



# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSION LATACUNGA



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
ELECTRÓNICO PARA TRAZAR EL PERFIL DE  
RADIACIÓN SOLAR EN LA TERRAZA DEL EDIFICIO  
“C” DE LA ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA,  
MEDIANTE PANELES SOLARES, FIJO Y MÓVIL”**

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
GRADO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

**LUIS ALBERTO PABÓN HERRERA  
DIANA GABRIELA TONATO PAUCAR**



# INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Latacunga no existe un centro para medir el nivel de radiación solar, debido a esto se implementó un sistema electrónico en las instalaciones de la ESPE extensión Latacunga, que permite medir la radiación solar mediante dos paneles fotovoltaicos para proporcionar esta información a las personas que la necesiten.

El problema ambiental y de destrucción de la capa de ozono frente a la gran emisión de radiación solar, hace necesario el estudio del nivel de radiación solar para mantener informada a la población y así lograr que tomen las medidas necesarias de protección para evitar enfermedades muy graves como el cáncer de piel.

Además, este estudio servirá como base en la implementación de sistemas que produzcan energías alternativas aportando a la conservación de la vida en nuestro planeta.



# OBJETIVOS

**Diseñar e implementar un sistema electrónico para trazar el perfil de radiación solar en la terraza del edificio “C” de la ESPE extensión Latacunga, mediante paneles solares, fijo y móvil.**

- ✓ Realizar la investigación bibliográfica necesaria sobre radiación solar.
- ✓ Analizar y seleccionar un método de seguimiento solar, que permita que uno de los paneles solares siga la trayectoria del sol.
- ✓ Determinar la mejor posición del panel fijo, para que obtenga la mayor cantidad de radiación solar.
- ✓ Diseñar y construir estructuras que permitan la movilidad del primer panel solar según la trayectoria del sol, y mantenga fijo el otro panel.
- ✓ Diseñar e implementar un sistema electrónico para controlar el movimiento del panel solar con dos grados de libertad.
- ✓ Implementar una HMI para la visualización y monitoreo del proceso.
- ✓ Crear una base de datos que permita al usuario visualizar el historial.
- ✓ Determinar la eficiencia de cada uno de los paneles solares.
- ✓ Analizar la información obtenida durante un mes.
- ✓ Trazar el perfil de radiación solar utilizando la escala de tiempo adecuada.



# MARCO TEÓRICO

La necesidad de conservar la vida en nuestro planeta a largo plazo está haciendo que las energías renovables dejen de ser una alternativa y se conviertan en una realidad

**ENERGÍAS RENOVABLES**

No emite productos contaminantes y se obtienen a partir de fuentes naturales

Energía solar térmica  
Energía solar fotovoltaica  
Energía solar termoeléctrica  
Energía solar híbrida  
Energía eólico-solar

Rotación  
24 HORAS

**MOVIMIENTOS DE LA TIERRA RESPECTO AL SOL**

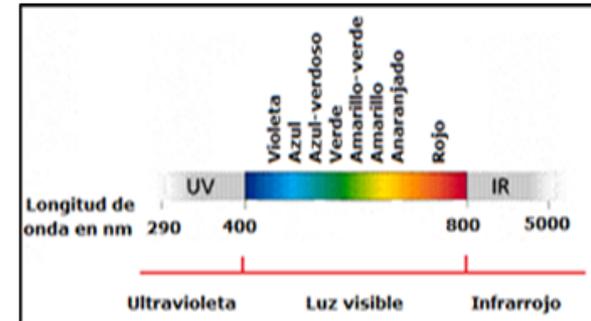
Traslación  
365 DIAS

**EL SOL**

Fuente natural abundante y gratuita de energía en forma de luz y calor



**RADIACION SOLAR W/m<sup>2</sup>**  
son todas las ondas electromagnéticas generadas por el sol 290nm y 5000nm



Directa

Difusa

Reflejada

Global



Idónea para zonas donde la red eléctrica no llega

No existe una dependencia de los países productores de combustibles

Ahorro de energía

No produce ruidos

No consume combustibles

No contamina es decir no produce gases contaminantes a la atmósfera

Permite aumentar la potencia generada mediante la incorporación de nuevos módulos fotovoltaicos al mismo sistema

VENTAJAS

## LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA

El Ecuador está ubicado sobre la línea Ecuatorial, se encuentra en ambos hemisferios, siendo un país con alta incidencia de radiación solar.

Se basa en la captación de energía solar por medio de paneles o módulos fotovoltaicos y su transformación en energía eléctrica debido al efecto fotovoltaico

DESVENTAJAS

Requieren de mano de obra calificada para su instalación.

Para grandes demandas energéticas se requieren grandes extensiones de terreno

Inicialmente requiere una fuerte inversión económica por lo que muchos consumidores no están dispuestos a arriesgarse

El nivel de radiación de la energía solar es variable de una zona a otra y depende de las condiciones atmosféricas.

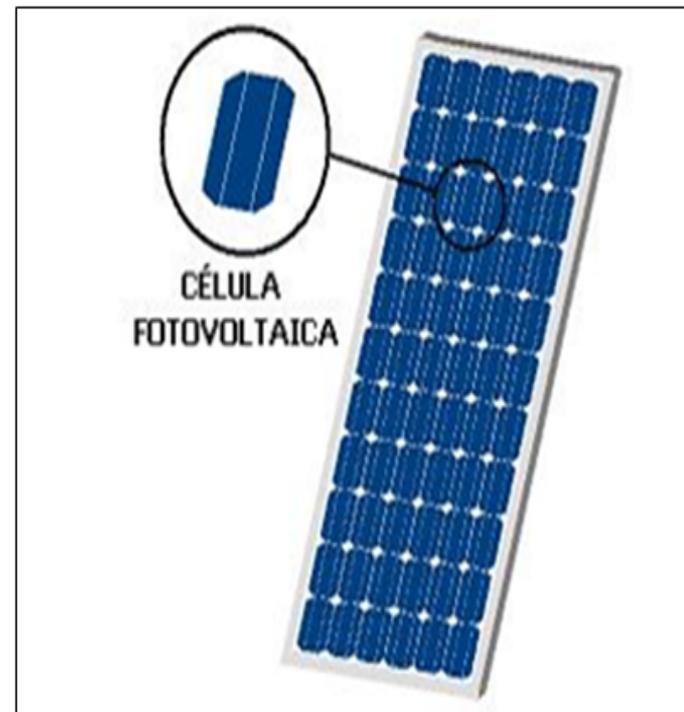
# PANELES FOTOVOLTAICOS

Placas formadas por un conjunto de celdas fotovoltaicas construidos de materiales semiconductores

Captan la energía contenida en la radiación solar y la transforma en una corriente eléctrica, mediante el efecto fotovoltaico

## TIPOS

Tipo de material	Rendimiento en condiciones ideales de laboratorio	Rendimiento de paneles solares comerciales
Silicio Puro Monocrystalino	24,70 %	16 %
Silicio Puro Policristalino	19,80 %	14 %
Silicio Amorfo	13,00 %	8 %
Teluro de Cadmio	16,00 %	8 %
Arseniuro de Galio	25,70 %	20 %
Diseleniuro de Cobre en Indio	17,00 %	9 %
Tándem	35,00 %	No disponible en versión comercial





# DESCRIPCIÓN

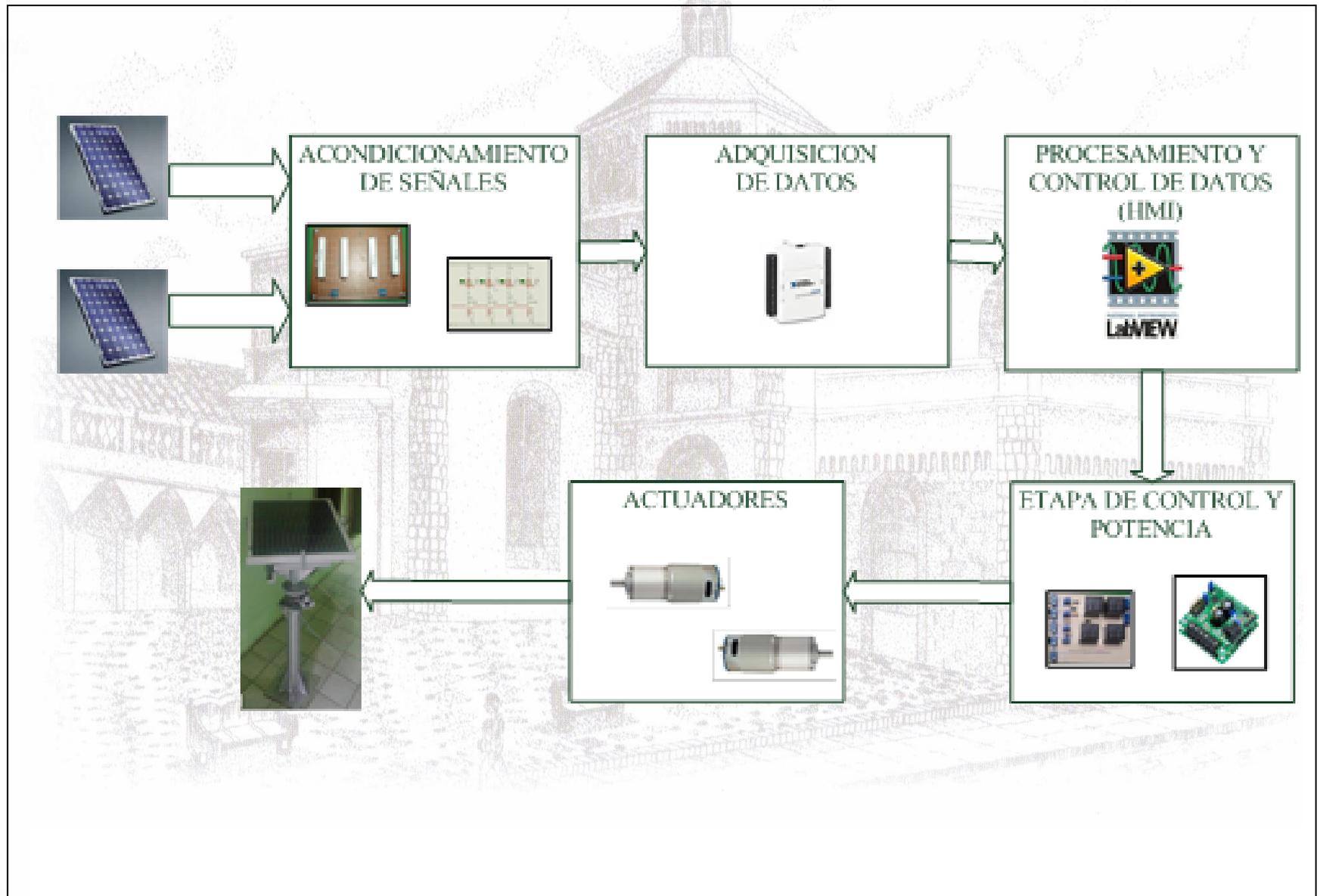
El propósito de este proyecto es trazar un perfil de la radiación solar en la ciudad de Latacunga, utilizando un sistema electrónico que sensa continuamente el voltaje producido por dos paneles solares.

Uno de los paneles solares se coloca fijo en una determinada posición previamente analizada como la más eficiente para obtener la mayor radiación solar posible.

El segundo panel solar tiene la capacidad de moverse siguiendo la trayectoria del sol ya que cuenta con una estructura móvil automática con dos grados de libertad.

La información obtenida de los paneles es almacenada en un computador que posee un entorno gráfico que muestra la información del nivel de la radiación solar en un determinado tiempo.

# DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA





# ESTRUCTURA METÁLICA

Fijar el panel solar al suelo

## ORIENTACIÓN:

Latacunga se encuentra en el hemisferio sur.

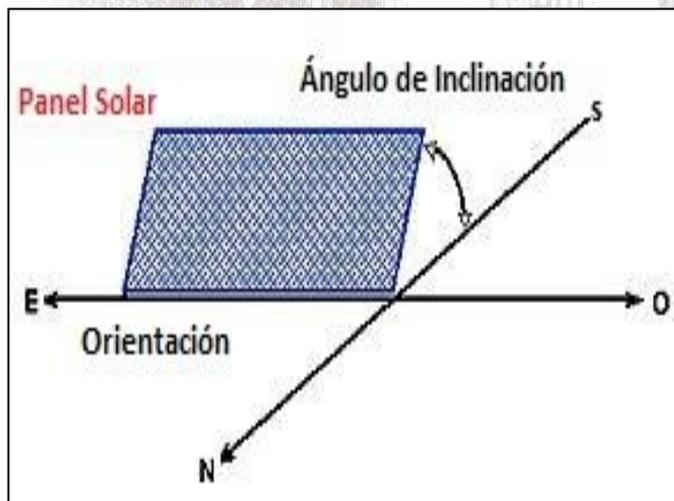
La parte frontal del panel solar se orienta hacia el norte

## INCLINACIÓN:

Latacunga ( $-0.9333^{\circ}; -78.6116897^{\circ}$ )

Ángulo de inclinación:  $10^{\circ}$ .

