

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Diseño de vehículo eléctrico solar de uso urbano

INFORME TÉCNICO

Flores Sánchez Verónica

Departamento de Ingeniería en Mantenimiento Industrial
Cuerpo Académico de Mantenimiento Industrial

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



INDICE

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	4
OBJETO Y ALCANCE	4
METODOLOGÍA	4
RESULTADOS	6
ESTUDIO Y PRUEBAS DEL PROTOTIPO	9
ESTUDIO Y PRUEBAS SISTEMA ELÉCTRICO DE VEHÍCULO	9
MOTOR	9
TRANSMISIÓN	15
ESTUDIO DEL SISTEMA DE CENTRO DE CARGA	16
ESTUDIO DE LA RADIACIÓN DISPONIBLE EN CUITLÁHUAC VERACRUZ MÉXICO	16
RADIACIÓN GLOBAL MEDIDA EN CUITLÁHUAC VERACRUZ CON UN PIRANÓMETRO CLASE II.	16
DATOS DE RADIACIÓN GLOBAL DEL MES DE MAYO DEL 2013, MEDIDOS EN CUITLÁHUAC, VER.	17
DATOS DE RADIACIÓN GLOBAL DEL MES DE JUNIO DEL 2013, MEDIDOS EN CUITLÁHUAC, VER.	18
DATOS DE RADIACIÓN GLOBAL DEL MES DE JULIO DEL 2013, MEDIDOS EN CUITLÁHUAC, VER.	19
DATOS DE RADIACIÓN GLOBAL DEL MES DE AGOSTO DEL 2013, MEDIDOS EN CUITLÁHUAC, VER.	20
DATOS DE RADIACIÓN GLOBAL DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL 2013, MEDIDOS EN CUITLÁHUAC, VER.	21
PROMEDIO MENSUAL DE LOS DATOS DE RADIACIÓN GLOBAL.	24
INTEGRACIÓN DE LOS DATOS DE RADIACIÓN MEDIANTE TRNSYS.	27
SISTEMA DE RECARGA FOTOVOLTAICO	30
SISTEMA FOTOVOLTAICO.	30
INTRODUCCION	4
OBJETO Y ALCANCE	4
DISEÑO Y ESTUDIO DEL PROTOTIPO	9
DISEÑO ESQUEMA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE VEHÍCULO	9
MOTO	9
BATERÍAS.....;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	

SISTEMA ALUMBRADO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TRANSMISIÓN	15
SISTEMA DE DIRECCIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
SUSPENSION MAGPERSON	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
SISTEMA DE FRENOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
DISEÑO DEL SISTEMA DE CENTRO DE CARGA	16
SISTEMA DE RECARGA FOTOVOLTAICO	30
SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	30
GENERACIÓN	31
TRANSFORMACIÓN.....	32
CONSUMO/CARGA/DISTRIBUCIÓN	32
PÉRDIDAS Y DISEÑO	33
ESTUDIO DE LA RADIACIÓN DISPONIBLE EN CUITLÁHUAC VERACRUZ MÉXICO.....	16
RADIACIÓN GLOBAL MEDIDA EN CUITLÁHUAC VERACRUZ CON UN PIRANÓMETRO CLASE II.....	16
DATOS DE RADIACIÓN GLOBAL DEL MES DE MAYO DEL 2013, MEDIDOS EN CUITLÁHUAC, VER.....	17
DATOS DE RADIACIÓN GLOBAL DEL MES DE JUNIO DEL 2013, MEDIDOS EN CUITLÁHUAC, VER.	18
DATOS DE RADIACIÓN GLOBAL DEL MES DE JULIO DEL 2013, MEDIDOS EN CUITLÁHUAC, VER.....	19
DATOS DE RADIACIÓN GLOBAL DEL MES DE AGOSTO DEL 2013, MEDIDOS EN CUITLÁHUAC, VER.....	20
DATOS DE RADIACIÓN GLOBAL DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL 2013, MEDIDOS EN CUITLÁHUAC, VER.	21
PROMEDIO MENSUAL DE LOS DATOS DE RADIACIÓN GLOBAL.	24
INTEGRACIÓN DE LOS DATOS DE RADIACIÓN MEDIANTE TRNSYS.	27

INTRODUCCIÒN

Hoy en día, experimentamos en un mundo dominado completamente por energía, se produce y consume energía para varias actividades que realizamos día a día como protegernos, alimentarnos e incluso para ampliar nuestros conocimientos, construir nuestro mundo y sobre todo para desplazarnos.

Los Investigadores, conscientes del agotamiento del petróleo y de los impactos derivados de su consumo han iniciado una serie de innovaciones tecnológicas en el sector de la automatización desde los coches híbridos hasta los vehículos eléctricos. En los siguientes años seremos espectadores de todos los cambios que construirán una verdadera revolución energética en el sector del automóvil. No solo es posible sino inevitable.

OBJETO Y ALCANCE

Este Proyecto tiene como objetivo generar un prototipo de un vehículo eléctrico de uso urbano impulsado por energía solar la cual será proporcionada por un centro de recarga fotovoltaica, de igual manera se deben generar los manuales de mantenimiento, operación y ensamblado para el prototipo así como para el centro de carga, estos manuales están enfocados a cada uno de los sistemas que lo componen cada una de las partes del prototipo. Dentro de los alcances esperados para este proyecto se contemplan 3 tesis desarrolladas en base al diseño y la construcción del proyecto así mismo se tienen 2 artículos programados para ser publicados en diferentes tapices de esta índole.

METODOLOGÍA

Diseño: Se establece el diseño exterior e interior, se documentan los requisitos técnicos de los componentes a desarrollar o adquirir.

Aspectos a considerar:

- Mecánica (tren motriz, sistema de frenado, chasis, carcasa)
- Eléctrica (encendido, iluminación interior y exterior,
- Interconexión de celdas a baterías), el ensamble de los componentes (Motor, baterías, asientos, dirección motriz)
- Aerodinámica (resistencia y fricción del aire y agua)
- Medio ambiente y seguridad deben ser tomados en cuenta. -Selección de Componentes en función del rendimiento final.
- Peso del Vehículo. -Caja de cambios.
- Frenos.
- Tipo de tracción.
- Tamaño y firmeza del vehículo.
- Aire acondicionado (A considerar)
- Potencia del motor eléctrico.
- Capacidad de baterías. -Capacidad de celdas. -Centro de carga.
- Sistema cambio de baterías bajo SMED.

Construcción: El diseño de un sistema inicia básicamente con la concepción de los requerimientos del usuario final de acuerdo a las siguiente:

- Fundición de piezas. -Fabricación de carrocería.
- Estructura de carrocería: Suelo y habitáculo del motor Paredes laterales Techo Puertas Paneles solares Estructura mecánica, eléctrica
- Pintura Pruebas y mejora Evaluación del sistema de carga.

Evaluación de prototipo VE (Velocidad, carga, recorrido, transmisión, eje, arnes). Se realizan las mejoras al centro de carga y VE de acuerdo al desempeño.

Finalmente se entregan los prototipos y manuales de fabricación y evaluación de estos.

RESULTADOS

En la etapa 1 se entregó el diseño de VE y la validación de los componentes de este; se igual forma de valido el diseño del centro de carga.

En la etapa 2 se debe construir el VE y centro de carga a un 60% dicho avance no fue posible debido a que no se compraron los materiales para realizar el ensamble; por consiguiente únicamente se pudo realizar las siguientes actividades:

- ✓ Armado de Tubular
- ✓ Unión chasis a tubular
- ✓ Cambio de suspensión
- ✓ Cambio de frenos
- ✓ Montaje de dirección
- ✓ Montaje de Tren de Transmisión

En la siguiente imagen se puede ver el avance que se tiene del prototipo:



Ilustración 1: Avance de prototipo en un 25%

Quedando pendiente lo siguiente:

- ✓ Montaje de sistema electrónico interior
- ✓ Montaje de sistema electrónico exterior
- ✓ Prueba y ajuste de sistemas electrónicos
- ✓ Anclaje de motor al tren de transmisión
- ✓ Montaje del sistema eléctrico de potencia
- ✓ Sellado interno
- ✓ Construcción de carcasa
- ✓ Pintura y acabados

- ✓ Pruebas y ajustes
- ✓ Armar estructura de centro de carga
- ✓ Conectar paneles
- ✓ Evaluar sistema

La siguiente gráfica de gantt se muestra la planeación que se tiene del proyecto, se contempla terminar a finales de mayo 2014, sin embargo debido a los atrasos que se tienen por las licitaciones de materiales se puede aplazar el tiempo hasta dos meses, es decir, a finales de junio. Vale la pena mencionar que el proyecto se contempla terminarlo el 11 de octubre 2014, por consiguiente se tiene el tiempo necesario para terminar en tiempo y forma.

