning and safety functions.

The temperature-compensated three-stage PWM charging method (boost-equalization-float) is now adjustable to sealed and vented lead-acid batteries. The new version also allows an either SOC or voltage controlled low voltage disconnect function.

The battery status is clearly indicated by three LEDs.

As the first controller on the market in this price range it comes with an acoustic low voltage load disconnect pre-warning feature.

TYPE	CML05	CML08	CML10	CML15	CML20
Max. module current	5A	8A	10A	15A	20A
Max. load current	5A	8A	10A	15A	20A
System voltage	12/24V				
Self power consumption	<4mA				
Dimensions(WxHxD)	80x100x32mm				
Type of protection	IP22				

Phocos AG, Germany
info@phocos.com

Phocos China Ltd., China
info-china@phocos.com

Phocos India Solar Pvt. Ltd., India
info-india@phocos.com

Phocos Latin America S.R.L., Bolivia
info-latinamerica@phocos.com

Phocos Rep. Office Australia, Australia
info-australia@phocos.com

Phocos Rep. Office Brazil, Brazil
info-brazil@phocos.com

Phocos Rep. Office Eastern Africa, Kenya
info-easternafrica@phocos.com

Phocos Eastern Europe S.R.L., Romania
info-easterneurope@phocos.com

Phocos SEA Pte Ltd, Singapore
info-sea@phocos.com

Phocos Rep. Office South Africa
info-sadc@phocos.com

Phocos Tunisia
info-maghreb@phocos.com

Phocos USA
info-usa@phocos.com

20081106
Subject to change without notice

PS-121000 12 Volt 100.0 AH

Rechargeable Sealed Lead Acid Battery

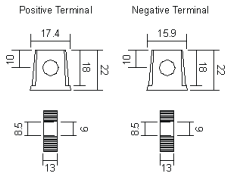
We've Got The Power.™

Features

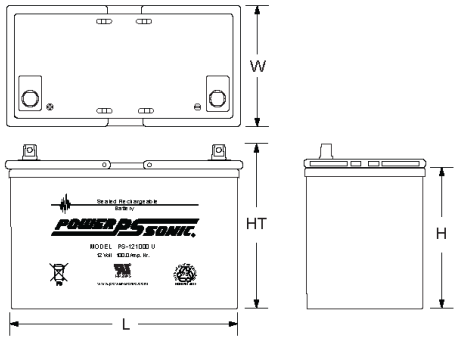
- Absorbent Glass Mat (AGM) technology for superior performance
- Valve regulated, spill proof construction allows safe operation in any position
- Power/volume ratio yielding unrivaled energy density
- Rugged impact resistant ABS case and cover (UL94-HB)
- Integrated ABS carrying handles for ease of movement
- Approved for transport by air. D.O.T., I.A.T.A., F.A.A. and C.A.B. certified
- U.L. recognized under file number MH 20845

Terminals (mm)

- U: Universal terminals: Heavy-duty posts with 'nut & bolt' fasteners



Physical Dimensions: in (mm)



L: 12.00 (305) **W:** 6.60 (168) **H:** 8.15 (207) **HT:** 8.98 (228)

Tolerances are +/- 0.04 in. (+/- 1mm) and +/- 0.08 in. (+/- 2mm) for height dimensions. All data subject to change without notice.

Performance Specifications

Nominal Voltage ..... 12 volts (6 cells)

Nominal Capacity

20-hr.	(5A to 10.50 volts)	100.0 AH
10-hr.	(9.2A to 10.50 volts)	92.0 AH
5-hr.	(15.8A to 10.20 volts)	79.0 AH
1-hr.	(55.2A to 9.00 volts)	55.2 AH
15-min.	(175A to 9.00 volts)	43.8 AH

Approximate Weight ..... 68.00 lbs. (30.84 kg)

Energy Density (20-hr. rate) ..... 1.86 W-h/in3 (113.45 W-h/l)

Specific Energy (20-hr. rate) ..... 17.65 W-h/lb (38.91 W-h/kg)

Internal Resistance (approx.) ..... 5 milliohms

Max Discharge Current (7 Min.) ..... 300.0 amperes

Max Short-Duration Discharge Current (7 Sec.) ..... 750.0 amperes

Shelf Life (% of nominal capacity at 68°F (20°C))

1 Month	97%
3 Months	91%
6 Months	83%

Operating Temperature Range

Charge	-4°F (-20°C) to 122°F (50°C)
Discharge	-40°F (-40°C) to 140°F (60°C)

Case ..... ABS Plastic

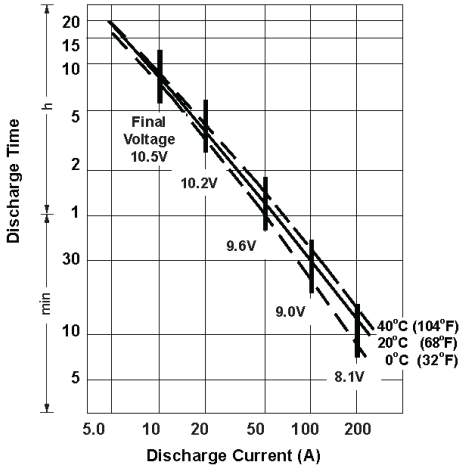
Power-Sonic Chargers PSC-1210000A-C

To ensure safe and efficient operation always refer to the latest edition of our Technical Manual, as published on our website.
All data subject to change without notice.

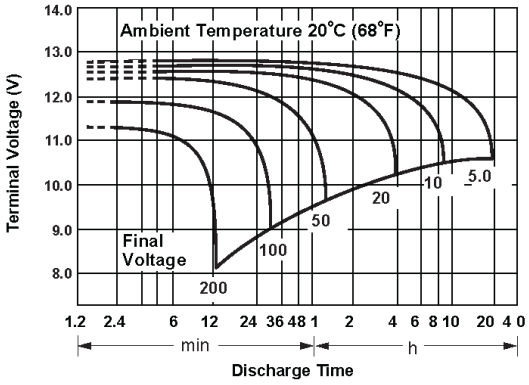
www.power-sonic.com

Constant Power Discharge Ratings								
MODEL	FINAL VOLTAGE	WATTS PER CELL @ 25° C						
		5 MIN	10 MIN	15 MIN	20 MIN	30 MIN	45 MIN	60 MIN
PS-121000	1.75	550	395	312	267	207	152	128
	1.70	586	413	324	277	212	155	129
	1.67	605	421	330	283	215	158	130