Se logra que la lluvia limpie el polvo acumulado en la superficie del panel



Latitud del lugar	Ángulo de inclinación fijo
$0^{\circ}$ a $5^{\circ}$	0 a $10^{\circ}$
$6^{\circ}$ a $20^{\circ}$	Latitud + $5^{\circ}$
$21^{\circ}$ a $45^{\circ}$	Latitud + $10^{\circ}$
$46^{\circ}$ a $65^{\circ}$	Latitud + $15^{\circ}$
$66^{\circ}$ a $75^{\circ}$	$80^{\circ}$



## MATERIAL:

- Tubo cuadrado estructural de 1½ pulgada.

## CARACTERÍSTICAS:

- Material de forma cerrada
- Bajo peso
- Excelente comportamiento a esfuerzos mecánicos
- Fácil mantenimiento
- Buena resistencia a la corrosión



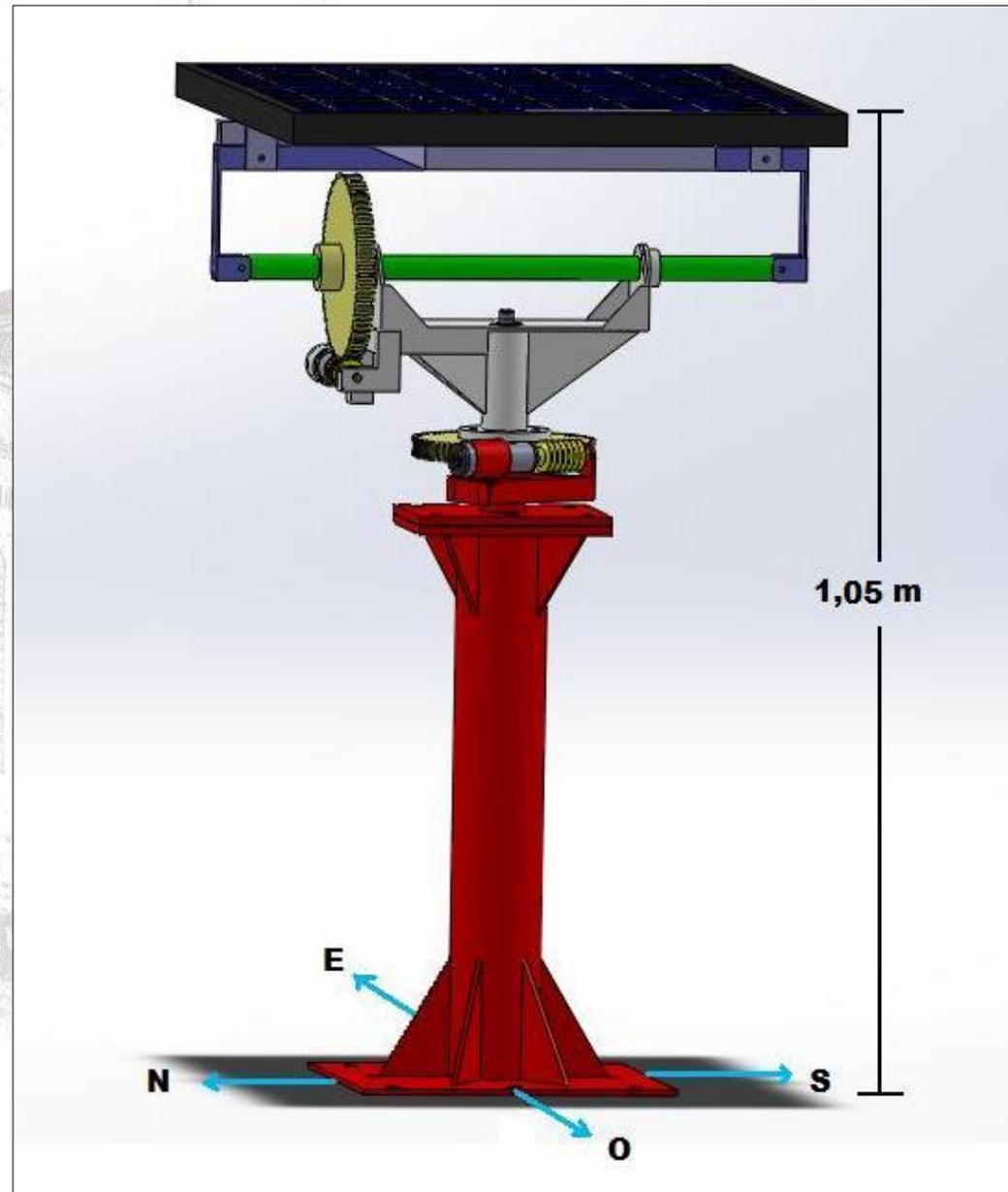


# ESTRUCTURA MECÁNICA

- Sostiene a un panel solar de 6 Kg mientras realiza sus movimientos.
- Ubica la parte frontal del panel perpendicular a los rayos del Sol.

## Partes y Materiales:

- Chasis: Aluminio T6.
- Sistema de transmisión: Duralon.
- Base: Acero.
- Actuadores: Motorreductores.



# Motorreductor DC Hennkwell.

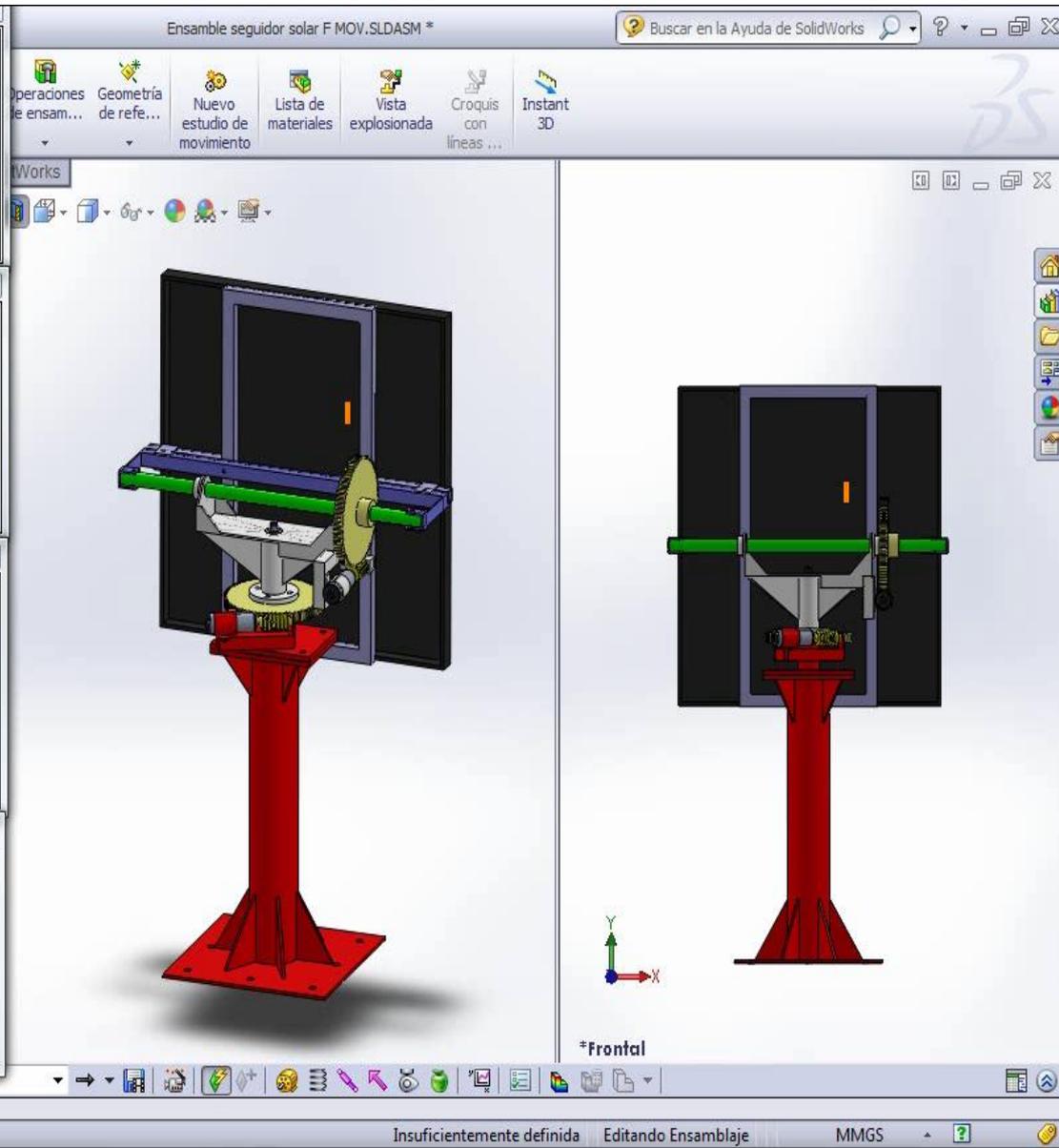
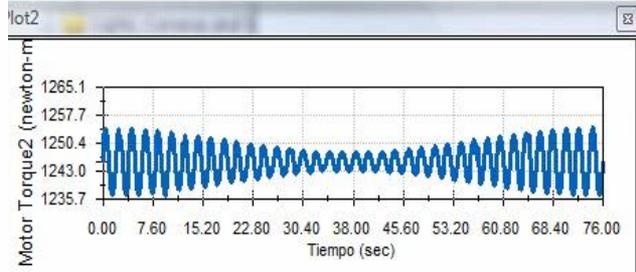
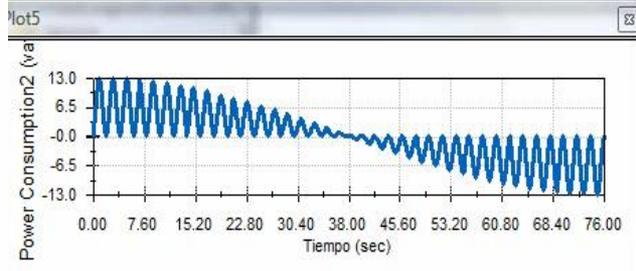
- Alta eficiencia de la transmisión de potencia desde el motor hacia al engrane conducido.
- Excelentes prestaciones en cuanto a potencia y torques transmitidos.
- Baja emisión de ruido hacia el exterior.
- Conveniencia de costos.
- Baja necesidad de mantenimientos periódicos.



Parámetros	Datos Obtenidos Mediante simulación en SolidWorks	Datos del Motorreductor DC Marca Hennkwell
Par o torque	3.919 Nm	25 Nm
Potencia	13 Watts	25 Watts



# TORQUE Y POTENCIA DE LOS MOTORREDUCTORES

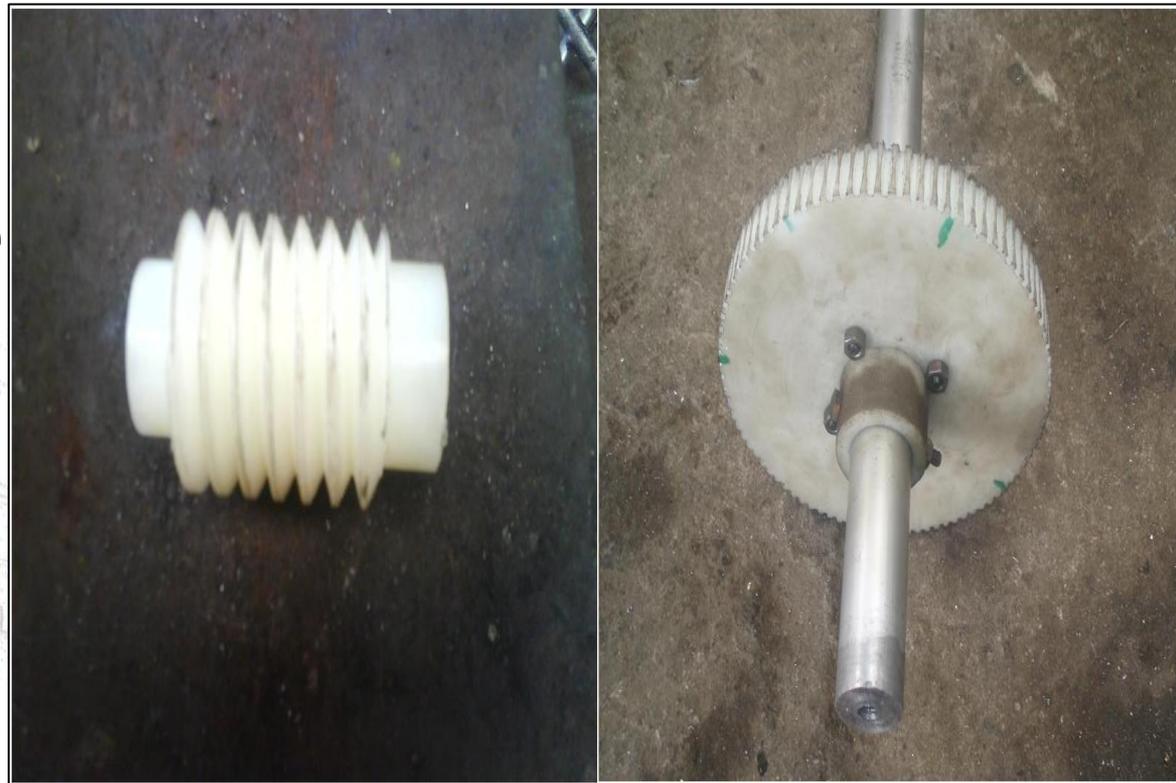


# Sistema de transmisión de movimiento

- El tornillo sin fin se mueve con la misma velocidad del motorreductor )

- Velocidad de movimiento de la rueda dentada:

El Sol se mueve con una velocidad de  $15^\circ$  por hora



**Material:** Duralon.

- Ligero en comparación con otros materiales usados en la construcción de mecanismos de engranes .
- Suficientemente resistente al desgaste y a los cambios climáticos.