Gráfica de Gantt del Proyecto: Desarrollo de automóvil

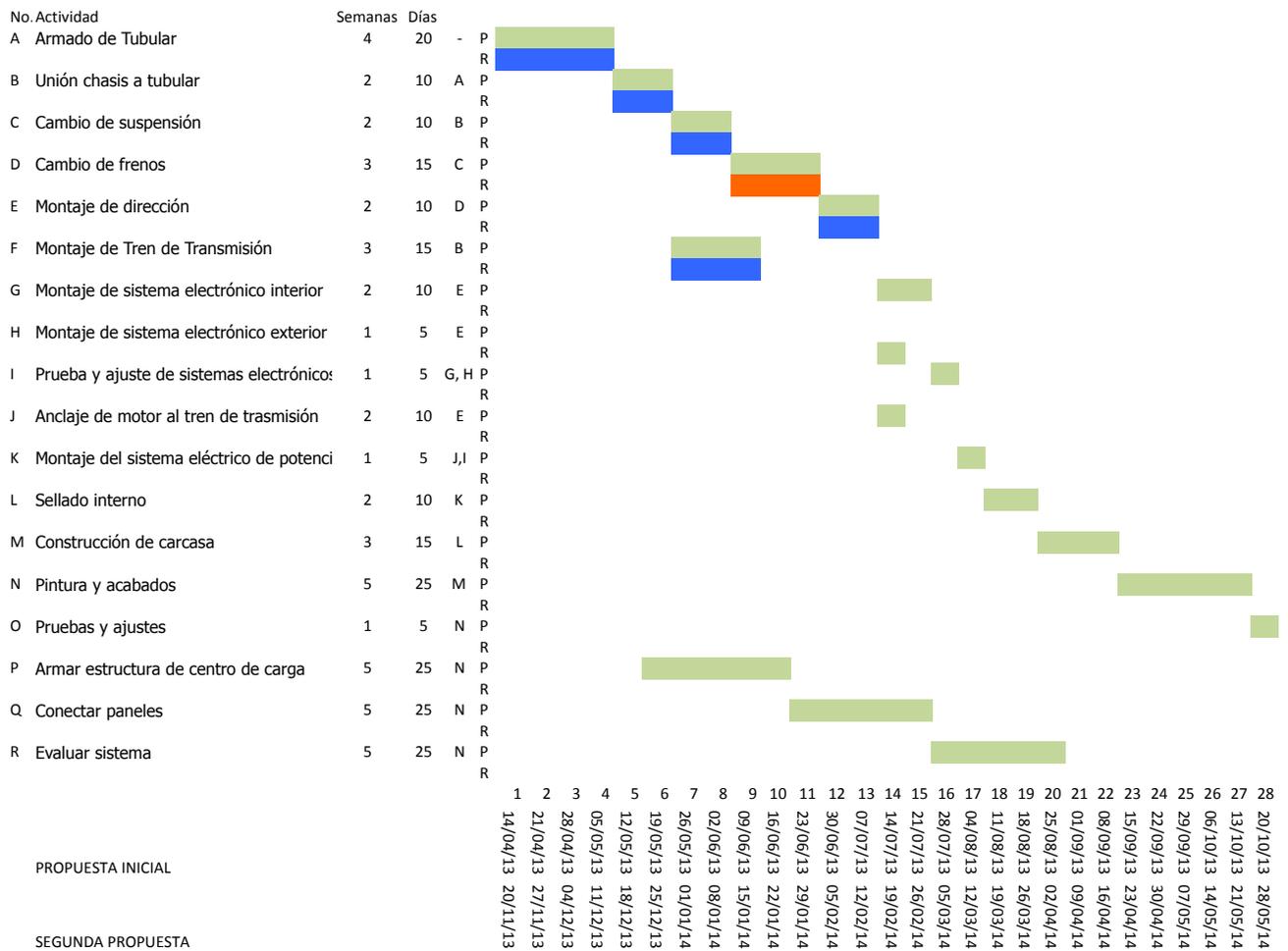


Ilustración 2: Gráfica de gantt del proyecto

Estudio y Pruebas del prototipo

Estudio y pruebas sistema eléctrico de vehículo

Motor

A continuación se presenta el sistema eléctrico para hacer funcionar un Vehículo Eléctrico de al menos 900kg a una velocidad máxima de 75km/hr con una autonomía de a lo más 5 horas, en este se denotan las parte esencial que son las baterías, el motor y el controlador así como algunos de sus componentes.

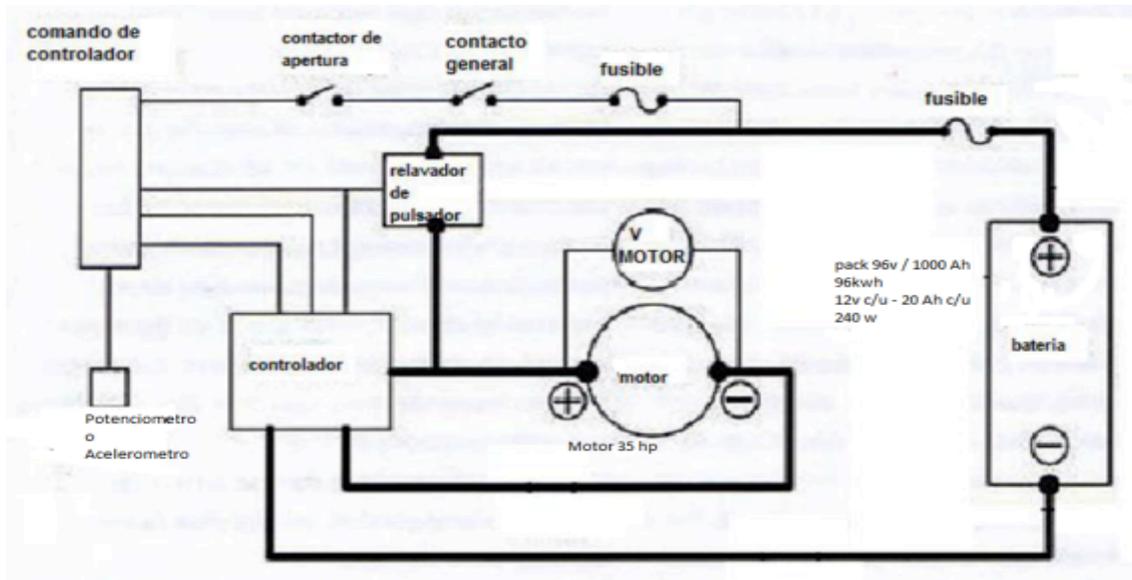


Ilustración 3: Diagrama eléctrico de VE.

En la Fig. se muestra el diagrama de conexión y podemos observar las baterías que son la carga del vehículo eléctrico cuya conexión es la siguiente: El polo negativo de las baterías se conecta al controlador, el positivo pasa por un fusible y de aquí aterriza hacia el relevador principal de cierre, este a su vez se deriva a una línea más pequeña que pasa por una segunda protección que va hacia un contacto principal y después al swich de arranque y termina en comando del controlador. Del relevador se deriva igualmente al comando de controlador, al cerrar el relevador pasa la corriente por el motor que es regulada por el controlador a través de la manipulación del potenciómetro para variar la velocidad, esto nos permitirá tener un control de nuestra aceleración y también en mejor manejo.

Km/Hr	m/s	(m/s) ²	c	Cx	Área	P	Fa	Fr	Ft	watts	Hp
10	2.78	7.7	1/2	0.34	2.27	1.2	3.57	353.16	356.73	990.93	1.33
20	5.56	30.9	1/2	0.34	2.27	1.2	14.29	353.16	367.45	2041.40	2.74
30	8.33	69.4	1/2	0.34	2.27	1.2	32.16	353.16	385.32	3210.99	4.30
40	11.11	123.5	1/2	0.34	2.27	1.2	57.17	353.16	410.33	4559.23	6.11
50	13.89	192.9	1/2	0.34	2.27	1.2	89.33	353.16	442.49	6145.68	8.24
60	16.67	277.8	1/2	0.34	2.27	1.2	128.63	353.16	481.79	8029.89	10.76
70	19.44	378.1	1/2	0.34	2.27	1.2	175.08	353.16	528.24	10271.42	13.77
80	22.22	493.8	1/2	0.34	2.27	1.2	228.68	353.16	581.84	12929.81	17.33
90	25.00	625.0	1/2	0.34	2.27	1.2	289.43	353.16	642.59	16064.63	21.53
100	27.78	771.6	1/2	0.34	2.27	1.2	357.31	353.16	710.47	19735.41	26.45
110	30.56	933.6	1/2	0.34	2.27	1.2	432.35	353.16	785.51	24001.72	32.17
120	33.33	1111.1	1/2	0.34	2.27	1.2	514.53	353.16	867.69	24001.72	38.77

Imagen 2: tabla de velocidad y consumo de potencia

En la tabla se observa las velocidades con forme consumo en watts y la potencia en Hp que se necesita para esa velocidad.

Revisando la anterior tabla de comparación en velocidad y potencia denominamos que la potencia del motor es la suficiente para alcanzar una velocidad promedio y segura que oscilaría entre los 70 y 75 km/h