Discharge Time vs. Discharge Current



Discharge Characteristics



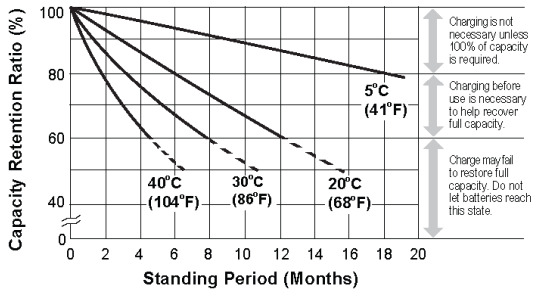
Charging

Cycle Applications: Limit initial current to 20A. Charge until battery voltage (under charge) reaches 14.4 to 14.7 volts at 68°F (20°C). Hold at 14.4 to 14.7 volts until current drops to under 1A. Battery is fully charged under these conditions, and charger should be disconnected or switched to "float" voltage.

"Float" or "Stand-By" Service: Hold battery across constant voltage source of 13.5 to 13.8 volts continuously. When held at this voltage, the battery will seek its own current level and maintain itself in a fully charged condition.

Note: Due to the self-discharge characteristics of this type of battery, it is imperative that they be charged within 6 months of storage, otherwise permanent loss of capacity might occur as a result of sulfation.

Shelf Life & Storage



Chargers

Power-Sonic offers a wide range of chargers suitable for batteries up to 100AH. Please refer to the Charger Selection Guide in our specification sheets for "C-Series Switch Mode Chargers" and "Transformer Type A and F Series". Please contact our Technical department for advice if you have difficulty in locating suitable models.

Further Information

Please refer to our website www.power-sonic.com for a complete range of useful downloads, such as product catalogs, material safety data sheets (MSDS), ISO certification, etc..

Contact Information www.power-sonic.com

DOMESTIC SALES	CUSTOMER SERVICE	TECHNICAL SUPPORT	INTERNATIONAL SALES
Tel: +1-619-661-2020	Tel: +1-619-661-2030	Tel: +1-619-661-2020	Tel: +1-650-364-5001
Fax: +1-619-661-3650	Fax: +1-619-661-3648	Fax: +1-619-661-3648	Fax: +1-650-366-3662
national-sales@power-sonic.com	customer-service@power-sonic.com	support@power-sonic.com	battery@power-sonic.com

CORPORATE OFFICE • 7550 Panasonic Way • San Diego, CA 92154 • USA • Tel: +1-619-661-2020 • Fax: +1-619-661-3650

408 1M

samlexamerica 300W

DC-AC Inverter
Pure Sine Wave

Model
PST-30S-12A
12 VDC-120 VAC
PST-30S-24A
24 VDC-120 VAC

Design Features

- High efficiency
- Low battery voltage alarm
- LED indicators for power and protections
- Protections: input low voltage, input over voltage, over temperature, over load, short circuit
- Low idle power draw
- Comes with cigar lighter plug

2 YEAR WARRANTY

	MODEL NO.	PST-30S-12A	PST-30S-24A
OUTPUT	POWER, CONTINUOUS	300 Watts	300 Watts
	POWER, SURGE (FOR <1 SEC)	500 Watts	500 Watts
	OUTPUT VOLTAGE	120 VAC +/- 3%	120 VAC +/- 3%
	OUTPUT FREQUENCY	60 Hz	60 Hz
	OUTPUT VOLTAGE WAVEFORM	Pure Sine Wave	Pure Sine Wave
	TOTAL HARMONIC DISTORTION	< 3%	< 3%
INPUT	INPUT VOLTAGE	10.5 to 16.5 VDC	21 to 33 V DC
	INPUT CURRENT AT NO LOAD	< 700 mA	< 400 mA
	LOW INPUT VOLTAGE WARNING ALARM	10.5 V	21 V
	LOW INPUT VOLTAGE SHUT-DOWN	10 V	20 V
	HIGH INPUT VOLTAGE SHUT-DOWN	16.5 V	33 V
	OPERATING AMBIENT TEMPERATURE	0 to 40°C +/- 5°C	0 to 40°C +/- 5°C
	PEAK EFFICIENCY	85%	85%
	COOLING	Temperature Controlled Fan	
CONNECTIONS	INPUT	Tubular type screwdown terminals	
	OUTPUT	1 x Standard North American Outlet (NEMA 5-15R)	
	DC SIDE INPUT FUSE	40 A	20 A
GENERAL	DIMENSIONS, MM (L x W x H)	214 x 146 x 65 mm	214 x 146 x 65 mm
	DIMENSIONS, INCHES (L x W x H)	8.5 x 5.8 x 2.6"	8.5 x 5.8 x 2.6"
	WEIGHT, KG	1.5	1.5
	WEIGHT, LB	3.3	3.3

NOTE: Specifications are subject to change without notice

samlexamerica 600W

DC-AC Inverter
Pure Sine Wave

Model
PST-600-12
12 VDC- 120 VAC
PST-600-24
24 VDC- 120 VAC

Design Features

- High efficiency
- Temperature controlled cooling fan – reduces energy consumption
- Low interference
- Wide operating DC input range: 10.7 - 16.5 VDC / 21.4 - 33.0 VDC
- Commercial grade design suitable for heavy duty loads, long periods of continuous operation & for emergency back up
- UPC – Universal Protection Circuit: low voltage, over voltage, over temperature, over load and short circuit.
- Low idle power draw
- Dual GFCI protected AC outlets
- Optional remote control (sold separately): Model RC-15A
- Comes with pin-type battery cable lugs
- Safety certified to UL standards, FCC compliant