# Construcción de la estructura móvil

- \* La estructura se ha diseñado con dos grados de movimiento para recorrer el ángulo de azimut y de elevación.
- \* Material utilizado Aluminio T6:



a) chasis de la estructura,

b) eje secundario con engrane.



**a) Base para motorreductor y eje principal, b) base de sujeción del motorreductor en altura solar.**



**a) Motorreductores con tornillos sin fin, b) Montaje del mecanismo de transmisión**



**a)**



**b)**

**a) Chasis de la estructura mecánica, b) Base de acero de la estructura mecánica**



**a)**



**b)**

**a) Base de aluminio del panel,**

**b) Brazo de aluminio**



a) estructura terminada

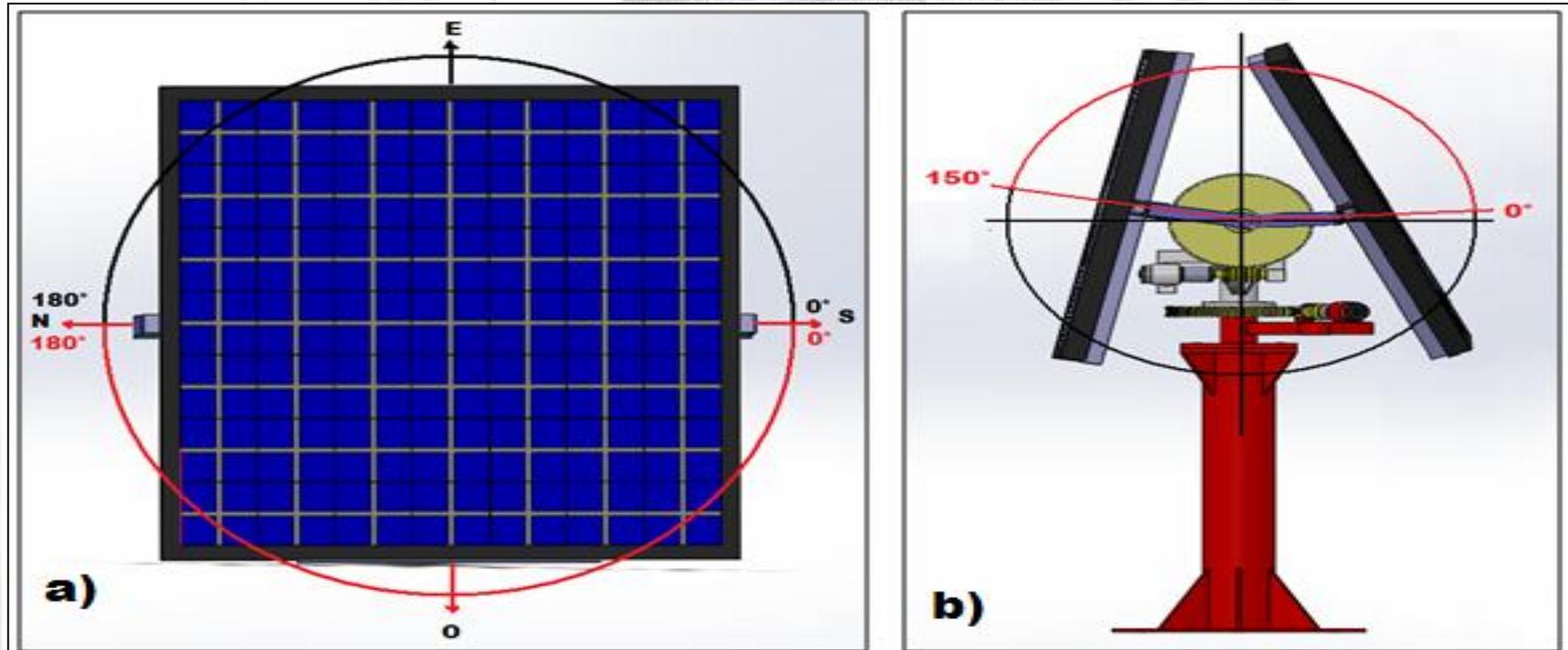


b) estructura (Acabado final)

# Ángulos de movimiento

El ángulo de azimut y el ángulo de elevación cambian su valor en el transcurso del día.

- Ángulo de azimut:  $0^\circ$  hasta  $180^\circ$ .
- Ángulo de elevación:  $0^\circ$  hasta  $150^\circ$

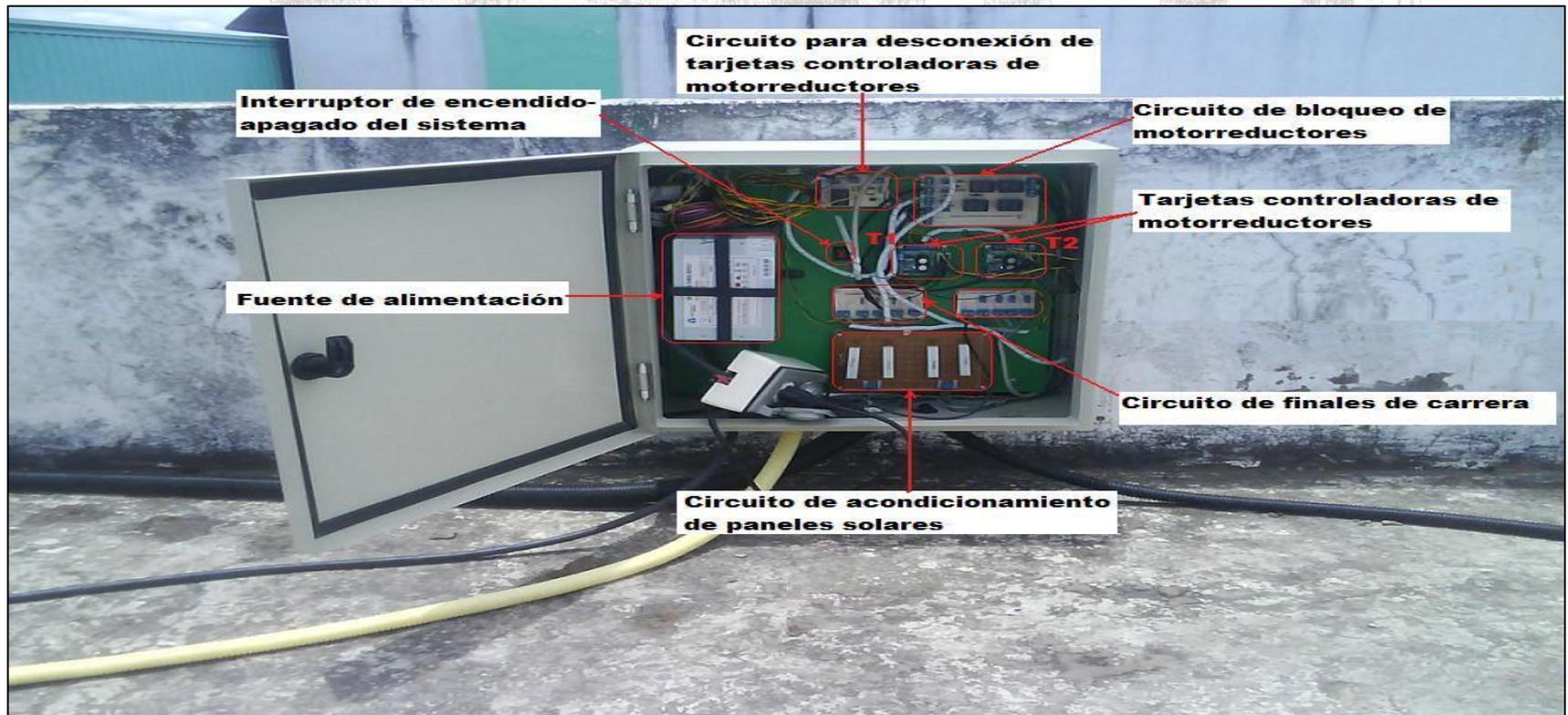


a) Recorrido del ángulo de azimut. b) Recorrido del ángulo de elevación.



# CIRCUITOS DE SEGURIDAD Y CONTROL

- Acondicionan las señales de voltaje de cada panel.
- Protegen la estructura debido a cortes de energía eléctrica.
- Conexión y desconexión inadecuada de la tarjeta NI 6009.
- Controlan los motorreductores.
- Distribuidos dentro de una caja metálica.





# Circuitos de Protección

## **Circuito de bloqueo de motorreductores:**

- Envía 2.5V a los motorreductores para que se detengan en caso de que la tarjeta de adquisición de datos se encuentre desconectada.
- Envía una señal al software de control al detectarse que las tarjetas de control de los motorreductores están apagadas.

## **Circuito para desconexión de tarjetas controladoras de motorreductores:**

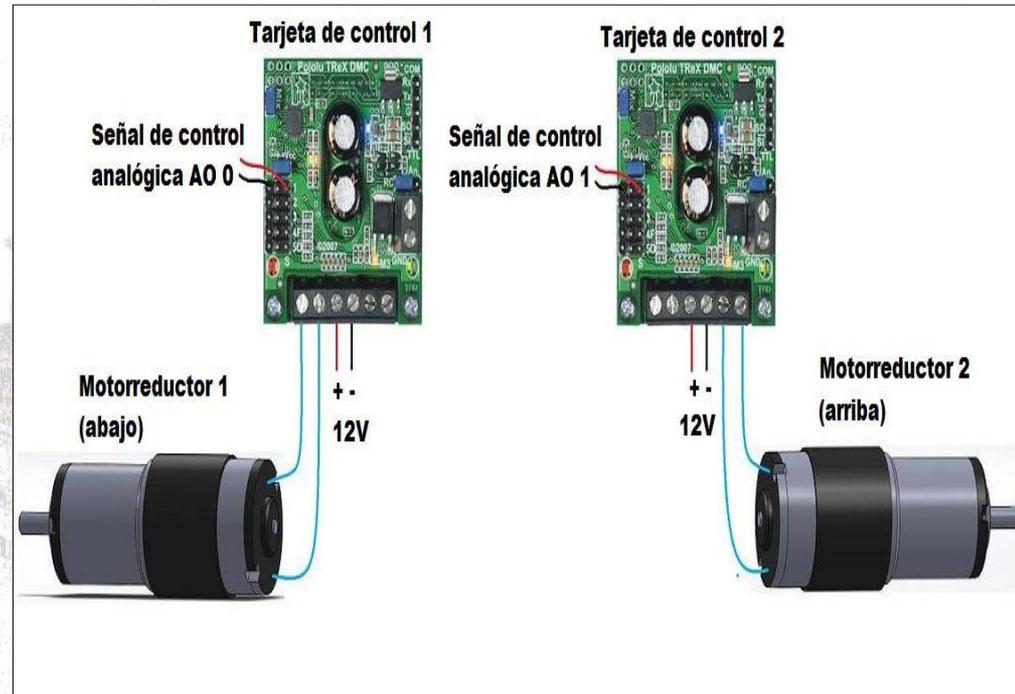
- Detecta si la DAQ se encuentra conectada y el software controlador del sistema está en ejecución, de ser así enciende las tarjetas controladoras de los motorreductores.

## **Circuito de Finales de carrera**

- Distribuidos en la estructura y delimitan su movimiento enviando señales a la DAQ que indican su activación o desactivación.

# Tarjetas controladoras de motores

- Reciben señales analógicas de 1 a 4 voltios .
- Voltaje de bloqueo: 2.5V.
- A medida que se incrementa el voltaje de entrada, el voltaje de salida también lo hace proporcionalmente, provocando un aumento de velocidad del motorreductor.



## Pololu Trex DMC01.

Señal de voltaje de entrada de la tarjeta	Señal de voltaje de salida de la tarjeta	Sentido de giro del Motorreductor
2.5 V	0V	Detenido
Mayor a 2.5V hasta 4V	Mayor a 0V hasta 12V	Horario
Menor a 2.5V hasta 1V	Menor a 0V hasta -12V	Antihorario



# Paneles Fotovoltaicos

El sistema posee dos paneles de iguales características técnicas.