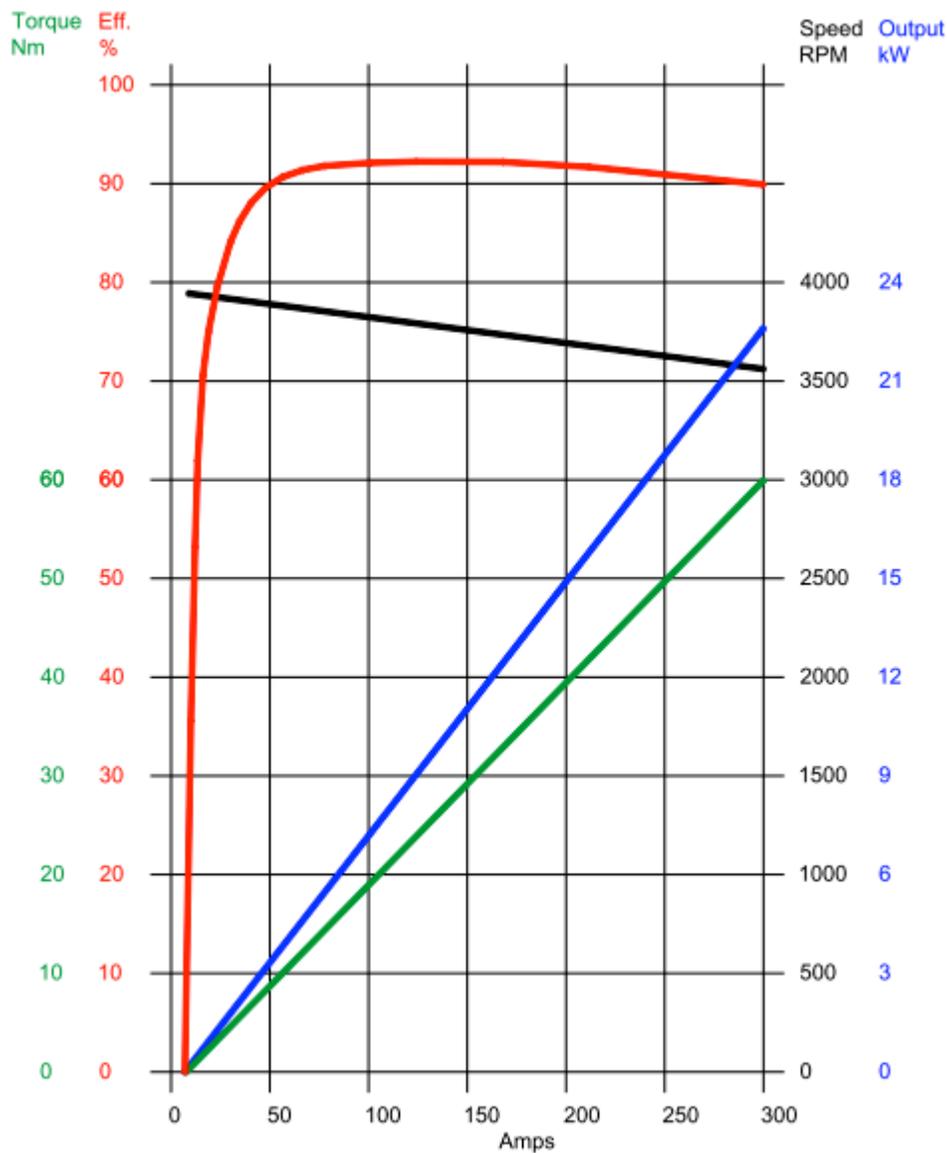


Imagen 3: grafica de potencia y desempeño del motor eléctrico.

En la gráfica se denota los picos máximos y mínimos del comportamiento del motor dado al consumo de watts así como el torque que se genera y las revoluciones obtenidas.

En la gráfica anterior se denotan la potencia del motor en base al consumo de kilowatts y Amperios. Tenemos que con el consumo de 10 kW el motor está produciendo aproximadamente 33 Nm de torque que en las siguientes operaciones denotaremos si es suficiente para movilizar el Vehículo Eléctrico.

$$T = (F)(d)$$

Ecuación 1

$$T = (m)(g)(d)$$

Ecuación 2

Si desajamos masa queda de la siguiente manera:

$$m = \frac{\tau}{(g)(d)}$$

Ecuación 3

Sustituyendo los valores que ya se tiene en la sustituyendo operación queda de la siguiente manera.

$$m = \frac{33 Nm}{\left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) (.0095m)}$$

$$m = 354.046 kg$$

Por lo tanto tenemos que el motor en carga plena puede levantar un peso aproximado de 354 kg. Tomando los datos del peso del auto con cuatro pasajeros dentro seria de aproximadamente 900kg.

Tomando en cuenta los datos de la transmisión donde la relación de la primera velocidad es de 3.6 a 1. Por lo tanto:

$$T = (33Nm)(RT)$$

Esto es igual a

T = torque

RT = Relación de Transmisión.

Por lo tanto:

$$T = (33Nm)(3.6)$$

$$T = 118.8 Nm$$

Esto lo pasamos a la ecuación numero 3

$$m = \frac{118.8 Nm}{\left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) (.0095m)}$$

$$m = 1274.746 \text{ kg.}$$

De este modo podemos determinar que la potencia del motor con ayuda de la transmisión es suficiente para poder movilizar el vehículo con los cuatro pasajeros dentro.

El controlador así como el potenciómetro y fusibles viene incluidos en la compra del motor debido a que son motores de serie traen sus componentes específicos para evitar errores y problemas futuros al motor de este modo se garantiza su funcionalidad y eficacia.

En base al diseño anteriores se realizaron las pruebas pertinentes para verificar que los calculos fueron los indicados para ello se utilizo un motor con características similares al seleccionado para este prototipo

Model: HPM-10KW -- High Power BLDC Motor
 Voltage: 48V/72V/96Vc/120V
 Rated Power: 8KW-20KW
 Efficiency: 91%
 Phase Resistance (Milliohm): 3.1/48V; 6.0/72V; 18.0/120V
 Phase Induction(100KHZ): 34uH/48V; 77uH/72V; 252uH/120v
 Speed: 2000-6000rpm (customizable)
 Weight: 17Kgs Casing: AluSmartum
 Length (height): 170mm Diameter: 206mm

Las pruebas realizadas a al aire dieron como consecuencia los siguientes resultados

Voltaje sometido	Watts consumidos (p)	Torque generado
6	3.6 kW	39.6 Nm
12	7.2 kW	83.88 Nm
24	14.4 kW	166.68 Nm

48

28.8 kW

216 Nm

Los datos arrojados en las pruebas nos concuerdan perfectamente con las formulas realizadas anterior mente por con siguiente se cae a la conclusion de que el motor avastece perfectamente las necesidades que presenta el prototipo en el ultimo dato arrojado en la tabla que son 216 Nm si esto lo sustituimos en la ultima ecuacion quedaria de la siguiente manera:

$$m = \frac{216 \text{ Nm}}{(9.81 \text{ m/s}^2) * (.0095 \text{ m})}$$

$$m = 2317.72 \text{ kg}$$

De esta manera se demuestra que la fuerza que se esta generando en el motor adaptado a la transmision mecanica es suficiente para poder movilizar el vehiculo facilmente.

Transmisión

Tipo: 4 velocidades y reversa que incorpora el eje trasero y diferencial en caja del tipo dividido.

Engrane sincrónico: 2^a, 3^a y 4^a velocidades

Relación de engranes:

Primera: 3.60 a 1

Segunda: 1.88 a 1

Tercera: 1.23 a 1

Cuarta: 0.79 a 1

Reversa: 4.62 a 1

Relación de la impulsión final: 4 .43 a 1

Descripción

La caja de velocidades, el eje trasero y el motor, están combinados en la parte posterior del vehículo, El eje trasero es del tipo de medio eje oscilante. La caja de la trasmisión asentada sobre cojines de hule está sujeta al bastidor en tres puntos, incorpora la caja de velocidades y el diferencial.

La caja de la transmisión está hecha de una aleación ligera y consta de dos partes, Es importante que cuando haga falta que se reemplacen piezas, no se cambien únicamente una mitad de la caja de la transmisión. las mitades están acopladas en pares con tolerancias mínimas y, por consecuencia, deberán reemplazarse en pares.

La caja de velocidades cuenta con cuatro velocidades hacia delante y con una reversa, la cual esta provista de un tope. La sincronización se obtiene con los engranes helicoidales de 2ª, 3ª, y 4ª, mismos que se encuentran en acoplamiento constante para asegurar un funcionamiento silencioso.

La varilla de cambios que van en el túnel del bastidor, conecta la caja de velocidades con la palanca de cambios, la cual se encuentra sobre el túnel, a un lado del asiento del conductor, los cambios a primera y a reversa se efectúan por medio de engranes deslizantes.

Estudio del sistema de centro de carga

ESTUDIO DE LA RADIACIÓN DISPONIBLE EN CUITLÁHUAC VERACRUZ MÉXICO

Radiación global medida en Cuitláhuac Veracruz con un piranómetro Clase II.

La Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, se encuentra ubicada en la ciudad de Cuitláhuac en la zona de las altas montañas del estado de Veracruz a una latitud de 18°49' y longitud -96°43' y una altura sobre el nivel del mar de 380 m, y es aquí donde se ha decidido realizar un estudio de la radiación global puntual, con la finalidad de estimar la viabilidad de aplicaciones fototérmicas.

Mediante el proyecto Covecyt "Sistema fotovoltaico interconectado a la red" autorizado para la universidad a finales del año 2012, se logra en los primeros meses del año 2013 adquirir un equipo de medición de radiación global (piranómetro). Se adquirió un juego de dos piranómetros, mismos que fueron instalados en uno de los edificios de dos plantas dentro de las instalaciones de la Universidad.

Los datos de radiación global se empezaron a medir a partir del 19 de Abril del 2013, primeramente se miden los datos con un

piranómetros que fue instalado en la UTCV por personal de la compañía que los comercializa, en calidad de préstamo, y el día 14 de Mayo del 2013 se instalan los dos piranómetros propios de la universidad; de los cuales uno de ellos se instaló en forma horizontal y el otro a 18.81° azimut sur, para comparar la radiación que recibe un equipo instalado horizontalmente y uno instalado en la latitud del lugar, las características técnicas del piranómetro instalado en la horizontal se muestran en la Tabla 1.1.

Marca	Hukseflux
Modelo	SR20 - T1
No. De serie	2144
Sensibilidad	14.77 μV (W/m^2)
Clase	II
Tiempo de respuesta	5 s
Tipo de sensor	Termopila

Tabla 1.1 Especificaciones del piranómetro instalado en la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Los datos adquiridos se almacenan en un dispositivo de almacenamiento (Datalogger marca Campbell Scientific), mismo que fue recomendado por la compañía que comercializó el piranómetro; a los datos almacenados se accede mediante la red interna de la UTCV y el software propio del Datalogger.

Los datos del piranómetros instalado en el plano horizontal, son los que en este trabajo se analizan ya que el segundo piranómetro se adquirió con la intención de medir la radiación difusa mediante un sistema mecánico propio para ello, que está en proceso de adquisición.