2 YEAR WARRANTY

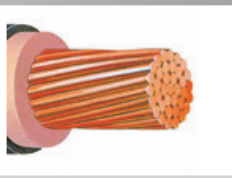
	MODEL NO.	PST-600-12	PST-600-24
OUTPUT	OUTPUT VOLTAGE	120 VAC ± 3%	120 VAC ± 3%
	MAXIMUM OUTPUT CURRENT	5.1A	5.1A
	OUTPUT FREQUENCY	60 Hz ± 1%	60 Hz ± 1%
	TYPE OF OUTPUT WAVEFORM	Pure Sine Wave	Pure Sine Wave
	TOTAL HARMONIC DISTORTION OF OUTPUT WAVEFORM	< 3%	< 3%
	CONTINUOUS OUTPUT POWER (At Power Factor = 1)	600 Watts	600 Watts
	SURGE OUTPUT POWER (At Power Factor = 1; < 2 secs)	1000 Watts	1000 Watts
	PEAK EFFICIENCY	85%	85%
	AC OUTPUT CONNECTIONS	NEMA5-20R GFCI Duplex Outlets	NEMA5-20R GFCI Duplex Outlets
INPUT	NOMINAL DC INPUT VOLTAGE	12V	24V
	DC INPUT VOLTAGE RANGE	10.7 - 16.5 VDC	21.4 - 33 VDC
	MAXIMUM INPUT CURRENT	80A	40A
	DC INPUT CURRENT AT NO LOAD	< 600 mA	< 450 mA
	DC INPUT CONNECTIONS	Tubular Type Screw Down Terminals	Tubular Type Screw Down Terminals
DISPLAY	LED	Power, Overload, Over Temperature	Power, Overload, Over Temperature
PROTECTIONS	LOW DC INPUT VOLTAGE ALARM	10.7V	21.4V
	LOW DC INPUT VOLTAGE SHUTDOWN	10V	20V
	HIGH DC INPUT VOLTAGE SHUTDOWN	16.5V	33V
	SHORT CIRCUIT SHUTDOWN	Yes	Yes
	OVERLOAD SHUTDOWN	Yes	Yes
	GROUND FAULT SHUTDOWN	Yes	Yes
	OVER TEMPERATURE SHUTDOWN	Yes	Yes
	REVERSE POLARITY ON DC INPUT SIDE	Yes	Yes
REMOTE	WIRED REMOTE CONTROL (OPTIONAL)	RC-15A (sold separately)	
COOLING	FORCED AIR COOLING	Temperature Controlled Fan	Temperature Controlled Fan
COMPLIANCE	SAFETY	Intertek - ETL Listed. Conforms to ANSI/UL Standard 458.	
	EMI / EMC	FCC Part 15(B), Class B	
ENVIRONMENT	OPERATING TEMPERATURE RANGE	0°C to 40°C / 32°F to 107°F	0°C to 40°C / 32°F to 107°F
DIMENSIONS	(L X W X H), MM	276.2 x 240.6 x 82	276.2 x 240.6 x 82
	(L X W X H), INCHES	10.87 x 9.47 x 3.23	10.87 x 9.47 x 3.23
WEIGHT	KG	2.7	2.7
	LBS	5.9	5.9

NOTE: Specifications are subject to change without notice

12001-PST-600-12-24-0613

Alambres y Cables para Baja Tensión

Alambres y Cables RHH / RHW-2 EPR+CP o CPE



600 V
90°C

DESCRIPCIÓN GENERAL

Alambre o cable de cobre suave, con aislamiento termofijo de etileno propileno (EPR) y cubierta termofija de polietileno clorado (CPE) o polietileno clorosulfonado (CSPE o CP).

ESPECIFICACIONES

- Los alambres y cables Viakon® RHH/RHW-2, SR y CT, EPR+CP o EPR+CPE cumplen con las siguientes especificaciones:
- NOM-001-SEDE Instalaciones eléctricas (utilización).
- NOM-063-SCFI Productos eléctricos- conductores - requisitos de seguridad.
- NMX-J-451-ANCE Cables de energía de baja tensión con aislamiento de polietileno de cadena cruzada o a base de etileno propileno, para instalaciones hasta 600 V.
- Nota: Para productos con aprobación UL 44, consulte a nuestro Departamento de Ingeniería.

CERTIFICACIONES

PRINCIPALES APLICACIONES

- Los alambres y cables RHH/RHW-2 son productos de uso general para sistemas de distribución a baja tensión e iluminación, en instalaciones industriales con atmósferas altamente contaminadas y
- corrosivas como siderúrgicas, plantas químicas, fábricas de cemento, refinerías, etc.
- Por cumplir las pruebas correspondientes, portan las marcas SR y CT según requisitos de la NOM-001-SEDE

CARACTERíSTICAS

- Tensión máxima de operación: 600 V.
- Temperaturas máximas de operación en el conductor:
- 90°C En ambiente seco o húmedo.
- 130°C En emergencia.
- 250°C En corto circuito.
- Nota: La condición de emergencia se limita a 1 500 h acumulativas durante la vida del cable y no más

Copyright © 2013 Conductores Monterrey S.A. de C.V. Derechos reservados.

- de 100 h en periodos de doce meses consecutivos. Las condiciones de corto circuito en el conductor se basan en lo indicado por la norma ICEA P-32-382.

VENTAJAS

- Satisfacen la prueba de resistencia a la propagación de la Flama FV-2 (NMX-J-192).
- Apropiados para instalarse en lugares mojados, húmedos o secos.
- Ofrecen excelentes características eléctricas, físicas y mecánicas.
- Su cubierta de material termofijo lo hace muy resistente al maltrato mecánico y a los agentes químicos.
- Resistente a la luz solar.
- Cumplen la prueba de resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos colocados en charola vertical (NMX-J-498), y la prueba de resistencia a la intemperie del aislamiento o la cubierta de conductores eléctricos (NMX-J-553).

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

- Se fabrican en los siguientes calibres y clasificaciones:
- Alambres de 2,082 a 5,260 mm2 (14 a 10 AWG)
- Cables de 2,082 al 506,7 mm2 (14 AWG a 1 000 kcmil)
- Características de no propagación de la flama.
- Cubierta color negro que lo hace resistente a la luz solar.
- Para cables con cubierta de color diferente al negro consultar a nuestro departamento de ventas.
- La marca SR aplica en todos los calibres, solamente en color negro.
- La marca CT aplica en calibres 4 AWG y mayores, en todos los colores.

Copyright © 2013 Conductores Monterrey S.A. de C.V. Derechos reservados.

Alambres y Cables RHH / RHW-2 EPR+CP o CPE

ALAMBRE VIAKON® RHH/RHW-2, EPR+CP o CPE, 600 V, 90 ° C									
Núm de artículo	Designación	Área nominal de la sección transversal	Espesor nominal del aislamiento	Espesor nominal de la cubierta exterior	Diámetro exterior aproximado	Peso total aproximado	Capacidad de conducción de corriente* Ampere		
	AWG	mm²	mm	mm	mm	kg/100 m	60°C	75°C	90°C
CP70	14	2,082	0,76	0,38	4,1	4	20	20	25
CP71	12	3,307	0,76	0,38	4,6	5	25	25	30
CP72	10	5,260	0,76	0,38	5,1	7	30	35	40

*** Basada en la tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE para una temperatura ambiente de 30°C.**

NOTA: Las dimensiones y pesos están sujetos a tolerancias de manufactura.