**EXMORK**

艾莫克新能源

PANELES SOLARES 50P



## Specifications:

Type: Polycrystalline PV Module 12V

Model: 50P

Maximum Power: 50 Wp  $\pm 3\%$

Open Circuit Voltage: 22VDC

Maximum Power Voltage: 17.5 VDC

Short Circuit Current: 3.07 A

Maximum Power Current: 2.86 A

Dimensions: 620 x 670 x 35 mm

Junction Box with 2 Bypass Diodes



# RADIACIÓN SOLAR UTILIZANDO LOS PANELES SOLARES

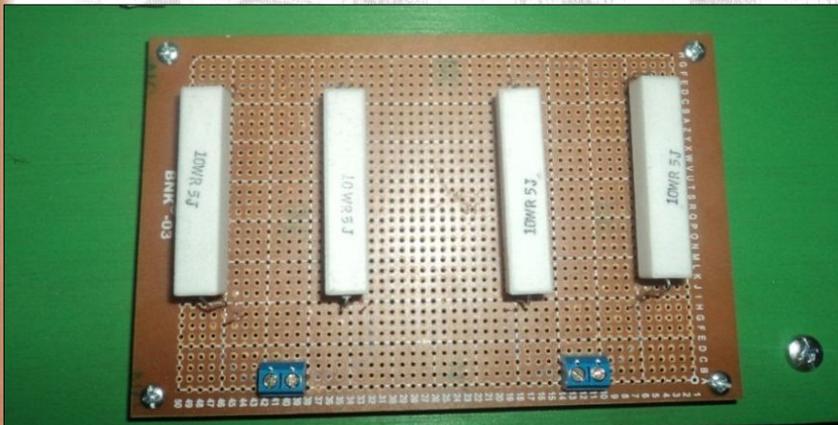
permite transformar el voltaje o corriente del panel en radiación solar.

Pruebas de medición de voltaje y corriente con diferentes cargas, a diferentes intensidades de radiación solar. (Solarímetro Ambient Weather SP-216)

Resultados:

- El valor de es más constante con el voltaje en comparación con la corriente.
- Mientras más baja sea la carga del panel, menos variará este valor.
- Para transformar el voltaje del panel en radiación solar , se usó un factor promedio de de voltaje .

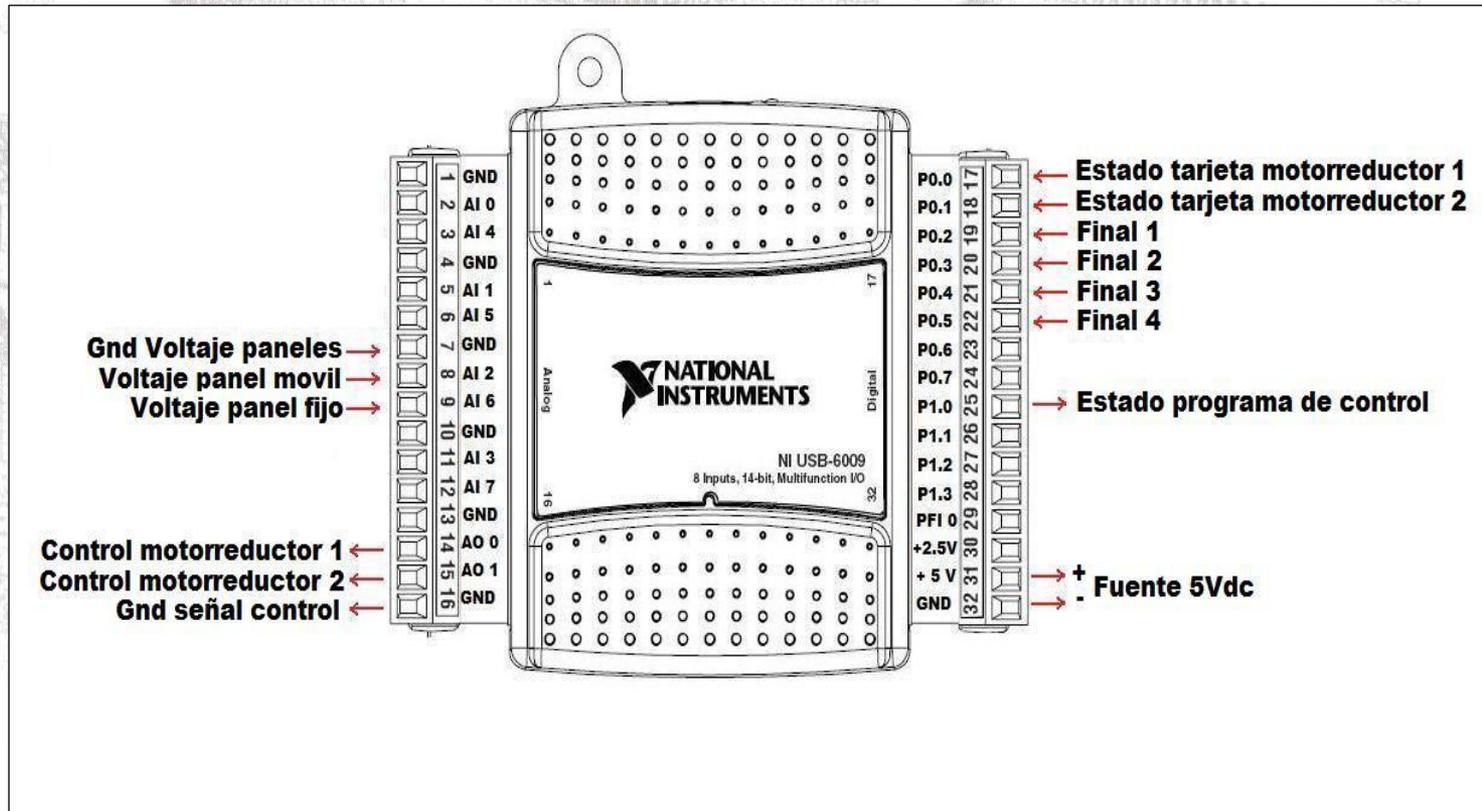
Resistencias:  $0.5\Omega$  a 10W en serie.



# ADQUISICIÓN DE DATOS

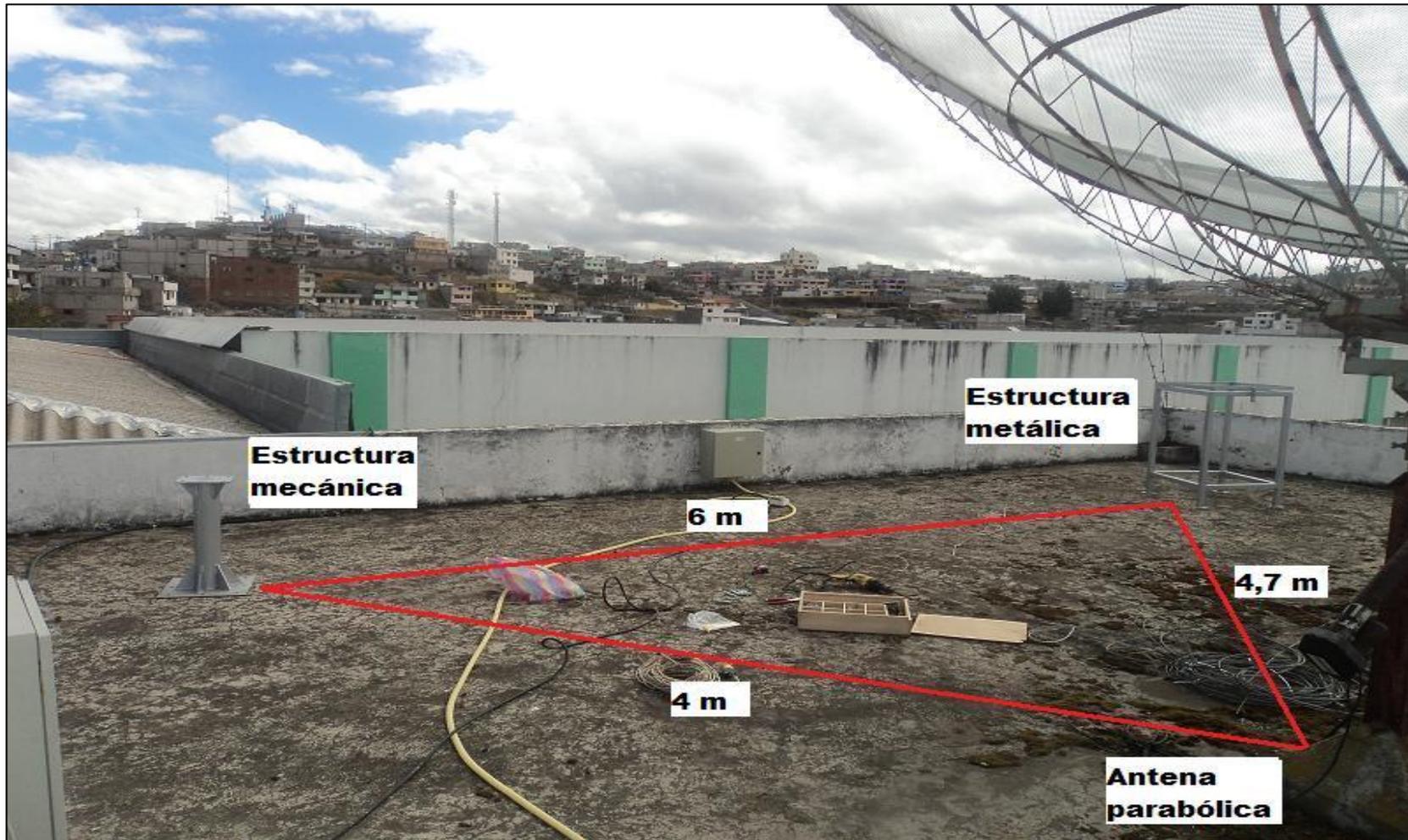
DAQ NI 6009:

- Posee un número suficiente de entradas-salidas analógicas y digitales
- Fácil manejo.
- Compatible con LabView
- Bajo precio.





# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA



Distribución física de las estructuras en la terraza.

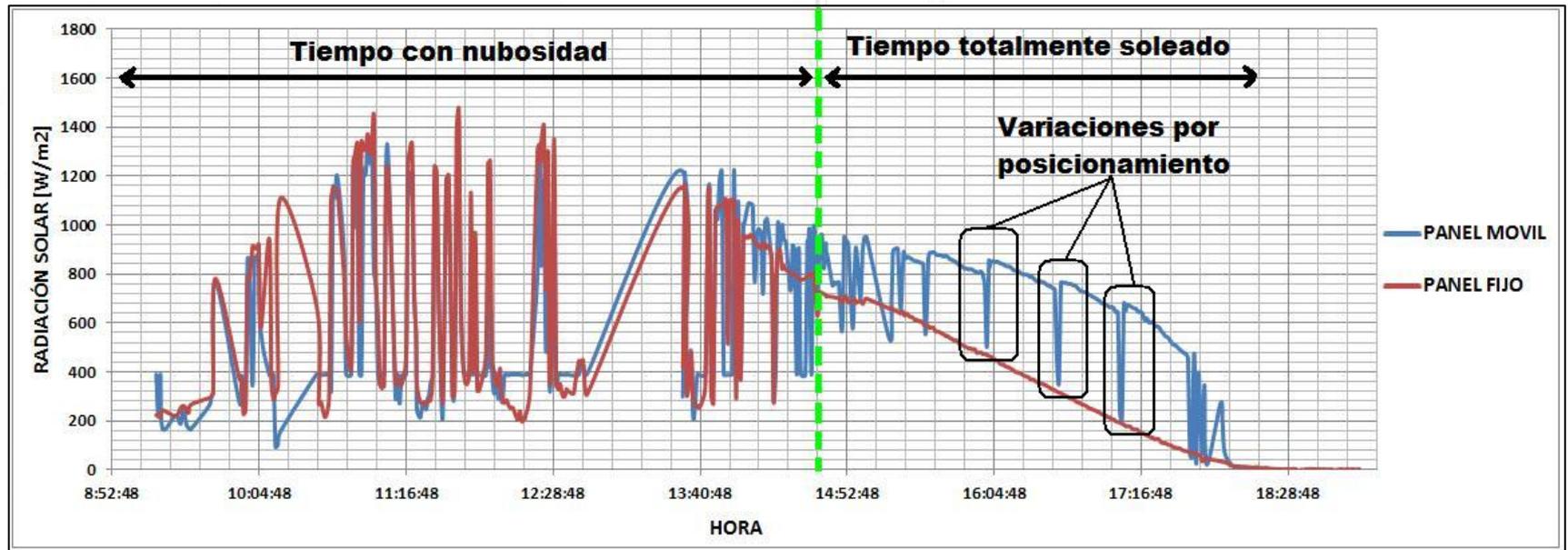


Ubicación de la caja de circuitos.