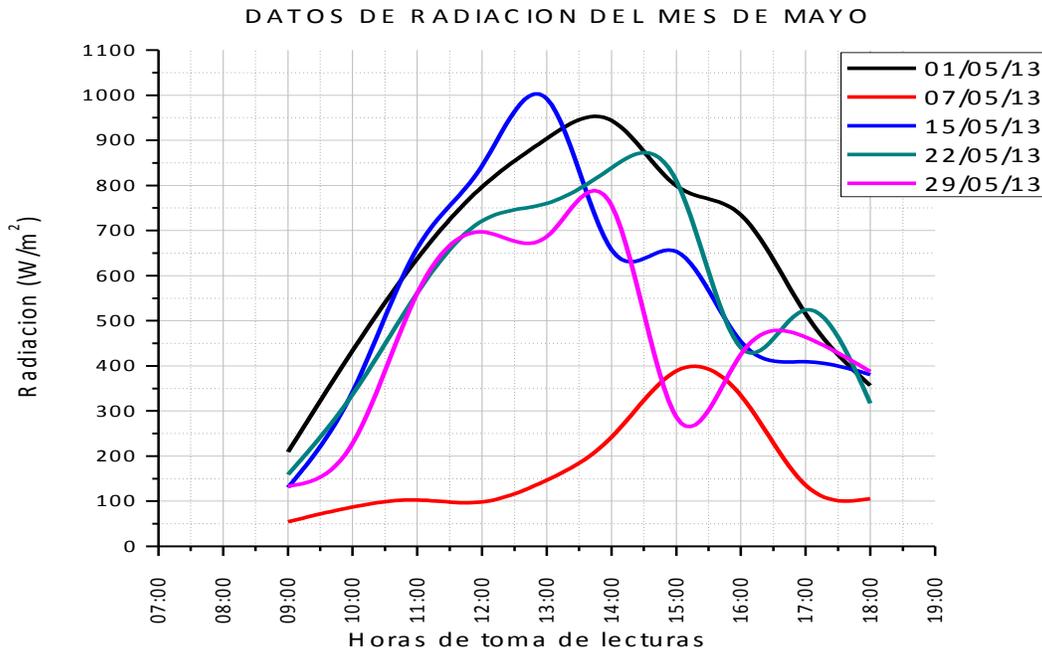
Analizando los datos de radiación global en el periodo que comprende de Mayo a Septiembre del 2013, se puede concluir que para esta zona del estado la radiación de un día normal es por las mañanas menos afectada por la nubosidad y por las tarde la radiación captada no es tan predecible. La nubosidad no permite una buena captación de la radiación global como pueden verse las gráficas. 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 y 1.5.

Datos de radiación global del mes de Mayo del 2013, medidos en Cuitláhuac, Ver.

En los datos obtenidos para el mes de Mayo se observa que a partir de las 10:00 am y hasta las 5:30 pm, se tienen valores por arriba de 400 W/m^2 , por lo tanto para aplicaciones fototermicas, significa que

las horas anteriores a las 10:00 am serán para el precalentamiento del sistema.

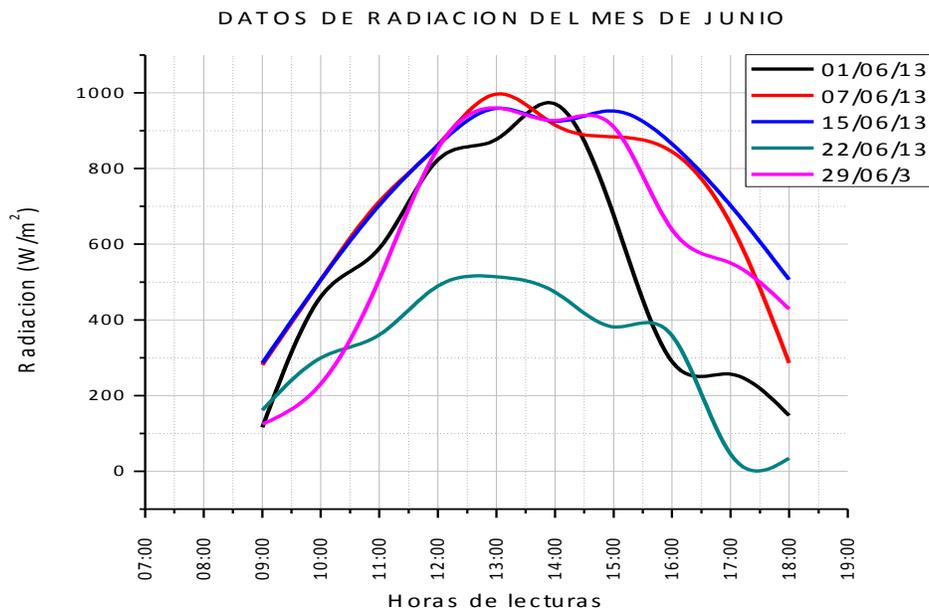
Para el caso del sistema de refrigeración por absorción, éstos datos muestran que a partir de las 10:00 am el colector solar tendrá a su disposición 400 W/m^2 en promedio y dependerá de la capacidad del colector, que se logre el funcionamiento del ciclo.



Gráfica 1.1 Datos de radiación global en W/m^2 tomados cada semana en el mes de Mayo en la ciudad de Cuitláhuac, Ver.

Datos de radiación global del mes de Junio del 2013, medidos en Cuitláhuac, Ver.

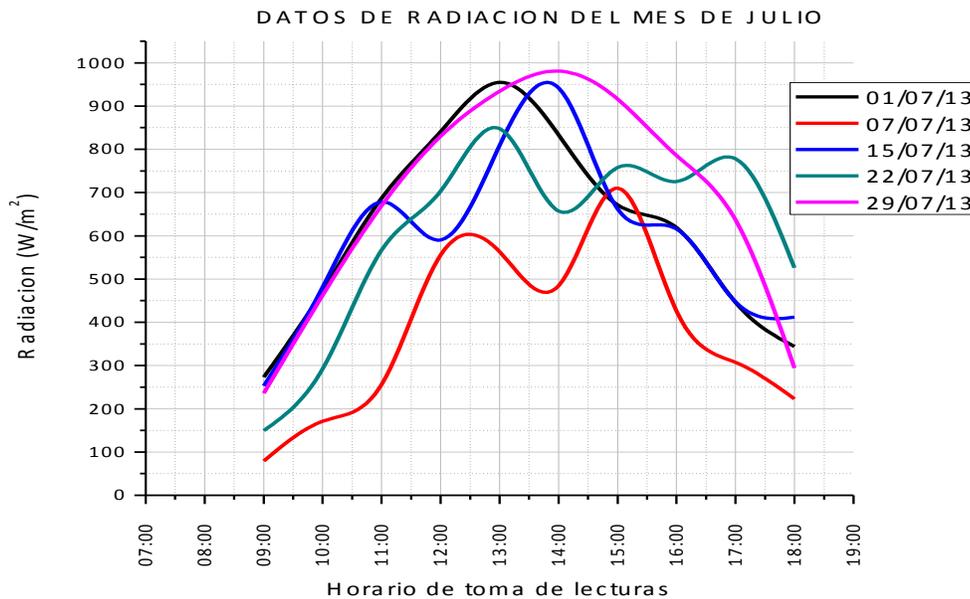
Los datos del mes de Junio muestran un ligero aumento de la radiación en las primeras dos semanas y en la última, llegando a valores cercanos a 1000 W/m^2 entre las 12:00 am y 2:00 pm. Sabiendo que el 22 de Junio es el solsticio de Verano y considerando que la latitud de Cuitláhuac es de 18.81° , podemos determinar que la mejor forma de captar la energía calorífica del sol es sin inclinar las superficies de captación ya que el recorrido del sol paso por encima de la latitud del lugar y luego hacia el norte a 4.44° . Sin embargo también se debe tomar en cuenta que en este mes se inicia con la temporada de lluvias en ésta zona por lo que el clima puede ser variado (ver el caso del día 21 en la Gráfica 1.2)



Gráfica 1.2 Valores de radiación global para el mes de Junio, medidos en W/m^2 en la ciudad de Cuitláhuac, Ver.

Datos de radiación global del mes de Julio del 2013, medidos en Cuitláhuac, Ver.

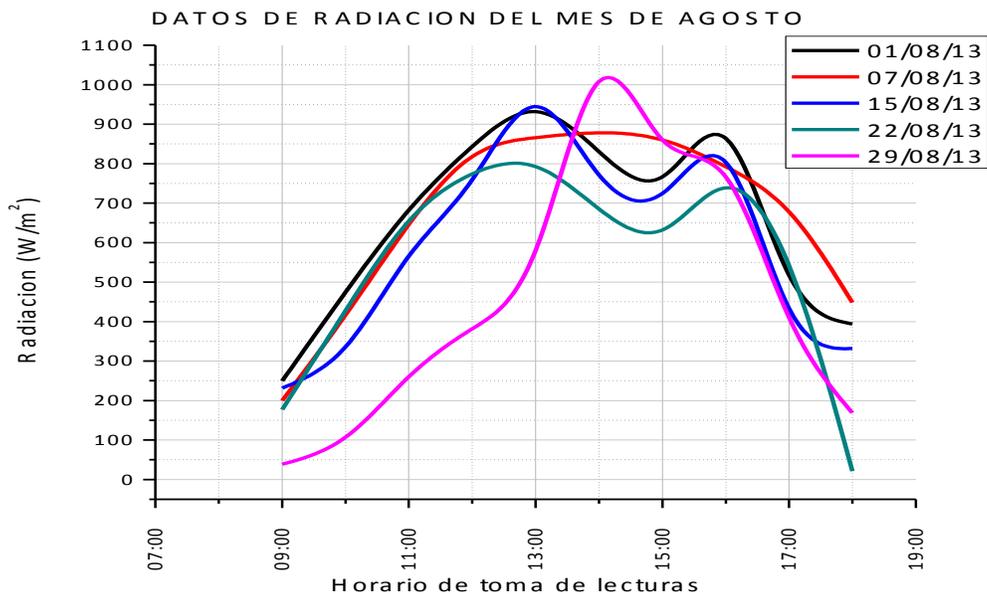
Para el mes de Julio los datos recolectados son variados, debido a la temporada de lluvias. Los valores máximos superan los $800 W/m^2$ aproximadamente a las 12:00 am y posteriormente los datos varían. (Gráfica. 1.3). Como puede observarse no puede predecirse con exactitud las condiciones climáticas. En éste sentido, por ejemplo, las nubes pueden generar sombras sobre la ciudad en estudio, sin embargo en ciudades cercanas como Córdoba, Tierra Blanca, Veracruz y Boca del Río, existen otras condiciones.