Copyright © 2012 Conductores Monterrey S.A. de C.V. Derechos reservados.

*

Anexo 4.

Paneles

conermex
te conecta con el sol

Módulo EGE 260 W policristalino

Información general

- Desempeño a Baja Iluminación
- Certificación TUV
- Durabilidad en condiciones extremas
- 25 años — Garantía de desempeño
- 3% positivo — Tolerancia positiva

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS		
Tipo de celda	Policristalina 156×156mm (6 pulgadas)	
Número y arreglo de celdas	60 (6x10)	
Dimensiones	1650 x 992 x 40mm	
Peso	19 kg	
Vidrio frontal	3.2mm vidrio templado	
Marco	Aluminio anodizado	
Caja de conexiones	IP67 Rated	
Cables externos	TÜV 1x4.0mm^2, longitud:900mm	
COEFICIENTES DE TEMPERATURA	**STC**	**NOCT**
Coeficiente de temperatura Pmax	260 Wp	193 Wp
Voltaje máxima potencia (Vmp)	31.1 V	28.7 V
Potencia máxima STC (Pmax)	8.37 A	6.71 A
Voltaje de circuito abierto (Voc)	38.1 V	35.2 V
Corriente corto circuito (Isc)	8.98 A	7.31 A
Eficiencia de módulo STC	15.89%	
Temperatura de operación	-40ºC~+85ºC	
Sistema de voltaje máximo	1000VCD (IEC)	
Corriente máxima del fusible en serie	15 A	
Tolerancia de potencia	0~+3%	
Coeficiente de temperatura de Pmax	-0.41%/ºC	
Coeficiente de temperatura de Voc	-0.31%/ºC	
Coeficiente de temperatura de Isc	0.06%/ºC	
Temperatura nominal de operación de celda (NOCT)	45ºC ± 2ºC	
STC	Irradiación: 1000W/m^2, Temperatura de celda:25ºC	
	AM: 1.5	
NOCT	Irradiación: 800W/m^2, Temperatura de celda:20ºC	
	AM: 1.5, Velocidad del viento: 1m/s	

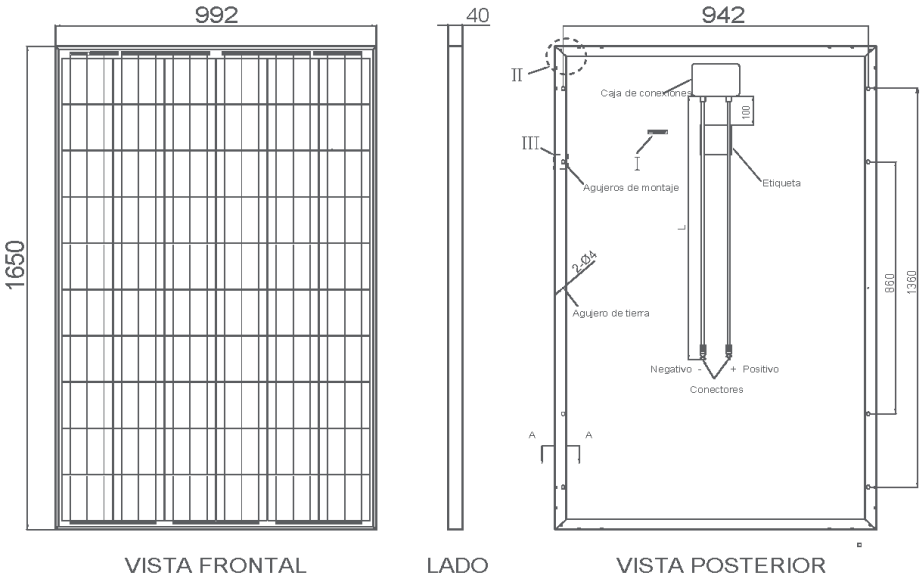
Paneles

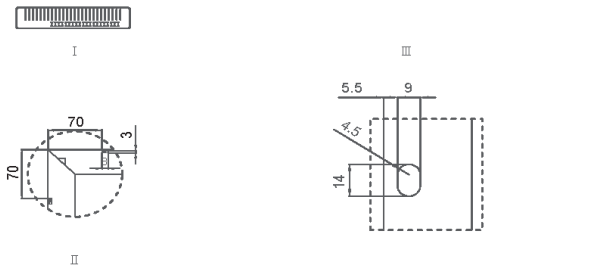
www.conermex.com.mx | info@conermex.com.mx | Lada 01-800-363-7441

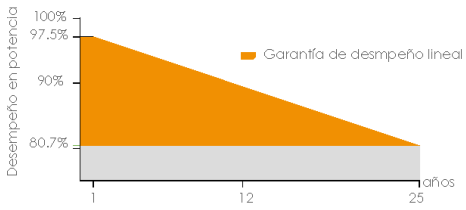
Módulo EGE 260 W policristalino

conermex
te conecta con el sol

Dimensiones







Paneles

CX48 V series (20 – 40 A)

Solar Charge Controller with LC Display

- LCD - Charge and discharge status display
- Audible alert before load disconnect
- Load status indicator
- 5 load disconnect algorithms
- Four- stage PWM charging (series type)
- Integrated temperature compensation
- Full electronic protection

The CX48 Series offers outstanding features for its class: Along with a PWM charge controller with integrated temperature compensation, the CX controller comes equipped with an extensive range of control, programming and safety functions. The battery charge status is continuously displayed via a bar graph, including the input and output current of the battery as well as the load status (e.g. overloading, load short circuiting). The deep discharge protection mode has 5 settings: two fixed voltages, two charging states or adaptive (for battery protection). An audible alarm and a programmable nightlight function are standard on all CX controllers.

www.phocos.com

Phocos AG
Magirus-Deutz-Str. 12
89077 Ulm, Germany

Tel. +49 731 9380688-0
Fax +49 731 9380688-50

CX48 V series (20 – 40 A)