**Control del sistema con la tarjeta de adquisición de datos 6009.**

# Análisis del tipo de seguimiento solar



**Curva del panel fijo y curva del panel móvil, variaciones por posicionamiento.**

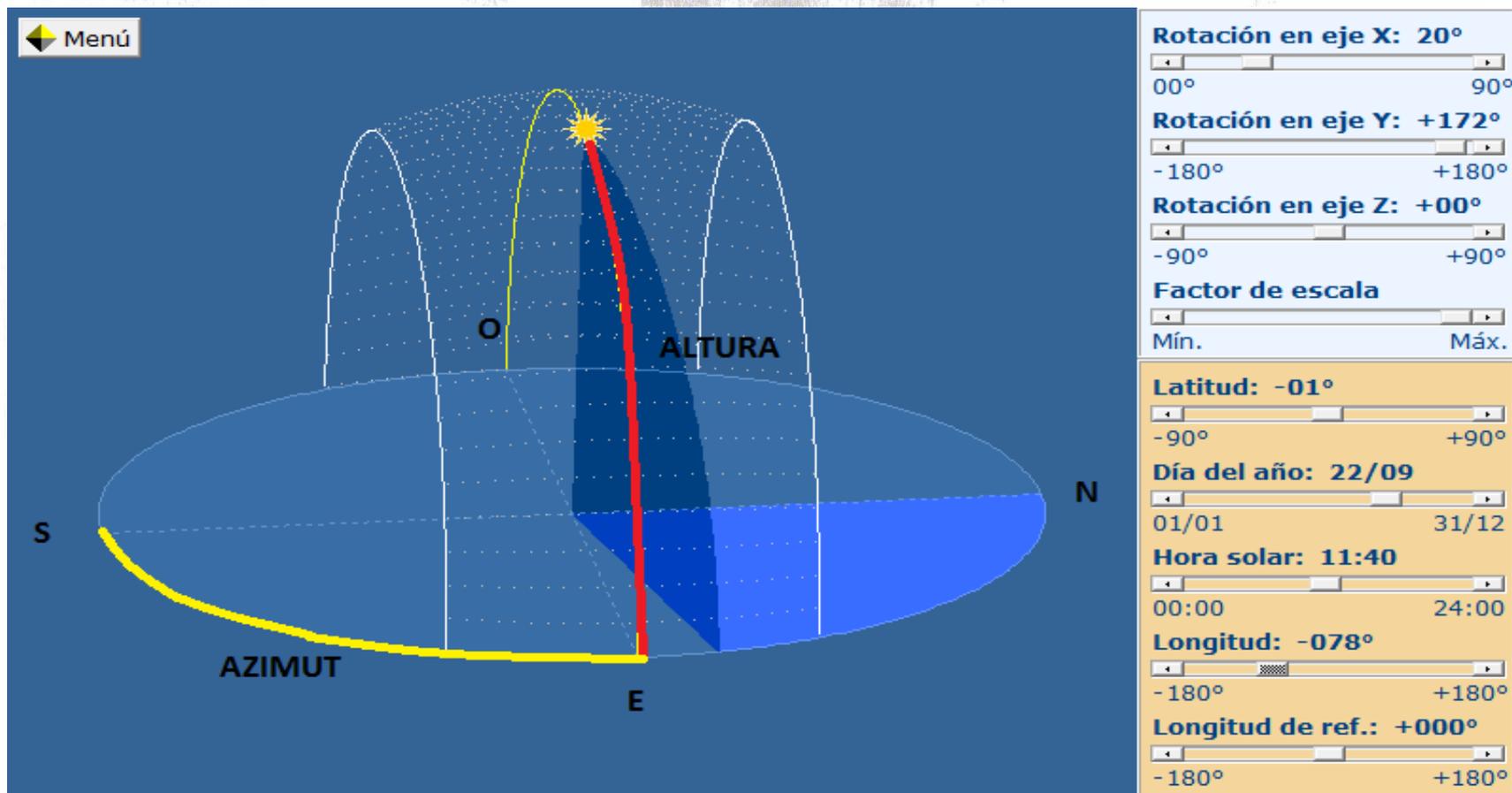
Inicialmente se implementó el seguimiento solar por luminosidad, pero se lo descartó porque los sensores de luminosidad respondían erróneamente cuando pasaba alguna nube sobre el sistema.

Se seleccionó el método de seguimiento por posición solar porque permite la ubicación del panel solar en dirección al sol independientemente del estado climático del día.



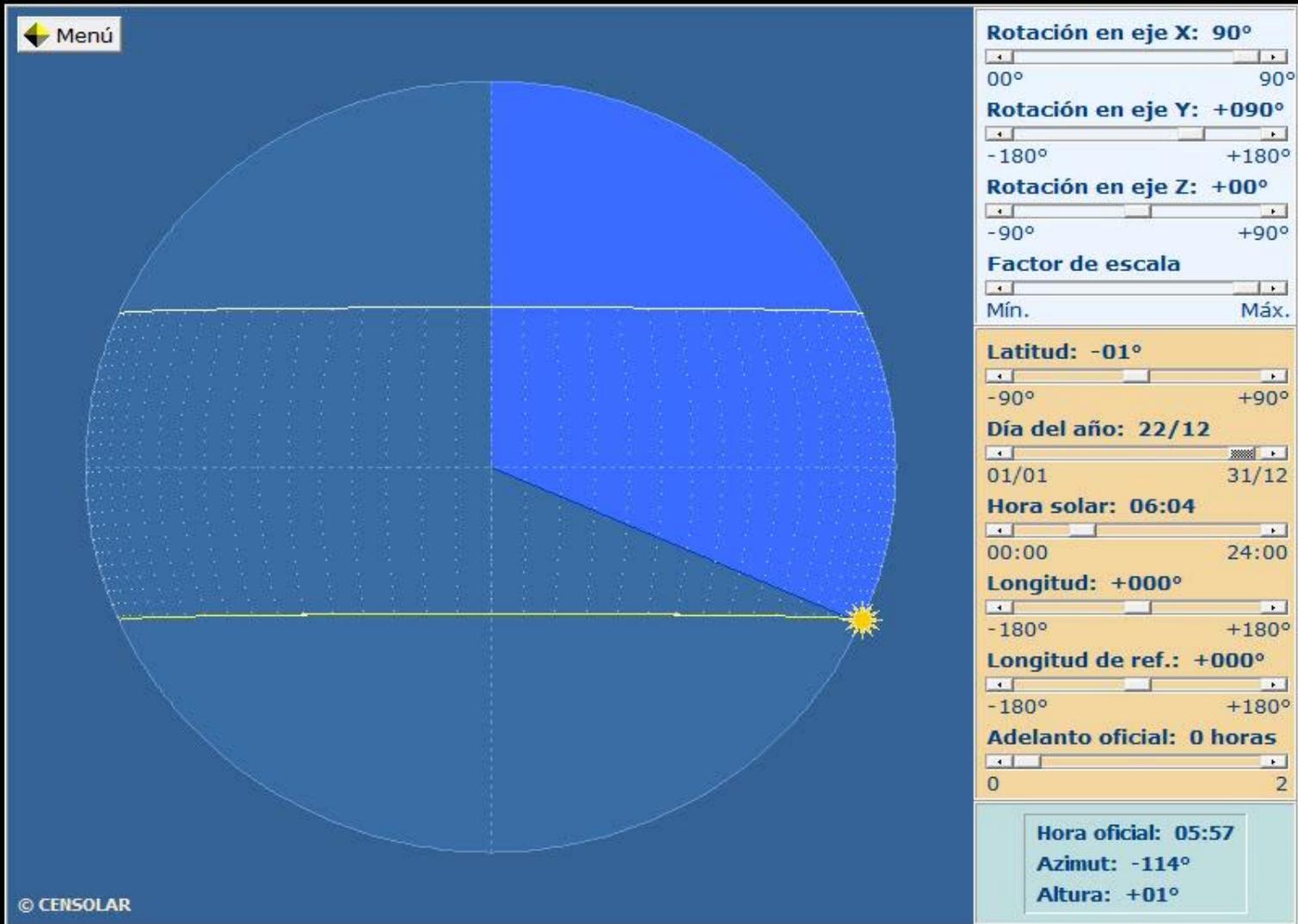
# Seguimiento del Sol por posición astronómica

Para la ESPE - Extensión Latacunga la trayectoria aparente del Sol se la obtuvo mediante el programa de simulación Censolar 5.





# 22 de Diciembre





# 22 de Marzo

☛ Menú

© CENSOLAR

**Rotación en eje X: 90°**  
00° 90°

**Rotación en eje Y: +090°**  
-180° +180°

**Rotación en eje Z: +00°**  
-90° +90°

**Factor de escala**  
Mín. Máx.

**Latitud: -01°**  
-90° +90°

**Día del año: 21/03**  
01/01 31/12

**Hora solar: 06:04**  
00:00 24:00

**Longitud: +000°**  
-180° +180°

**Longitud de ref.: +000°**  
-180° +180°

**Adelanto oficial: 0 horas**  
0 2

**Hora oficial: 06:11**  
**Azimut: -091°**  
**Altura: +01°**

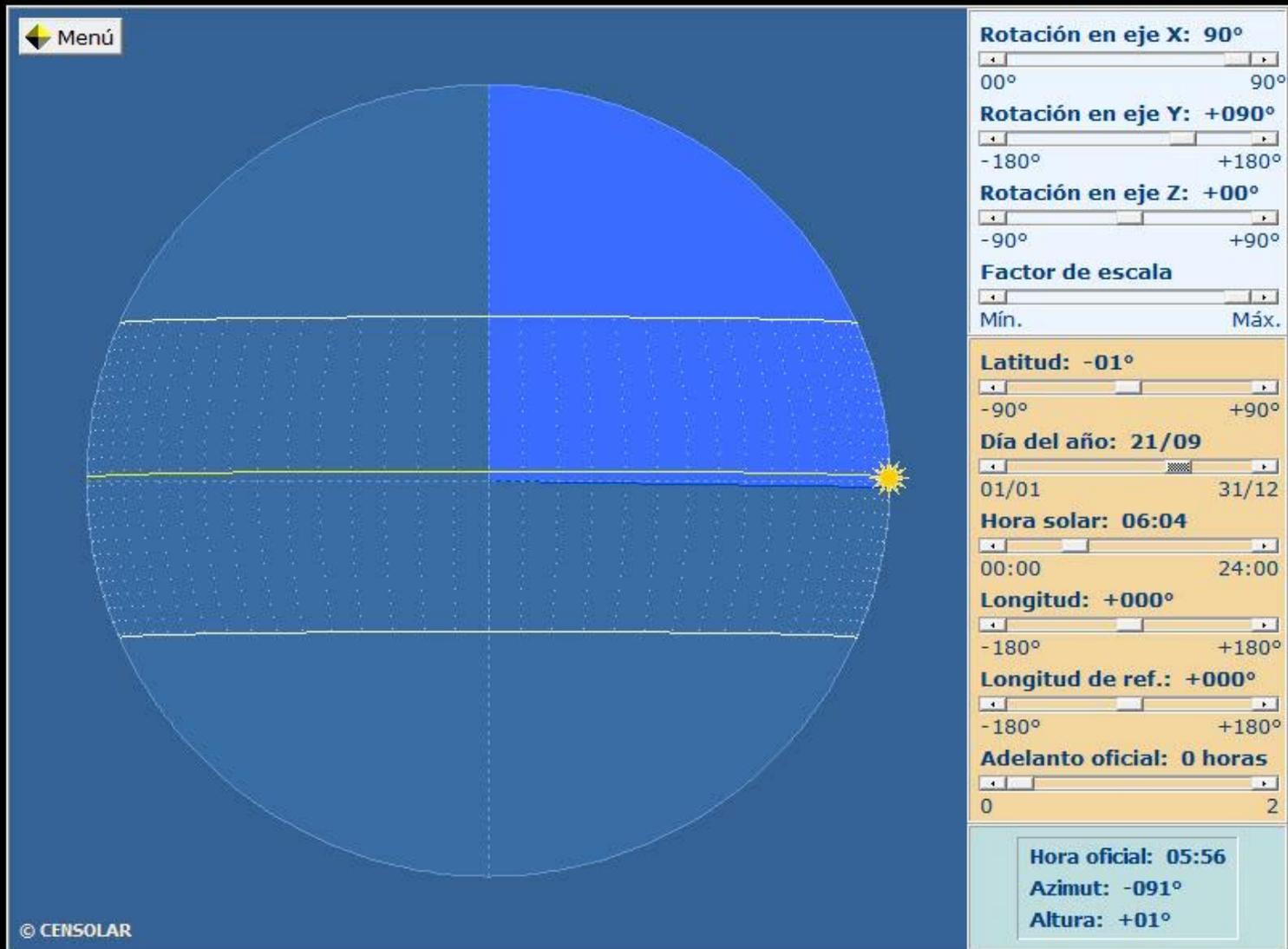


# 22 de Junio





# 22 de Septiembre





**Altura solar** : Ángulo que forman los rayos solares sobre la superficie horizontal

siendo:

, latitud

, declinación

, ángulo horario

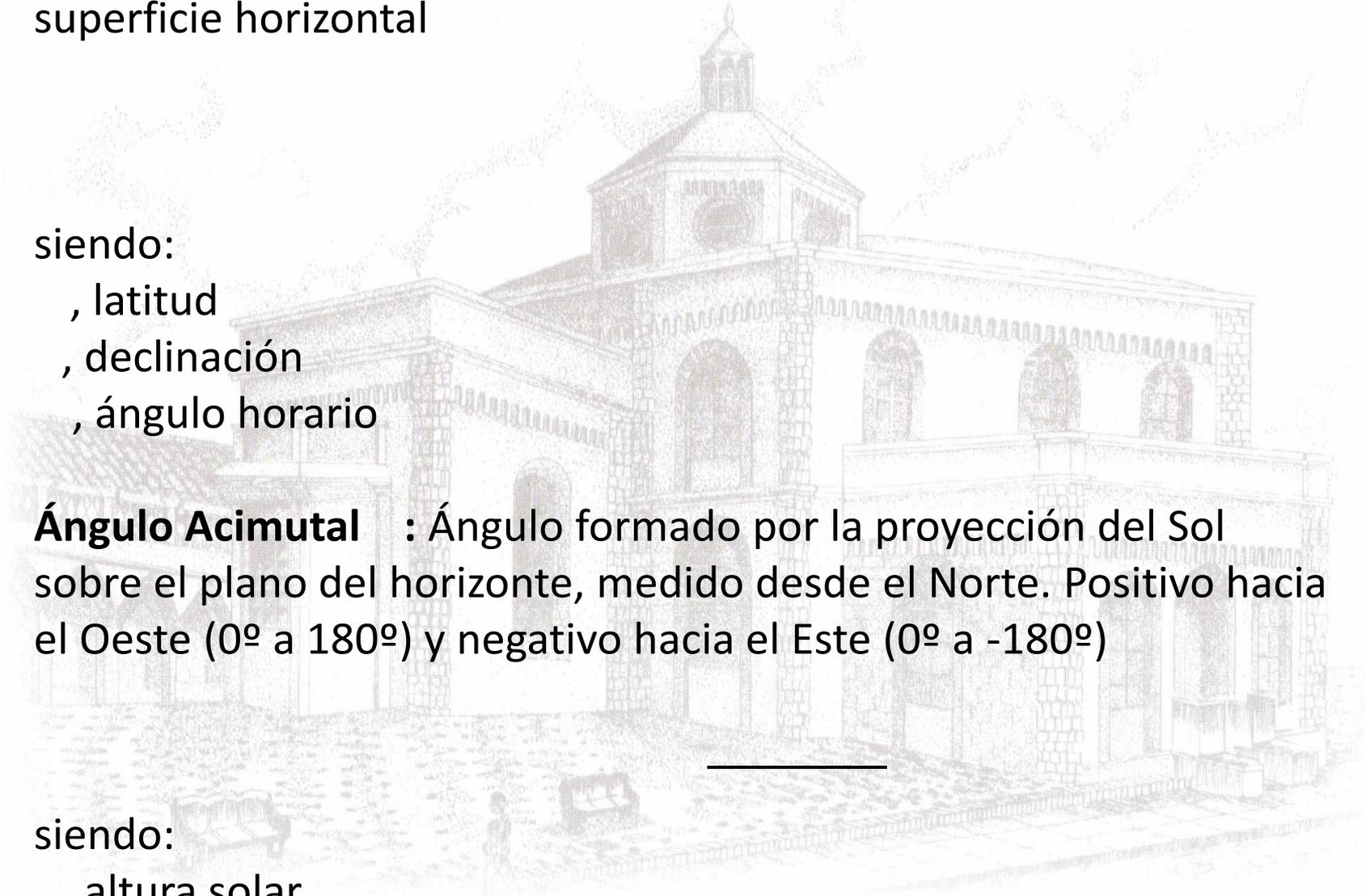
**Ángulo Acimutal** : Ángulo formado por la proyección del Sol sobre el plano del horizonte, medido desde el Norte. Positivo hacia el Oeste ( $0^\circ$  a  $180^\circ$ ) y negativo hacia el Este ( $0^\circ$  a  $-180^\circ$ )

siendo:

altura solar

, declinación

, ángulo horario





# Desarrollo del software de control

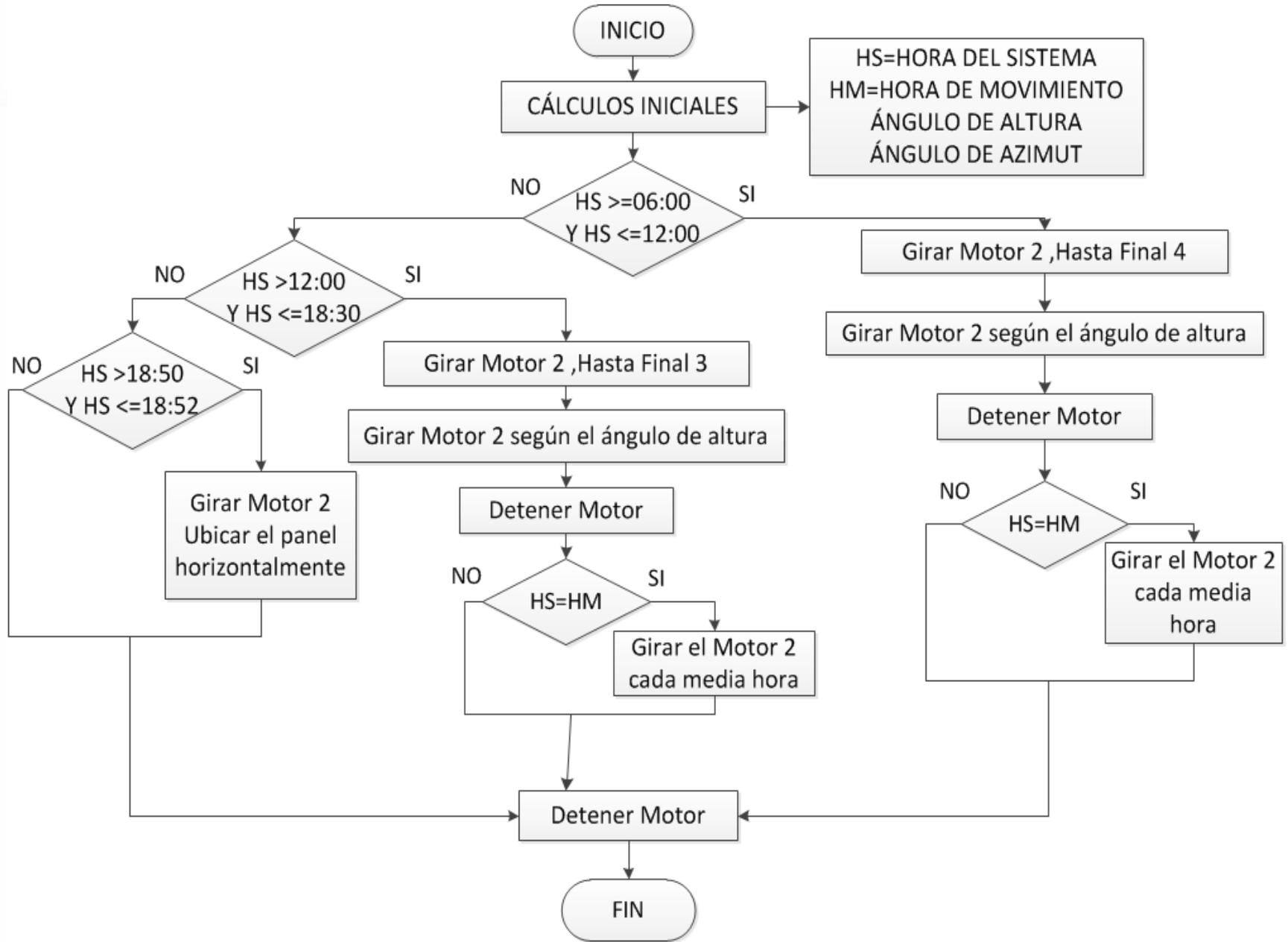
- Software de control mediante LabView.
- Permite controlar la DAQ 6009.
- Permite la adquisición de las señales, mediante un entorno informático, sencillo, rápido y eficiente.

## Partes del software de control:

- Cálculos iniciales (Ángulo de Azimut, Ángulo de Elevación)
- Ubicación por Ángulo de Azimut. Motor 1
- Ubicación por Ángulo de Elevación. Motor 2

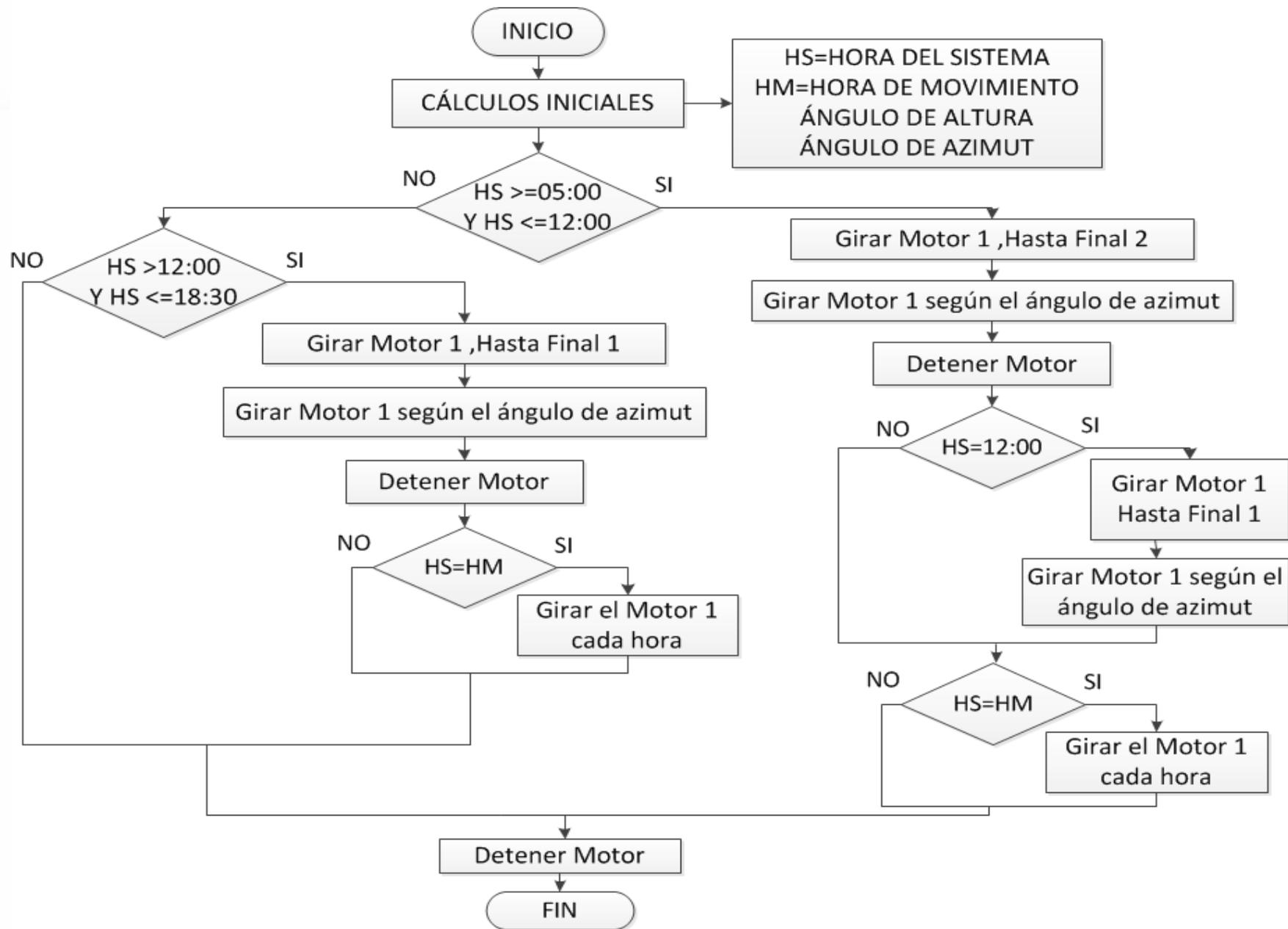


# Diagrama de Bloques: Ubicación por Ángulo de Elevación





# Diagrama de Bloques: Ubicación por Ángulo de Azimut





# PANEL PRINCIPAL

Curva de radiación solar del panel fijo y móvil en tiempo real.

Muestra el final de carrera que ha sido activado y si las tarjetas de los motores están desconectadas.



Acceso al panel secundario que indica los perfiles de radiación solar para el día que se seleccione.

Muestra las magnitudes de radiación solar y sus máximas medidas en el día actual y hasta ese instante.

Valores de los ángulos para una hora determinada

Indica la hora y fecha actual.

Detiene la aplicación de forma segura.