Gráfica. 1.3 Datos de radiación global para el mes de Julio del 2013 tomados en la ciudad de Cuitláhuac, Ver.

Datos de radiación global del mes de Agosto del 2013, medidos en Cuitláhuac, Ver.

En el mes de Agosto se puede apreciar una gráfica muy típica de un día despejado en las mañanas, sin embargo por las tardes se aprecian datos variados. La nubosidad presente en esta zona del estado es muy común en estas fechas y es la causa de que la disponibilidad de radiación solar sea baja por las tardes. Sin embargo a las 12:30 se puede ver que los valores de radiación global alcanzan entre 800 y 900 W/m². También es importante observar que a las 5:00 pm los valores están por arriba de 400 W/m². Ver la siguiente Gráfica 1.4.

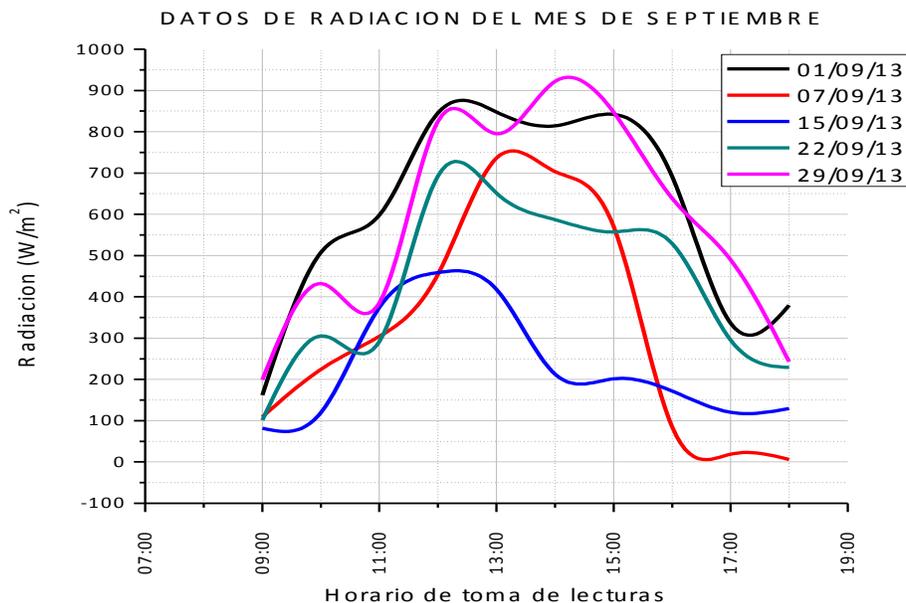


Gráfica 1.4 Valores de radiación global en W/m^2 en el mes de Agosto del 2013 en Cuitláhuac, Ver.

Datos de radiación global del mes de Septiembre del 2013, medidos en Cuitláhuac, Ver.

La gráfica 1.5 muestra los datos de la radiación global en la ciudad de Cuitláhuac, Ver., para el mes de Septiembre del 2013, en la que se puede apreciar que la radiación a partir de las 10:00 am ya está superando los $500 W/m^2$, sin embargo, es conveniente analizar que El pasado lunes 9 de septiembre, un sistema de baja de presión ubicada en el sureste del Golfo de México, originó la depresión tropical No. 10, cuyo centro se registró a 280 km del este-noreste de Veracruz; posteriormente evolucionó a tormenta tropical por la mañana del día 13, identificada con el nombre de "Ingrid" y para el 14 de septiembre la tormenta tropical Ingrid asciende a Huracán categoría 1, manteniendo esta categoría hasta el día 16, cuando se degrada a tormenta tropical y posteriormente a depresión tropical, entrando en etapa de disipación en la madrugada del día 17, al oeste de Ciudad Victoria Tamaulipas.

Por causa del fenómeno meteorológico se recomienda seguir los datos de radiación en los días que permaneció el huracán para apreciar mejor el efecto del mismo en la disponibilidad de radiación, vea la Grafica 1.6; aquí se puede observar que los valores de radiación global para los días que dura el fenómeno logra superar solo $400 W/m^2$ en los días 14 y 15 del mes de septiembre solamente.



Gráfica 1.5 Valores de radiación para el mes de Septiembre del 2013 en Cuitláhuac, Ver

La gráfica 1.6 muestra la radiación en los días que dura huracán Ingrid y como es de suponerse, aunque el huracán no pasa por la región de Cuitláhuac, Ver., por la cercanía con la ruta por donde avanzó, deja una creciente onda de nubosidad y precipitaciones pluviales que disminuyen considerablemente la disponibilidad del recurso solar.

El mes de septiembre año con año, es mes en el que más huracanes se desarrollan en el golfo de México, por ésta razón se recomienda que se considere como un mes en el que el recurso solar no será tan alto.

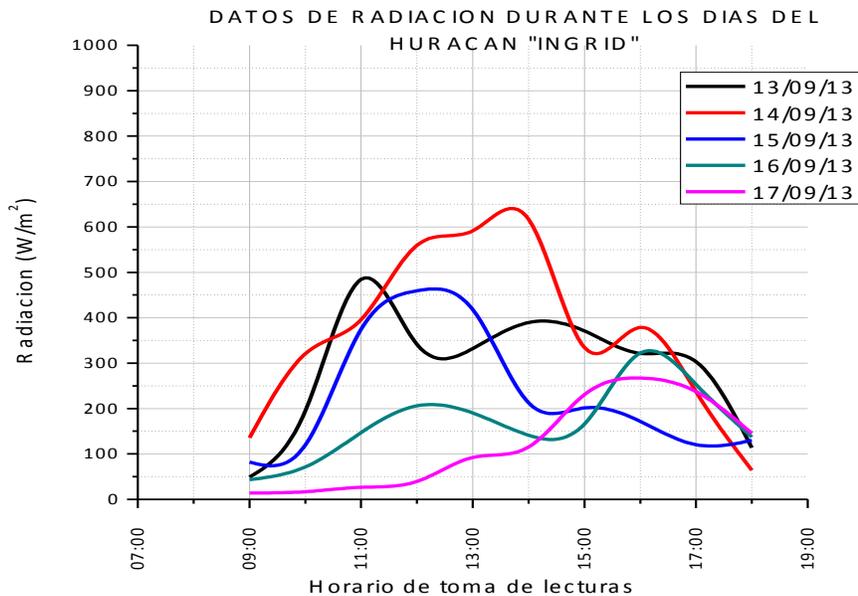
La radiación no suele comportarse igual en cada año y varia muy rápidamente de un lugar a otro, por esta razón, es recomendable tomar lecturas en diferentes lugares con diferente relieve y a diferente altura sobre el nivel del mar, sobre todo por tratarse de un lugar con una geografía muy variada.

La zona centro del estado de Veracruz tiene una zona costera donde se encuentran las ciudades de Boca del Rio, Veracruz puerto, Cardel y Alvarado; también nos encontramos con una zona de meseta que comprende ciudades como Soledad de Doblado, Tierra Blanca y Cosamaloapan; y por último la zona de las altas montañas que abarca ciudades como Orizaba, Ciudad Mendoza, Fortín de las Flores, Córdoba, Huatusco y Coscomatepec.

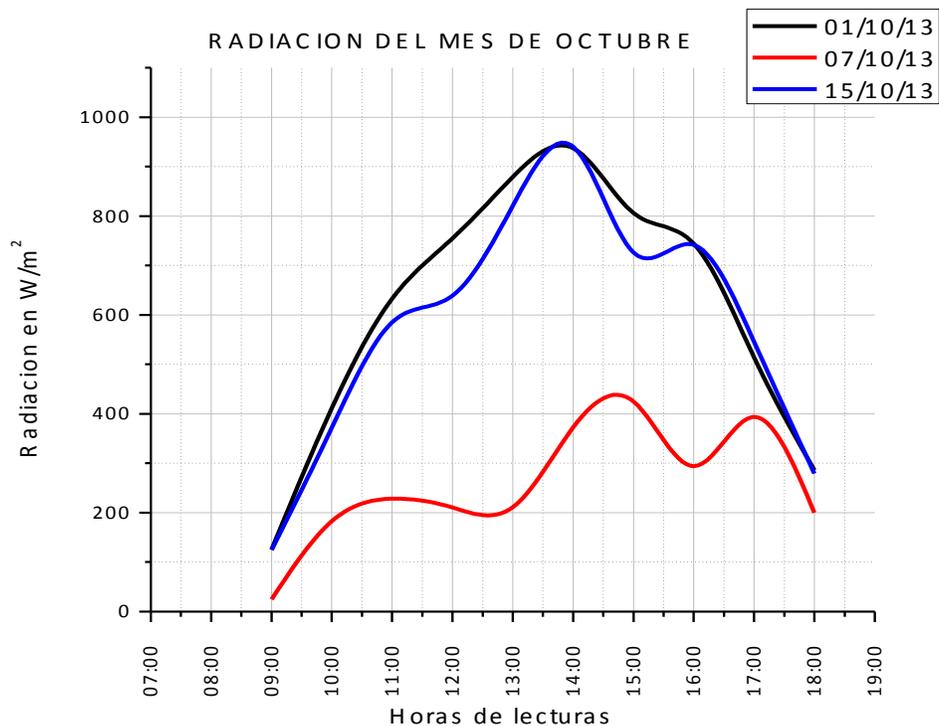
La ciudad de Cuitláhuac, Ver., es una ciudad que se encuentra junto a la punta de un cerro perteneciente a la cordillera de la sierra madre oriental y es por ello que su clima esta entre cálido húmedo y

bosque de coníferas. Aquí la radiación varía muy rápidamente de un punto a otro.