Solar Charge Controller with LC Display

Type	CX48 20	CX48 40
System voltage	24/48 V auto recognition	
Max. charge/load current	20 A	40 A
Float charge	27.4/54.8 V (25 °C)	
Main charge	28.8/57.6 V (25 °C), 30 min. (daily)	
Boost charge	28.8/57.6 V (25 °C), 2 h	
	Activation: battery voltage < 24.6/49.2 V	
Equalization	29.6/59.2 V (25 °C), 2 h	
	Activation: battery voltage < 24.2/48.4 V	
Deep discharge protection:		
State of charge dependent	A: 22.8 – 23.8 V / 45.6 – 47.6 V	
	B: 22.0 – 23.5 V / 44.0 – 47.0 V	
Voltage dependent	A: 22.0/44 V	
	B: 23/46 V	
Adaptive	22.0 – 24.4 V / 44.0 – 48.8 V	
Reconnect level	25.6/51.2 V	
Overvoltage protection	31.0/62.0 V	
Undervoltage protection	21.0/42 V	
Max. panel voltage	50 V in 24 V system	
(Overvoltage protection by varistor)	95 V in 48 V system	
Max. PV Voc.	90 V	
Temperature compensation	–50 mV/K at 24 V	
(Charge voltage)	–100 mV/K at 48 V	
Self consumption	< 10 mA	
Grounding	Positive grounding	
Ambient temperature	–20 to +50 °C	
Max. height	4,000 m above sea level	
Battery type	Lead acid GEL, AGM, flooded	
Wire cross section	=< 16 mm²	
Weight	348 g	365 g
Dimensions (W x H x D)	110 x 92 x 58 mm	
Type of protection	IP22	

www.phocos.com

Phocos AG
Magirus-Deutz-Str. 12
89077 Ulm, Germany
Phone +49 731 9380688-0
Fax +49 731 9380688-50

EnergyCell™ Nano-Carbon Series

Partial State of Charge (PSoC) Energy Storage Technology

Front Terminal

Top Terminal

- Safe, maintenance-free convenience
- Maximize overall cycle life by up to 44% versus traditional VRLA deep cycle batteries
- 95% round trip efficiency
- 2 year full replacement warranty in PSoC applications
- Optimized for use with OutBack's IBR, OBE, OBE-FT and IBE enclosure and racking solutions
- For energy arbitrage/self-consumption applications

With limited sun hours for proper recharging of standard deep cycle batteries, the need for a PSoC technology is greatly needed. This advanced technology will allow for extended life of a battery in self-consumption applications.

Nano-Carbon offers all the safety and convenience of a VRLA battery with the cycling benefits of advanced energy storage. Maintaining the capacity of the Nano-Carbon battery in a 30-80% state of charge can maximize your overall cycle life by up to 44% versus a traditional VRLA deep cycle battery.

The Nano-Carbon is an enhanced and optimized negative active material formulation which makes it more than just a carbon additive. The high surface area carbon is a specially formulated additive for improving the negative active material in lead-acid batteries. Carbon increases conductivity and adds additional capacitance to the battery. Nano-Carbon improves charge efficiency and allows PSoC operation with improved deep discharge recovery.

IBE-1 and IBR-3 Enclosures with EnergyCell Nano-Carbon Batteries

OutBack reserves the right to make changes to the products and information contained in this document without notice.
Copyright © 2015 OutBack Power. All Rights Reserved. OutBack is a registered trademark of The Alpha Group.

EnergyCell Nano-Carbon Specifications

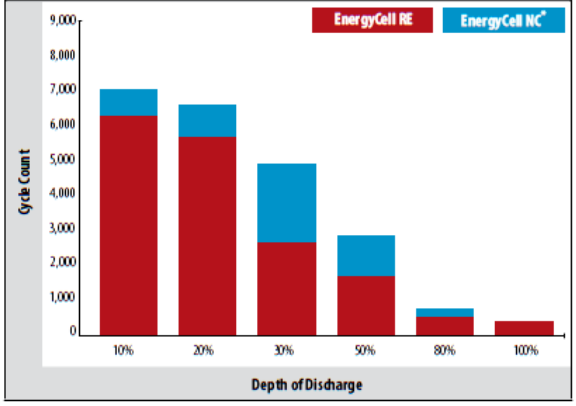
08/2015

	Top Terminal	Front Terminal	
Models:	**EnergyCell 106NC**	**EnergyCell 170NC**	**EnergyCell 200NC**
Cells per Unit	6	6	6
Voltage per Unit	12VDC	12VDC	12VDC
Operating Temperature Range (w/Temperature Compensation)	**Discharge:** -40 to 71°C (-40 to 160°F) **Charge:** -23 to 60°C (-10 to 140°F)	**Discharge:** -40 to 71°C (-40 to 160°F) **Charge:** -23 to 60°C (-10 to 140°F)	**Discharge:** -40 to 71°C (-40 to 160°F) **Charge:** -23 to 60°C (-10 to 140°F)
Optimal Operating Temperature Range	23 to 27°C (74 to 80°F)	23 to 27°C (74 to 80°F)	23 to 27°C (74 to 80°F)
Recommended Maximum Charging Current Limit per String	30ADC	46ADC	53ADC
Float Charging Voltage	13.62VDC unit average at 25°C (77°F)	13.62VDC / unit average at 25°C (77°F)	13.62VDC / unit average at 25°C (77°F)
Equalization and Cycle Service Charging Limits	14.4VDC unit average at 25°C (77°F)	14.4VDC / unit average at 25°C (77°F)	14.4VDC / unit average at 25°C (77°F)
Self Discharge	Battery can be stored up to 6 months at 25°C (77°F) before a freshening charge is required. Batteries stored at temperatures greater than 25°C (77°F) will require recharge sooner than batteries stored at lower temperatures.		
Temperature Compensation Factor (Charging)	5mV per °C per cell (2V)	5mV per °C per cell (2V)	5mV per °C per cell (2V)
Terminal	Threaded copper alloy insert terminal to accept ¼"-20 UNC bolt	Threaded copper alloy insert terminal to accept ¼"-20 UNC bolt	Threaded copper alloy insert terminal to accept ¼"-20 UNC bolt
Terminal Hardware Initial Torque	110in-lbs (12.4Nm)	110in-lbs (12.4Nm)	110in-lbs (12.4Nm)
Weight (lb/kg)	69 / 31	115 / 52	131 / 60
Dimensions H x D x W (in/cm)*	8.52 x 13.42 x 6.80 / 216.4 x 340.9 x 172.7	11.14 x 22.01 x 4.95 / 283 x 55.9 x 12.6	12.60 x 22.01 x 4.95 / 320 x 55.09 x 12.6

* Batteries to be installed with 0.5 in (12.7 mm) spacing minimum and free air ventilation.