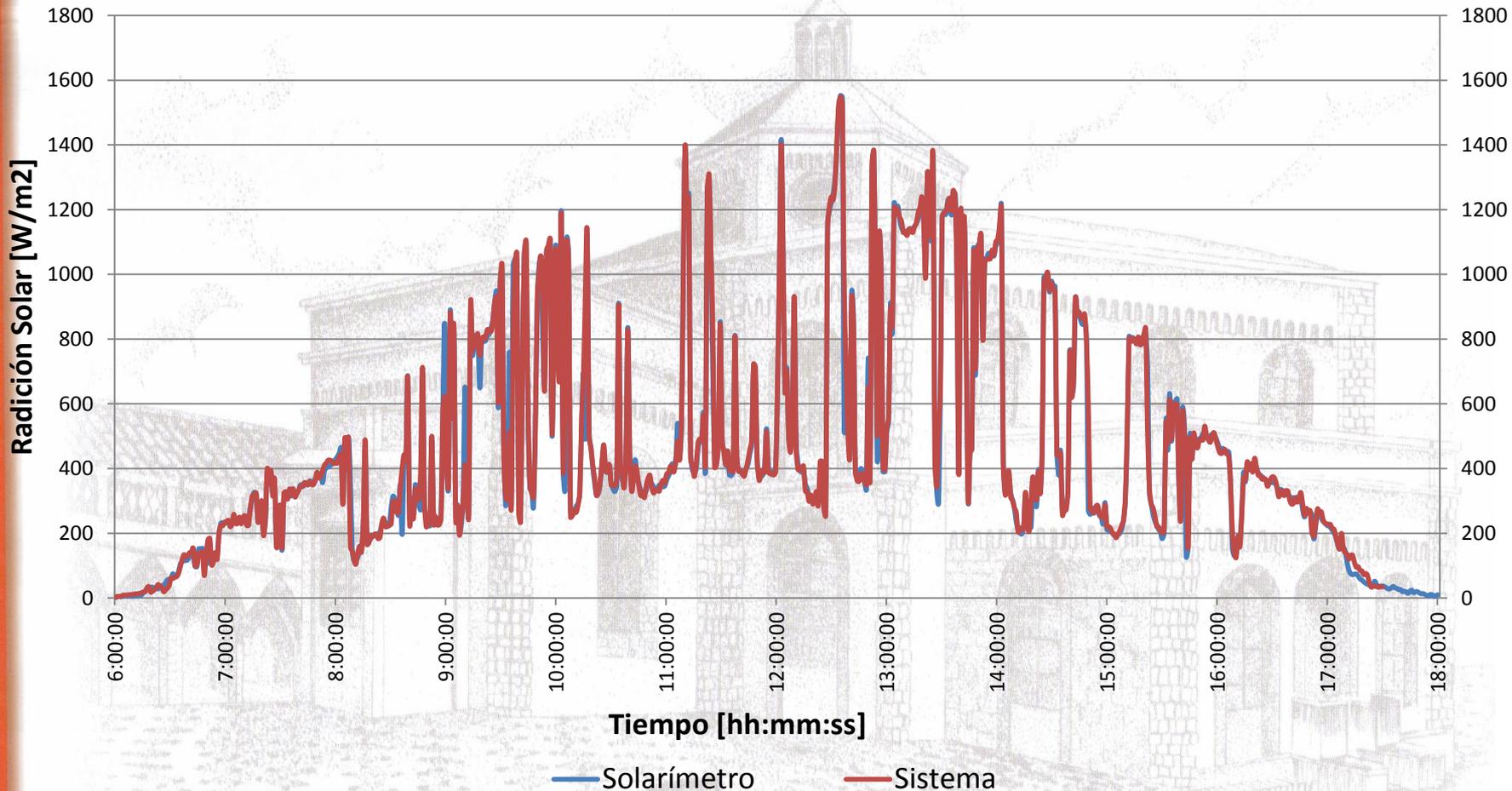
# PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se determinó el correcto seguimiento y medidas de radiación solar, contrastando las magnitudes medidas del panel móvil y el panel fijo con las medidas obtenidas con el solarímetro.

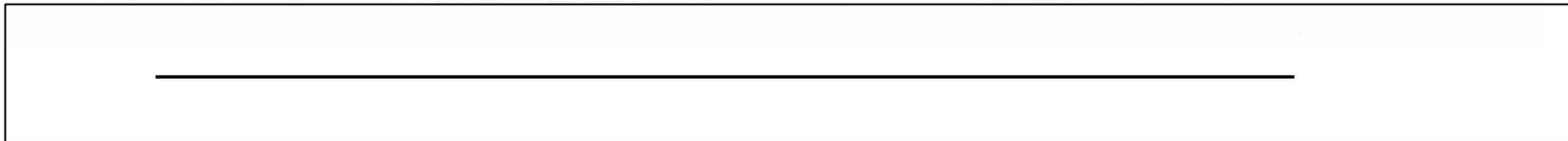




# Radiación Solar

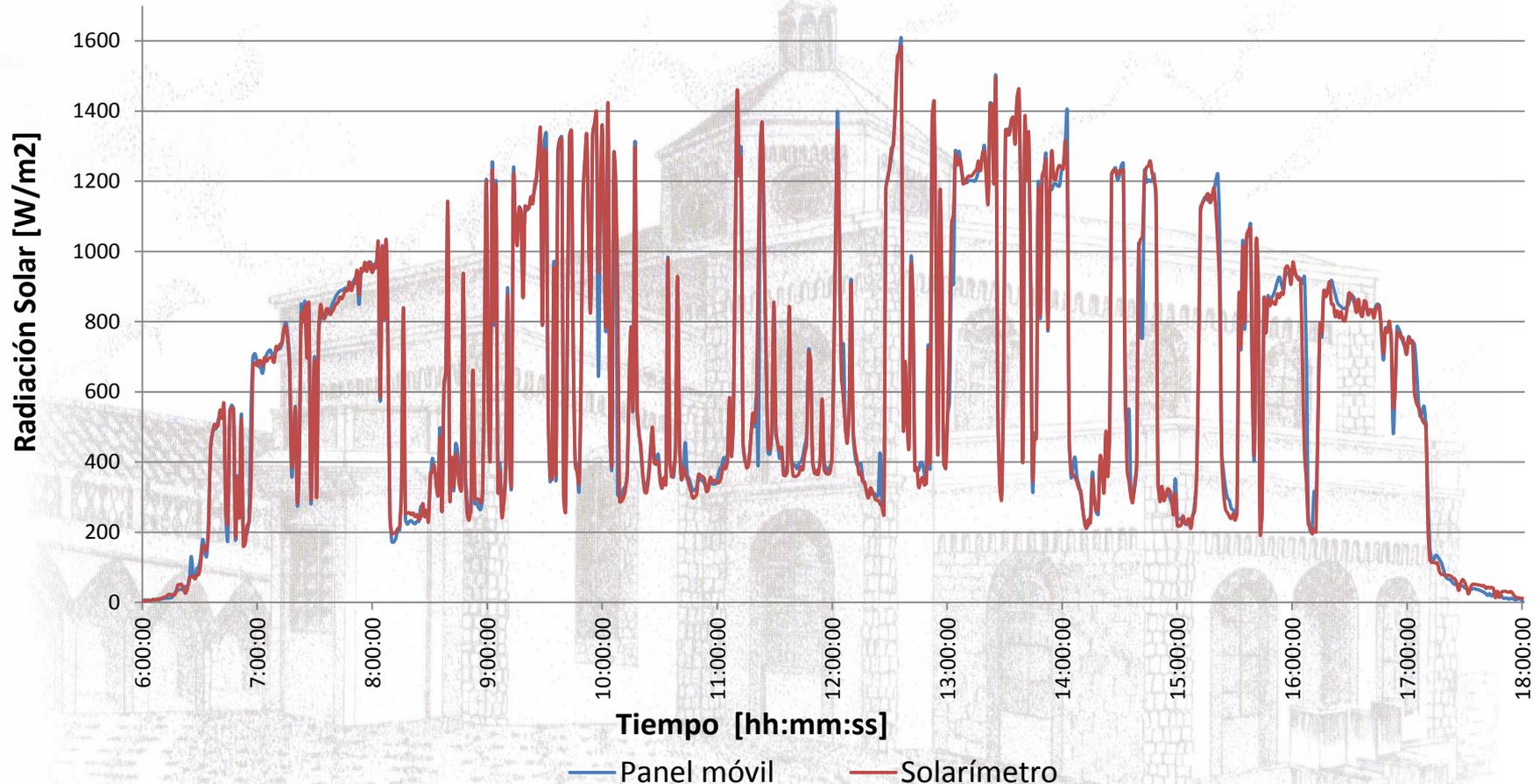


**Perfil de radiación solar obtenido con el panel fijo y con el solarímetro en posición perpendicular a una superficie horizontal.**





# Radiación Solar



**Perfil de radiación solar obtenido con el panel fijo y con el solarímetro en posición perpendicular a una superficie horizontal.**

Panel móvil: error de  $\pm 7\%$  ; Panel fijo:  $\pm 7.5\%$



AZIMUT -88

ALTURA 60

Azmut: -088°

Altura: +60°

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

PERFIL DE RADIACIÓN SOLAR ACTUAL

RADIACIÓN SOLAR [W/m<sup>2</sup>]

TIEMPO

ALERTAS

TARJETA 1 OFF

TARJETA 2 OFF

FINAL 1 NORMAL

FINAL 3 NORMAL

FINAL 2 NORMAL

FINAL 4 NORMAL

HISTORIAL

STOP

RADIACIÓN ACTUAL [W/m<sup>2</sup>]

RADIACIÓN MÁXIMA [W/m<sup>2</sup>]

DURANTE ESTE DÍA

HORA Y FECHA ACTUAL

PANEL MOVIL 0

MAXIMO 0

PANEL FIJO 0

MAXIMO 0

10:00:00,000

21/09/2012

AZIMUT -88

ALTURA 60

Menú

Rotación en eje X: 20°

Rotación en eje Y: +071°

Rotación en eje Z: +00°

Factor de escala

Latitud: -01°

Día del año: 21/09

Hora solar: 10:00

Longitud: +000°

Adelanto oficial: 0 horas

Hora oficial: 09:53

Azmut: -088°

Altura: +60°

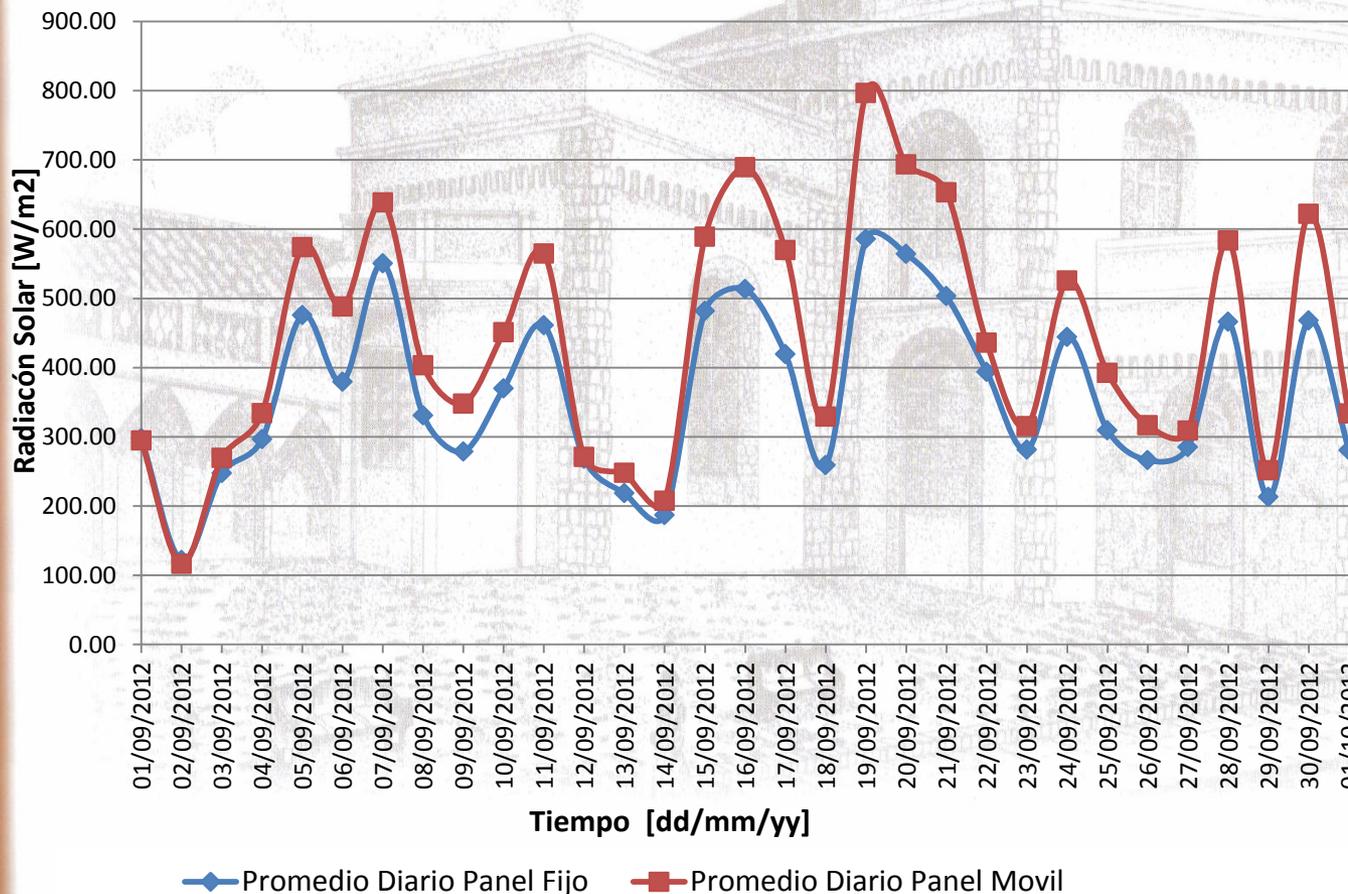
Ángulos Solares obtenidos con el sistema y con el simulador Censolar 5.