Si se desea generar un mapa de radiación de la zona centro, entonces se recomienda medir la radiación con piranómetros para algunas ciudades de las antes mencionadas y al procesar los datos mediante la integración de los valores medidos, será posible generar el mapa de radiación más preciso.

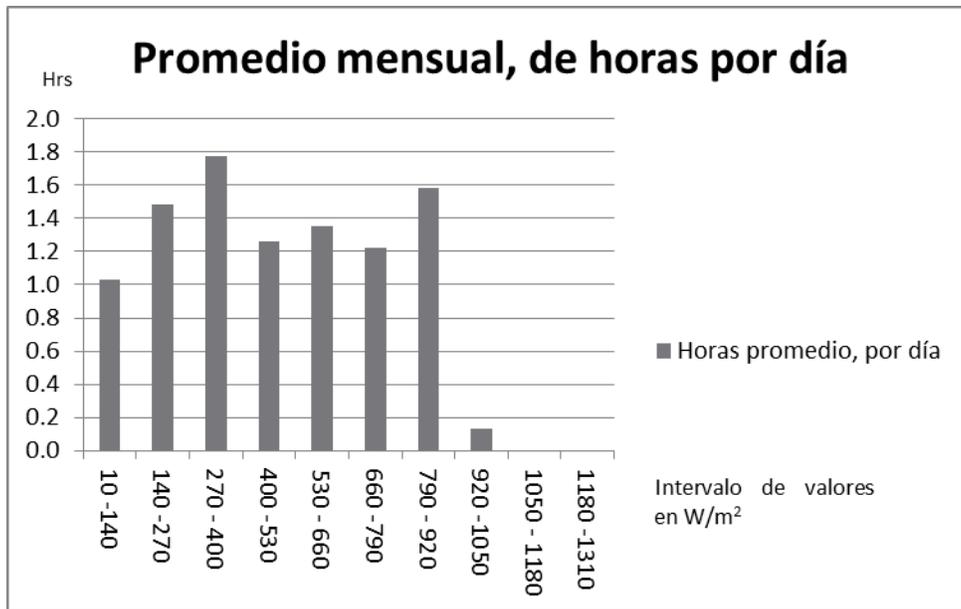


Gráfica 1. 6 Valores de radiación global para los días del 13 al 17 de septiembre; días en los que permanece el huracán Ingrid.



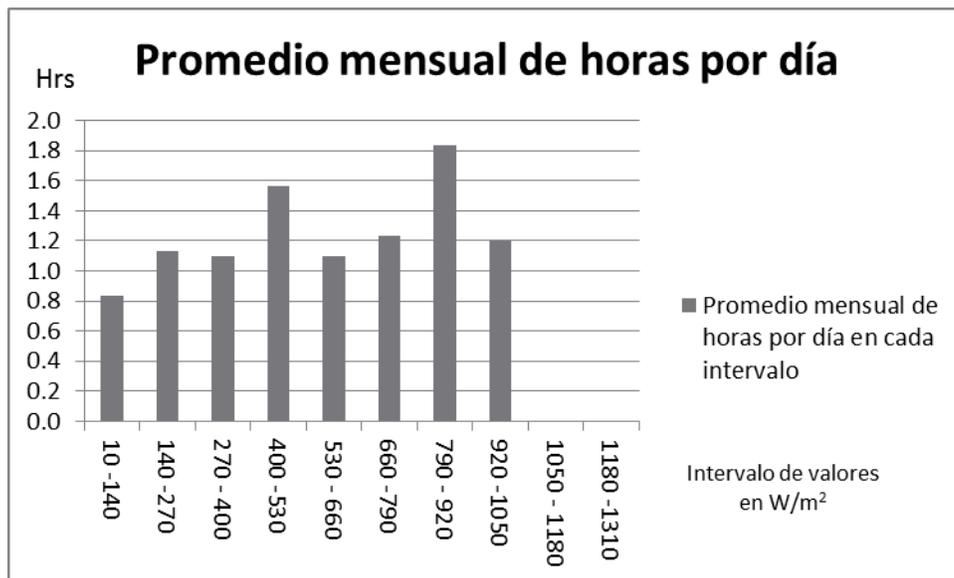
Promedio mensual de los datos de radiación global.

Una forma práctica de interpretar la disponibilidad de recurso solar para la zona en estudio es mediante un promedio mensual de horas, graficado en un rango de valores. Así por ejemplo, para determinar el número de horas promedio mensual para un rango de entre 0 y 1290 W/m², primero se realiza una gráfica con 10 intervalos de amplitud igual a 130, de tal manera que para cada intervalo se puede determinar el número de horas diarias hay en cada intervalo. Posteriormente se obtiene una gráfica con promedio mensuales para cada intervalo. Ver las gráficas 1.7, 1.8, 1.9, 1.10 y 1.11, en estas gráficas se tomaron valores desde las 9:00 am hasta las 6:00 pm en horario de verano.



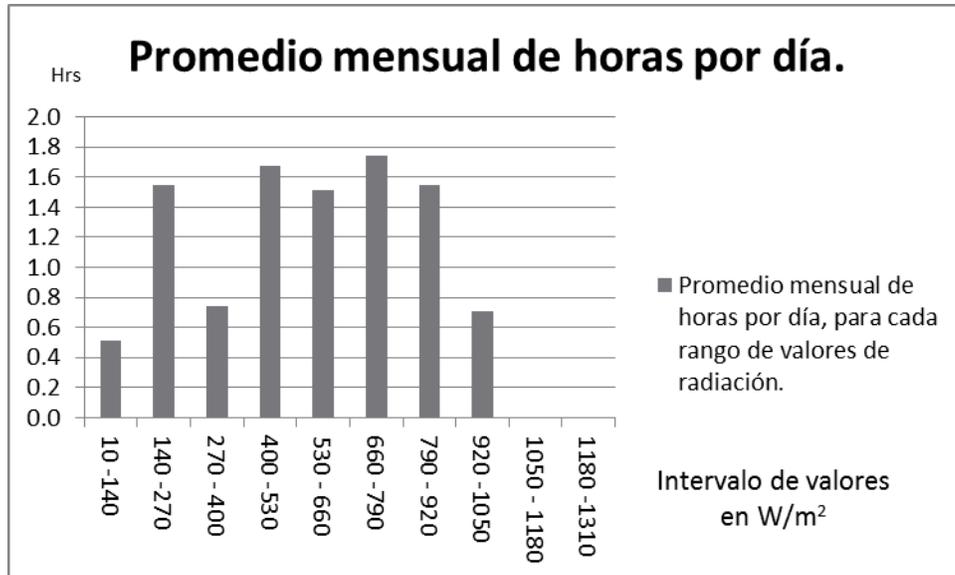
Grafica 1.7 Valores de horas promedio mensual en cada intervalo de valores de radiación medida en W/m², para el mes de Mayo.

Para los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, se tienen las gráficas 1.8, 1.9, 1.10 y 1.11 donde se muestra de igual forma el promedio mensual de horas por día para cada intervalo de valores de radiación. Los valores se siguen representando en intervalos de 130 y el tiempo que se estudia es de 9:00 am hasta las 6:00 pm.



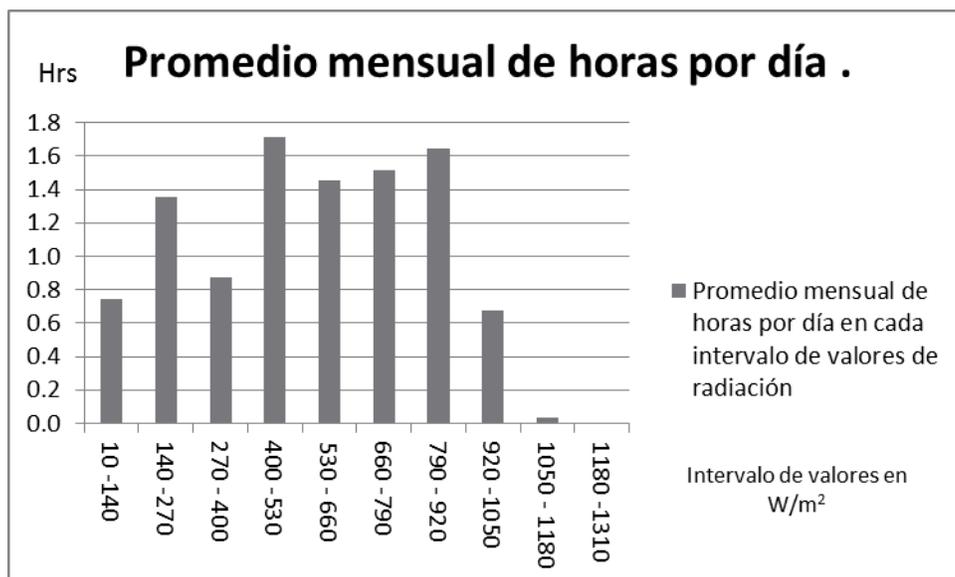
Gráfica 1.8 Promedio mensual de horas en cada intervalo de valores de radiación para el mes de Junio.

Para el mes de Julio la gráfica muestra un ligero aumento de horas con valores mayores a 400 w/m² lo que nos indica que a pesar de ser temporada de lluvias la radiación recibida sigue siendo alta.