	12 V Ampere Hour Capacity to 1.75 Volts Per Cell at 77°F (25°C)										
Discharge in Hours:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**8**	**12**	**20**	**24**	**48**	**100**
EnergyCell 106NC	49.2	61.5	70	76	80.6	89	94.2	100	101	102.6	106
EnergyCell 170NC	89.1	103.5	114.2	120.6	125.9	137	145.3	153.8	157	163.6	170
EnergyCell 200NC	103	120	132	139.6	145.5	158.4	168	178	181.4	189.6	200

EnergyCell RE vs EnergyCell NC Cycle Life Improvement



* Assumes partial state of charge (PSoC) operation at 50-80%.

OutBack POWER
Member of The Solar Group
www.outbackpower.com

Worldwide Corporate Offices

North America	Latin America	Europe	Asia Pacific
Tel: +1 360.435.6030	Tel: +1 561.792.9651	Tel: +49 9122.79889.0	Tel: +852 2736.8663
Fax: +1 360.435.6019	Fax: +1 561.792.7157	Fax: +49 9122.79889.21	Fax: +852 2199.7988

AVAILABLE FROM

samlexamerica 450W

Inversor de Onda Sinusoidal Modificada CD-CA

Modelo
SAM-450-12
12 VCD
115 VCA

Características del diseño:

- Puerto de Carga USB: 5 VCD, 2.1A
- Compacto diseño con enchufe tipo encendedor de cigarrillos incluido
- Ventilador controlado por carga
- Alarma indicadora de baja batería
- Circuito de protección universal: Batería, térmica, cortocircuito, sobrecarga, falla de tierra.
- Tecnología de encendido suave
- Tecnología de superficie fresca
- Modo de ahorro de energía
- Tecnología de baja interferencia

GARANTÍA

Intertek

	MODELO NO.	SAM-450-12
ENTRADA	VOLTAJE DE LA BATERIA DEL SISTEMA	12 VCD
	VOLTAJE NOMINAL DE ENTRADA	12.5 VCD
	RANGO DEL VOLTAJE DE ENTRADA	10.5 a 15.0 (+/- 0.5) VCD
	CORRIENTE DE ENTRADA EN ENERGIA CONTINUA	41.3A a 43.3A
	CORRIENTE DE ENTRADA SIN ENERGIA	0.25A a 0.35A
SALIDA	SALIDA DEL VOLTAJE EN FORMA DE ONDA	Onda Sinusoidal Modificada
	VOLTAJE DE SALIDA	115 VCA
	REGULACION DE VOLTAJE DE SALIDA	+ 10% / - 2%
	FRECUENCIA DE SALIDA	60 Hz +/- 5%
	SALIDA DE CORRIENTE CONTINUA (CARGA RESISTIVA)	450W
	SALIDA DE CORRIENTE PARA PICOS (< 1 SEG, CARGA RESISTIVA)	900W
	PUNTO MAS ALTO DE EFICIENCIA (A 50% DE ENERGIA CONTINUA)	90%
	PUERTO DE CARGA USB	5 VCD, 2.1 Amp
PROTECCIONES	ALARMA DE BAJA ENTRADA DE VOLTAJE	Si (10.8 + / - 0.3 VCD)
	APAGADO DE BAJA ENTRADA DE VOLTAJE	10.5 +/- 0.3 VCD
	APAGADO DE ALTA ENTRADA DE VOLTAJE	Si. (> 15.5 VCD)
	APAGADO DE SOBRECARGA	Se cierra en condiciones de apagado. Reinicio manual al presionar el botón de ON/OFF (ENCENDIDO/APAGADO)
	APAGADO DE ALTA TEMPERATURA	Si (Auto-reinicio)
	VENTILADOR DE ENFRIAMIENTO, CARGA CONTROLADA, ENCENDIDO A	8 a 12W
	PROTECCION DE FUGA	Si (Apagado)
CONEXIONES	FUSIBLE DE ENTRADA INTERNA, 32V	70A
	CONEXION DE ENTRADA	Tuerca y Tornillo
	CONEXIÓN DE SALIDA – NO DE RECIPIENTES NEMA5-15R	2
	PUERTO DE CONTROL REMOTO	No
GENERAL	RANGO DE TEMPERATURA DE OPERACION	0°C a 25°C a 100% de carga; 26°C a 35°C a 80% de carga 32°F a 77°F a 100% de carga; 78.8°F a 95°F a 80% de carga
	HUMEDAD DE OPERACION	< 80%
	UNION DEL CHASIS NEUTRAL	No. El neutral es flotante
	DIMENSIONES, MM (LX Anch X Alt)	151 x 154 x 56.5
	DIMENSIONES, PULGADAS (LX Anch X Alt)	6.0 x 6.1 x 2.2
	PESO, KGS	.6
	PESO, LB	1.3

NOTA: Las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.

12002-SAM-450-12-1113 ES

samlexamerica 800W

Inversor de Onda Sinusoidal Modificada CD-CA

Modelo
SAM-800-12
12 VCD
115 VCA

Características del diseño:

- Puerto de Carga USB: 5 VCD, 2.1 Amp
- Compacto diseño con enchufe tipo encendedor de cigarrillos incluido
- Ventilador controlado por carga
- Alarma indicadora de baja batería
- Circuito de protección universal: Batería, térmica, cortocircuito, sobrecarga, falla de tierra.
- Tecnología de encendido suave
- Tecnología de superficie fresca
- Modo de ahorro de energía
- Tecnología de baja interferencia