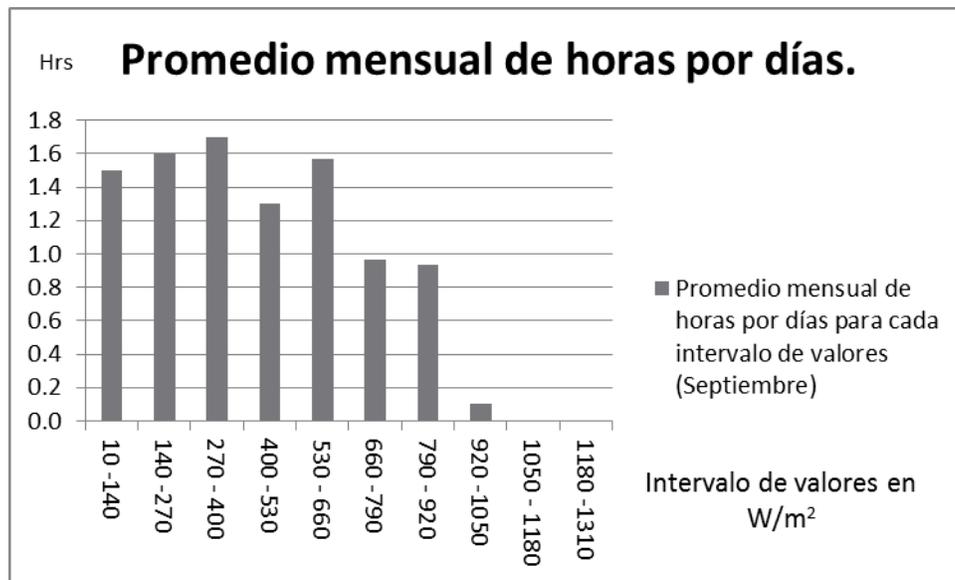
Gráfica 1.9 Valores promedio mensual de horas por día para cada intervalo de valores de radiación en W/m²

Para el mes de Agosto los valores del promedio mensual de horas por día cambian muy poco con respecto al mes de Julio, de manera que puede esperarse tener 7 horas de radiación con valores de radiación con valores de radiación por arriba de 400 W/m². Como se puede observar en las gráficas a pesar de que es temporada de lluvias, se siguen teniendo valores altos de radiación.



Gráfica 1.10 Valores de promedio mensual de horas en cada intervalo para el mes de Agosto.

Para el mes de Septiembre se tienen valores de 4.9 hrs, como se puede comprobar la afectación por lluvias y por el huracán "Ingrid" es notable. La gráfica 1.11 muestra valores bajos, menores a 400 W/m².



Gráfica 1.11 Valores promedio mensual del mes de Septiembre

Integración de los datos de radiación mediante TRNSYS.

Los valores de radiación varían considerablemente en cada mes del año pero gracias a los datos recolectados se pueden tomar decisiones con un poco más de confianza, ya que las gráficas nos permiten predecir cierta seguridad cual será el comportamiento de la disponibilidad del recurso solar.

Para crear mayor confianza al tomar decisiones, cuando se instala un sistema de colectores solares, se comparan los datos anteriores con datos integrados mediante el simulador Trnsys, para la ciudad de Veracruz. Se ha decidido utilizar la integración de los datos proporcionados por la NASA para la ésta ciudad, debido a que los datos de la ciudad de Cuitláhuac, Ver., no están disponibles en los archivos de la NASA y solo mediante una interpolación mediante el software Meteonorm se puede acceder a valores aproximados. Sin embargo debido a que la proximidad con la ciudad de Veracruz, se ha decidido utilizar los datos integrados de la radiación, solo como una referencia.

Ver la figura 1.1 que muestra la ventana de simulación en Trnsys. Esta simulación se realiza para una integración anual, mensual y diaria considerando diferentes ángulos de inclinación de la superficie (0° , 5° , 10° , 15° , 20° , 25° y 30°). La gráfica 1.12 muestra el comportamiento anual de la radiación; aquí se aprecia que el mejor ángulo de inclinación para una superficie fija durante todo el año, será siempre la latitud del lugar ($18^\circ 49'$) la gráfica 1.13 y 1.14 muestran las gráficas de la integración mensual y diaria. En estas últimas gráficas aunque es más complicado interpretar los datos, también se puede observar que es en los ángulos cercanos a la latitud del lugar la mejor inclinación de la superficie, siempre que el colector que se mantenga fijo durante todo el año. También se puede apreciar que si se quiere aprovechar mejor el recurso solar lo mejor será siempre el uso de un dispositivo seguidor del sol.

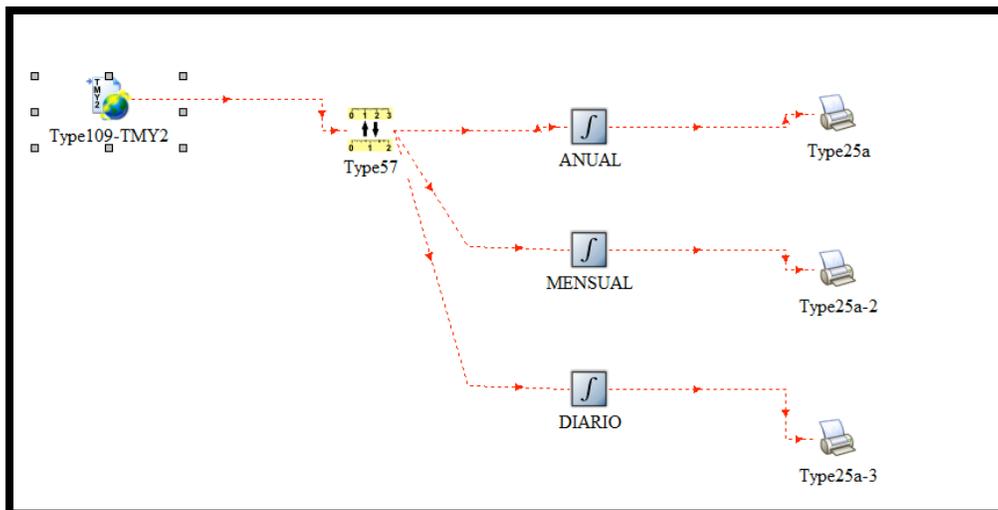
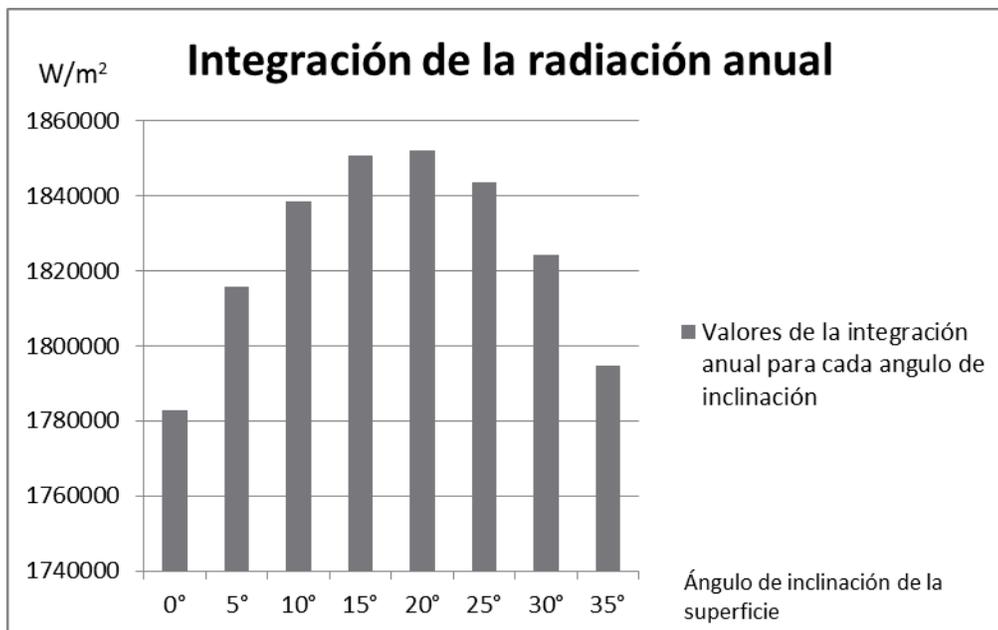
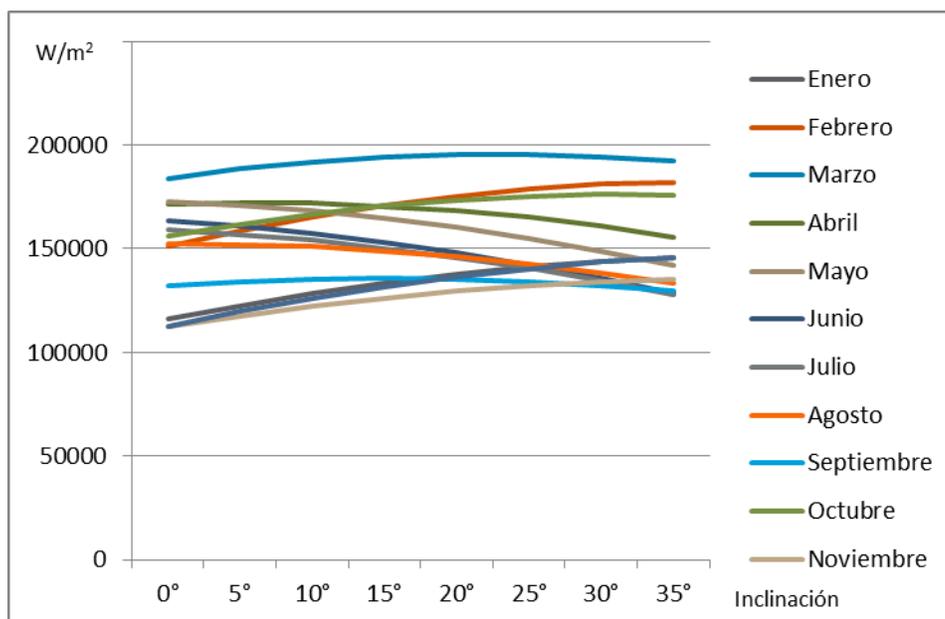


Figura 1.1 Integración anual mensual y diaria para los datos de radiación en la ciudad de Veracruz.