GARANTÍA

Intertek

	MODELO NO.	SAM-800-12
ENTRADA	VOLTAJE DE LA BATERIA DEL SISTEMA	12 VCD
	VOLTAJE NOMINAL DE ENTRADA	12.5 VCD
	RANGO DEL VOLTAJE DE ENTRADA	10.5 a 15.0 (+/- 0.5) VCD
	CORRIENTE DE ENTRADA EN ENERGIA CONTINUA	72A a 75A
	CORRIENTE DE ENTRADA SIN ENERGIA	0.25A a 0.35A
SALIDA	SALIDA DEL VOLTAJE EN FORMA DE ONDA	Onda Sinusoidal Modificada
	VOLTAJE DE SALIDA	115 VCA
	REGULACION DE VOLTAJE DE SALIDA	+ 10% / - 2%
	FRECUENCIA DE SALIDA	60 Hz +/- 5%
	SALIDA DE CORRIENTE CONTINUA (CARGA RESISTIVA)	800W
	SALIDA DE CORRIENTE PARA PICOS (< 1 SEG, CARGA RESISTIVA)	1600W
	PUNTO MAS ALTO DE EFICIENCIA (A 50% DE ENERGIA CONTINUA)	90%
	PUERTO DE CARGA USB	5 VCD, 2.1 Amp
PROTECCIONES	ALARMA DE BAJA ENTRADA DE VOLTAJE	Si (10.8 + / - 0.3 VCD)
	APAGADO DE BAJA ENTRADA DE VOLTAJE	10.5 +/- 0.3 VCD
	APAGADO DE ALTA ENTRADA DE VOLTAJE	Si. (> 15.5 VCD)
	APAGADO DE SOBRECARGA	Se cierra en condiciones de apagado. Reinicio manual al presionar el botón de ON/OFF (ENCENDIDO/APAGADO)
	APAGADO DE ALTA TEMPERATURA	Si (Auto-reinicio)
	VENTILADOR DE ENFRIAMIENTO, CARGA CONTROLADA, ENCENDIDO A	35 a 45W
	PROTECCION DE FUGA	Si (Apagado)
CONEXIONES	FUSIBLE DE ENTRADA INTERNA, 32V	105A (3 x 35A)
	CONEXION DE ENTRADA	Tuerca y Tornillo
	CONEXIÓN DE SALIDA – NO DE RECIPIENTES NEMA5-15R	2
	PUERTO DE CONTROL REMOTO	No
GENERAL	RANGO DE TEMPERATURA DE OPERACION	0°C a 25°C a 100% de carga; 26°C a 35°C a 80% de carga 32°F a 77°F a 100% de carga; 78.8°F a 95°F a 80% de carga
	HUMEDAD DE OPERACION	< 80%
	UNION DEL CHASIS NEUTRAL	No. El neutral es flotante
	DIMENSIONES, MM (LX Anch X Alt)	218 x 180 x 59
	DIMENSIONES, PULGADAS (LX Anch X Alt)	8.6 x 7 x 2.4
	PESO, KGS	1.32
	PESO, LB	2.91

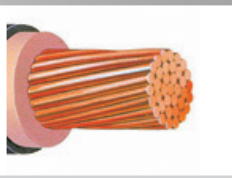
NOTA: Las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.

12002-SAM-800-12-1113 ES

Para ver una selección completa de los Productos Samlex, visite nuestra página de internet: www.samlexamerica.com
ó envíenos su correo electrónico a: sales@samlexamerica.com

Alambres y Cables para Baja Tensión

Alambres y Cables RHH / RHW-2 EPR+CP o CPE



600 V
90°C

DESCRIPCIÓN GENERAL

Alambre o cable de cobre suave, con aislamiento termofijo de etileno propileno (EPR) y cubierta termofija de polietileno clorado (CPE) o polietileno clorosulfonado (CSPE o CP).

ESPECIFICACIONES

- Los alambres y cables Viakon® RHH/RHW-2, SR y CT, EPR+CP o EPR+CPE cumplen con las siguientes especificaciones:
- NOM-001-SEDE Instalaciones eléctricas (utilización).
- NOM-063-SCFI Productos eléctricos- conductores - requisitos de seguridad.
- NMX-J-451-ANCE Cables de energía de baja tensión con aislamiento de polietileno de cadena cruzada o a base de etileno propileno, para instalaciones hasta 600 V.
- Nota: Para productos con aprobación UL 44, consulte a nuestro Departamento de Ingeniería.

CERTIFICACIONES

PRINCIPALES APLICACIONES

- Los alambres y cables RHH/RHW-2 son productos de uso general para sistemas de distribución a baja tensión e iluminación, en instalaciones industriales con atmósferas altamente contaminadas y
- corrosivas como siderúrgicas, plantas químicas, fábricas de cemento, refinerías, etc.
- Por cumplir las pruebas correspondientes, portan las marcas SR y CT según requisitos de la NOM-001-SEDE

CARACTERíSTICAS

- Tensión máxima de operación: 600 V.
- Temperaturas máximas de operación en el conductor:
- 90°C En ambiente seco o húmedo.
- 130°C En emergencia.
- 250°C En corto circuito.
- Nota: La condición de emergencia se limita a 1 500 h acumulativas durante la vida del cable y no más

Copyright © 2013 Conductores Monterrey S.A. de C.V. Derechos reservados.

- de 100 h en periodos de doce meses consecutivos. Las condiciones de corto circuito en el conductor se basan en lo indicado por la norma ICEA P-32-382.

VENTAJAS

- Satisfacen la prueba de resistencia a la propagación de la Flama FV-2 (NMX-J-192).
- Apropiados para instalarse en lugares mojados, húmedos o secos.
- Ofrecen excelentes características eléctricas, físicas y mecánicas.
- Su cubierta de material termofijo lo hace muy resistente al maltrato mecánico y a los agentes químicos.
- Resistente a la luz solar.
- Cumplen la prueba de resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos colocados en charola vertical (NMX-J-498), y la prueba de resistencia a la intemperie del aislamiento o la cubierta de conductores eléctricos (NMX-J-553).

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

- Se fabrican en los siguientes calibres y clasificaciones:
- Alambres de 2,082 a 5,260 mm2 (14 a 10 AWG)
- Cables de 2,082 al 506,7 mm2 (14 AWG a 1 000 kcmil)
- Características de no propagación de la flama.
- Cubierta color negro que lo hace resistente a la luz solar.
- Para cables con cubierta de color diferente al negro consultar a nuestro departamento de ventas.
- La marca SR aplica en todos los calibres, solamente en color negro.
- La marca CT aplica en calibres 4 AWG y mayores, en todos los colores.

Copyright © 2013 Conductores Monterrey S.A. de C.V. Derechos reservados.