Los datos de la integración anual, mensual y diaria serán de gran utilidad cuando no se cuenta con instrumentos de medición de la radiación en el lugar de estudio. Es importante recordar siempre que se está trabajando con datos integrados por lo que los valores expresan la suma de los W/m^2 para cada periodo analizado, ya que la integración representa el área bajo la curva de una ecuación.

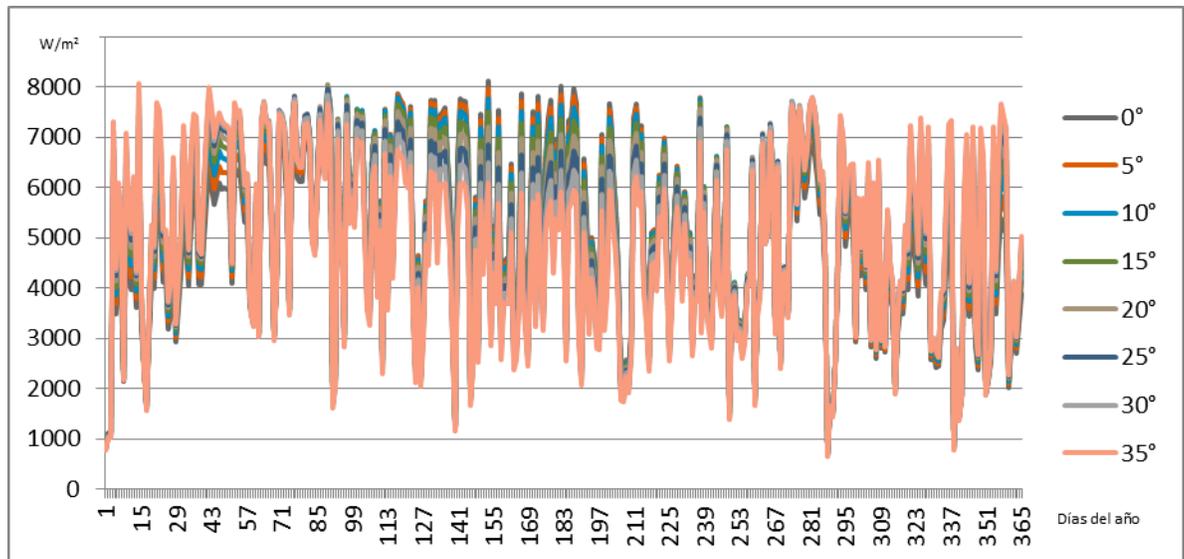


Gráfica 1.12 Datos de la integración mensual de la radiación para diferentes ángulos de inclinación de la superficie.



Gráfica 1.13 Integración de los valores de la radiación mensual

En la gráfica 1.14 se muestran en el eje de las "x" los días y en el eje de las "y" los valores integrados en W/m^2 .



Grafica 1.14 Valores de radiación integrados diariamente medidos en W/m^2

En la gráfica anterior se observa que las mejores inclinaciones son $0^\circ - 5^\circ$, y corresponden al intervalo entre los días juliano 85 al 239, que representados en el calendario gregoriano serán los días del 09 de Abril al 27 de Agosto. Por tanto, si se analiza día a día se llega a la conclusión que lo mejor será seguir al sol, sin embargo, se tendrá que analizar el costo que esto representa.

Sistema de recarga fotovoltaico

Sistema Fotovoltaico.

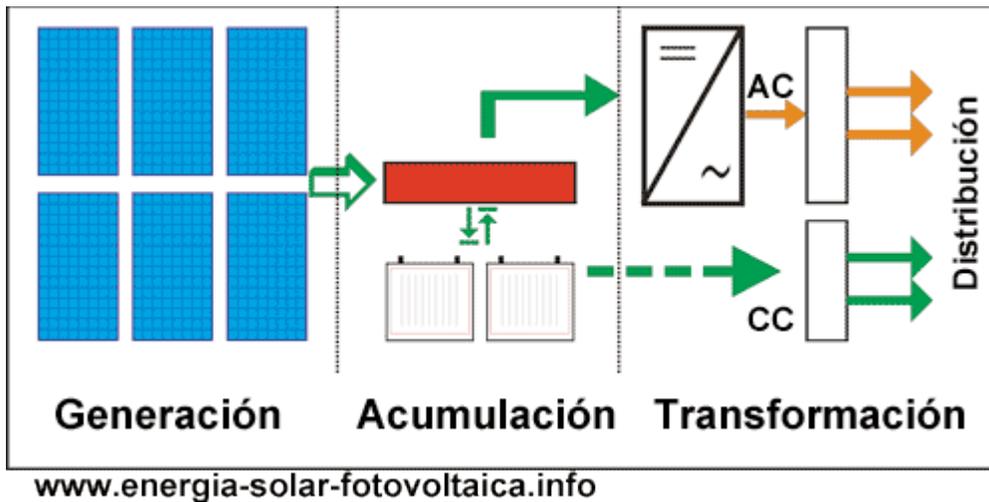
Un sistema fotovoltaico tiene como objetivo la captación de radiación solar y transformarla en energía eléctrica para su consumo. A continuación una breve descripción y los métodos para utilizarla.

Un **sistema fotovoltaico** tiene como componente fundamental, uno o varios *paneles fotovoltaicos* quienes cumplen el objetivo de transformar la *radiación solar en electricidad*. La electricidad generada es corriente continua (CC). Dependiendo del panel o de su método de conexión el voltaje oscila entre 5 y 900 voltios.

La energía producida puede utilizarse como tal (CC) o transformarse en Corriente Alterna (110 a 220 voltios) para ser utilizada por artículos eléctrico tradicionales.

Existen tres modalidades básicas en un **Sistema Fotovoltaico** dependiendo de su utilización:

- * Diurno, el que no requiere un bloque de acumulación.
- * Nocturno, el que requiere un bloque de acumulación.
- * Continuo, día y noche, el que también requiere un bloque de acumulación (baterías).



Generación

Los paneles fotovoltaicos son los encargados de la generación eléctrica. El número de ellos dependerá de varios factores, los principales son:

- * El valor promedio de la insolación del lugar (DS),
- * La carga (régimen y tipo),

* La máxima potencia nominal de salida del panel seleccionado.

Acumulación

El banco de baterías usa un tipo especial de batería llamada batería solar. Estas baterías se ofrecen en versiones desde 4V hasta 24V. Una batería solar es una batería diseñada para soportar niveles de descarga profundos durante muchos ciclos de carga y descarga.

Requisito es el uso de un control de carga de las baterías el cual evita la descarga de las baterías a través de los paneles durante la noche, cuando el voltaje de salida del panel fotovoltaico es nulo y a su vez impide la sobrecarga de las baterías, suministrando el régimen de carga más apropiado para un dado tipo de acumulador.

Transformación

Si bien se puede utilizar la energía suministrada, directamente (previamente regulada), la electricidad se presenta como Corriente Continua (+/- 24VCC), los artículos eléctricos con este tipo de energía son escasos. Por este motivo se requiere de un componente (Inversor), el cual transforma esta electricidad en 110-200 VAC y de esa forma hacer un uso eficaz de la Planta Fotovoltaica.

Consumo/Carga/Distribución

Un método eficiente de utilización de la energía generada es la apropiada distribución de la electricidad. Cuando se utiliza la electricidad de la red, habitualmente no se hace un equilibrado y optimizado procedimiento de distribución. En el caso de las Plantas fotovoltaicas se debe realizar una revisión del esquema de distribución y de esa forma minimizar sus pérdidas. Igualmente es recomendable el uso de una distribución en Corriente Continua y de esa forma ganar en la eficiencia del consumo.

Diariamente, el sistema deberá mantener un balance energético entre la cantidad generada y la consumida. Al analizar el diseño veremos que el costo del sistema se incrementa cuando el balance energético debe mantenerse durante períodos de insolación baja o nula.

Pérdidas y Diseño

Cuando un tipo de energía (luz solar) se transforma en otro tipo (energía eléctrica) la transformación no puede llevarse a cabo sin que ocurran pérdidas. Las pérdidas ocurren en toda las etapas del Sistema Fotovoltaico, por ello en el diseño se debe estimar las pérdidas del sistema y agregarlas a la parte generadora, a fin de no perder el balance entre generación y consumo.

ANEXOS

	Otros		2013_Case_Adapted_To_Cuitlahuac_Veracruz.pdf	
T	Otros	Grafica de Gantt	GRAFICA_DE_GANTT_Hoja2.pdf	
T	Otros	Prorroga	OFICIO_FE10_421_13_PRORROGA.pdf	
T	Otros	Liberacion financiera etapa 1 nov 2013	LIBERACION_FINANCIERA_PRIMERA_ETAPA.pdf	
T	Otros	Articulo someto en Corea 2014	ENVIO_DE_ABSTRAC_PARA_EVALUACION_COREA_2014.pdf	
T	Otros	Anexo tecnico para licitacion	ANEXO_TECNICO_PARA_LICITACION.pdf	
T	Otros	Anexo de piezas tubulares para VE	Estructura_Tubular_Niveles_Lista_de_materiales.pdf	
T	Otros	Planos de estructura tubular VE	Planos_Generales_Oficiales_CT.pdf	