Alambres y Cables RHH / RHW-2 EPR+CP o CPE

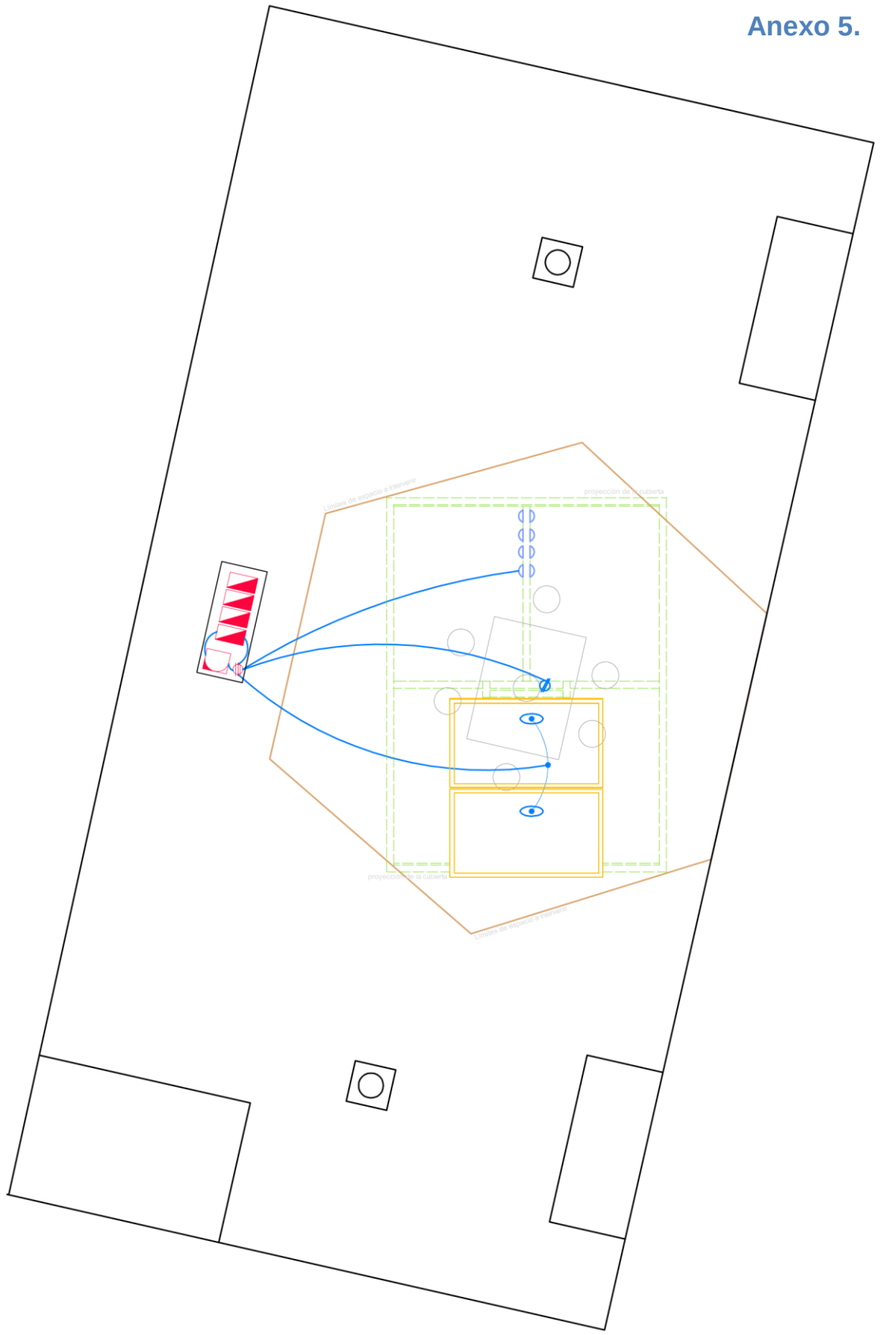
ALAMBRE VIAKON® RHH/RHW-2, EPR+CP o CPE, 600 V, 90 ° C									
Núm de artículo	Designación	Área nominal de la sección transversal	Espesor nominal del aislamiento	Espesor nominal de la cubierta exterior	Diámetro exterior aproximado	Peso total aproximado	Capacidad de conducción de corriente* Ampere		
	AWG	mm²	mm	mm	mm	kg/100 m	60°C	75°C	90°C
CP70	14	2,082	0,76	0,38	4,1	4	20	20	25
CP71	12	3,307	0,76	0,38	4,6	5	25	25	30
CP72	10	5,260	0,76	0,38	5,1	7	30	35	40

*** Basada en la tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE para una temperatura ambiente de 30°C.**

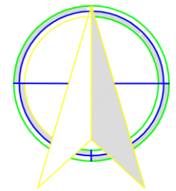
NOTA: Las dimensiones y pesos están sujetos a tolerancias de manufactura.

Copyright © 2012 Conductores Monterrey S.A. de C.V. Derechos reservados.

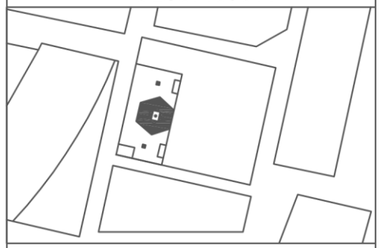
Anexo 5.



NORTE



UBICACIÓN



SIMBOLOGÍA Y NOTAS

- 2 Paneles solares en Paralelo (Se conectan los dos paneles en el diagrama de instalación)
- 1 Toma corriente que tendra, contactos normales y USB (posible 2 y 3 respectivamente)
- 1 Controlador de carga
- 4 Baterías en serie (En el diagrama se conecta solo una de las 4)
- 1 Inversor de Corriente directa a corriente alterna
- 1 Tira de luminarias LED (una tira de 1 metro por cada lado del perfil, se conecta solo un "led" en el diagrama)

NOTA: Al ser PTR se quiere que la instalación electrica pase por dentro del perfil y al llegar a la caja con los componentes electricos sea subterranea)

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: Integración de una instalación solar sobre mobiliario urbano de la FES Aragón

Pieza: Diagrama de la instalación eléctrica

Plano No. :

IMU-AGE-600

Dibujó : JLG	Cotas: N/A
Revisó: HMA	Escala: 1:70
Aprobó: HMA	Fecha Rev: 27 Junio 2016

ANSI B

La información contenida en este documento forma parte del acervo patrimonial del Club de Mecatrónica. Queda prohibido el uso indebido como la distribución con fines de lucro y la divulgación del contenido de este documento, así como también cualquier modificación a la información contenida en este, el préstamo plagio de los mismos. Para hacer uso del presente se requerirá la autorización previa del M. en I. Humberto Mancilla Alonso.