# Promedio diario de radiación solar del panel fijo y del panel móvil

El promedio fue calculado con las medidas de radiación solar adquiridas cada minuto desde las 06:00 hasta las 18:30 para cada día del mes.

## PROMEDIO DIARIO DE RADIACIÓN SOLAR



Días nublados:  
Disminución en un 79.22% en el panel fijo y en un 85.4% en el panel móvil.

Días soleados:  
captación del panel móvil en relación al fijo 26.8% más.

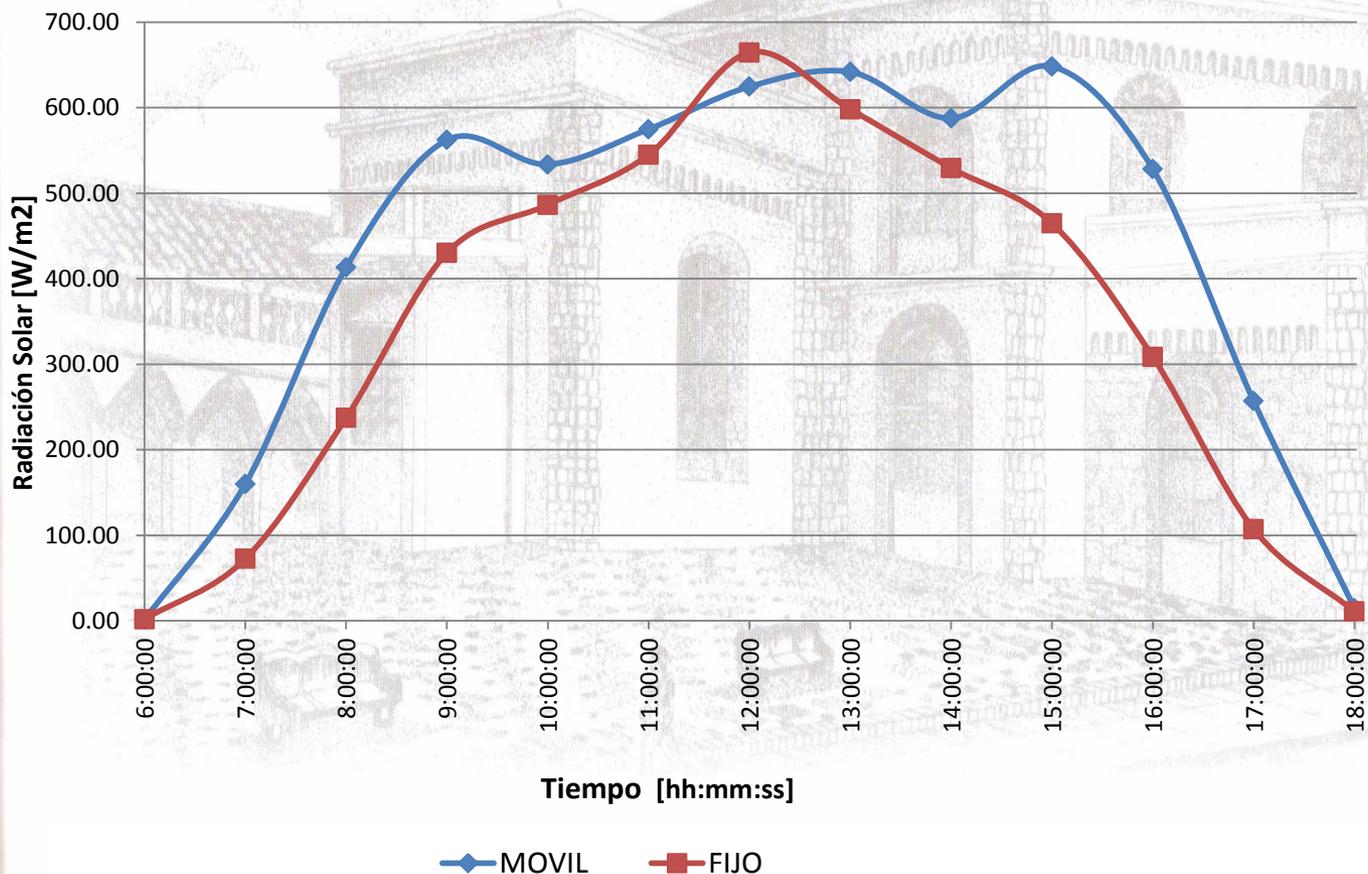
Días nublados:  
panel fijo 4.5% más de captación que el panel móvil.



# Promedio por horas de radiación solar del panel fijo y del panel móvil

Se calculó con los valores de radiación solar medidos cada hora, con el panel fijo y móvil, desde las 06:00 hasta las 18:00.

## PROMEDIO DE RADIACIÓN SOLAR POR HORAS



Horas de mayor captación de radiación solar:

Panel fijo:

11:00 - 14:00

Panel móvil:

09:00 - 16:00

Horas en común de mayor captación de radiación solar:

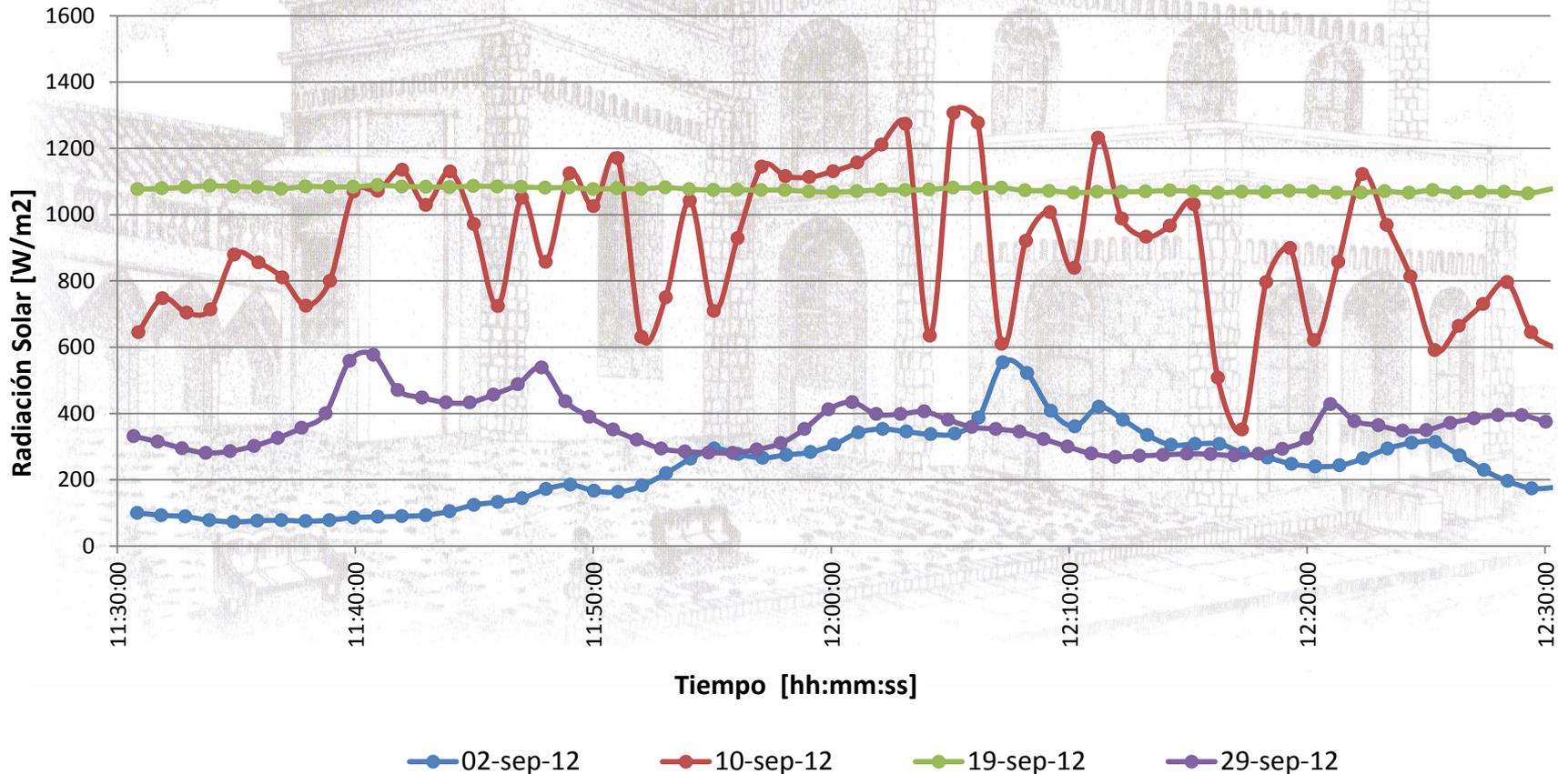
11:00 - 14:00

# Análisis para cuatro diferentes días

En un día soleado los paneles captan radiación solar con menores variaciones.

En un día nublado los paneles captan valores de radiación solar muy variados.

## RADIACIÓN SOLAR ENTRE LAS 11:30 Y 12:30

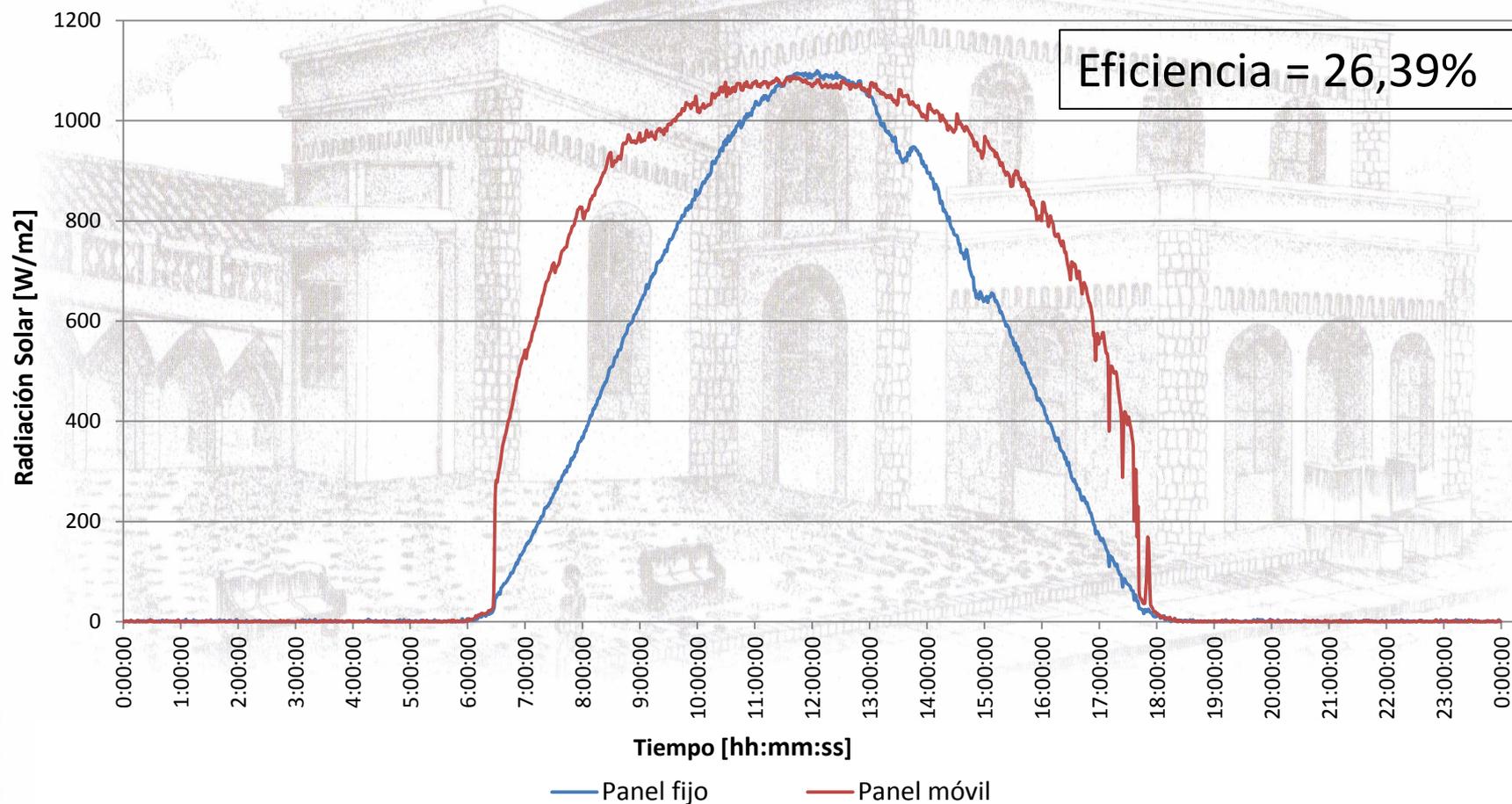




# Análisis de la eficiencia de captación entre los paneles solares

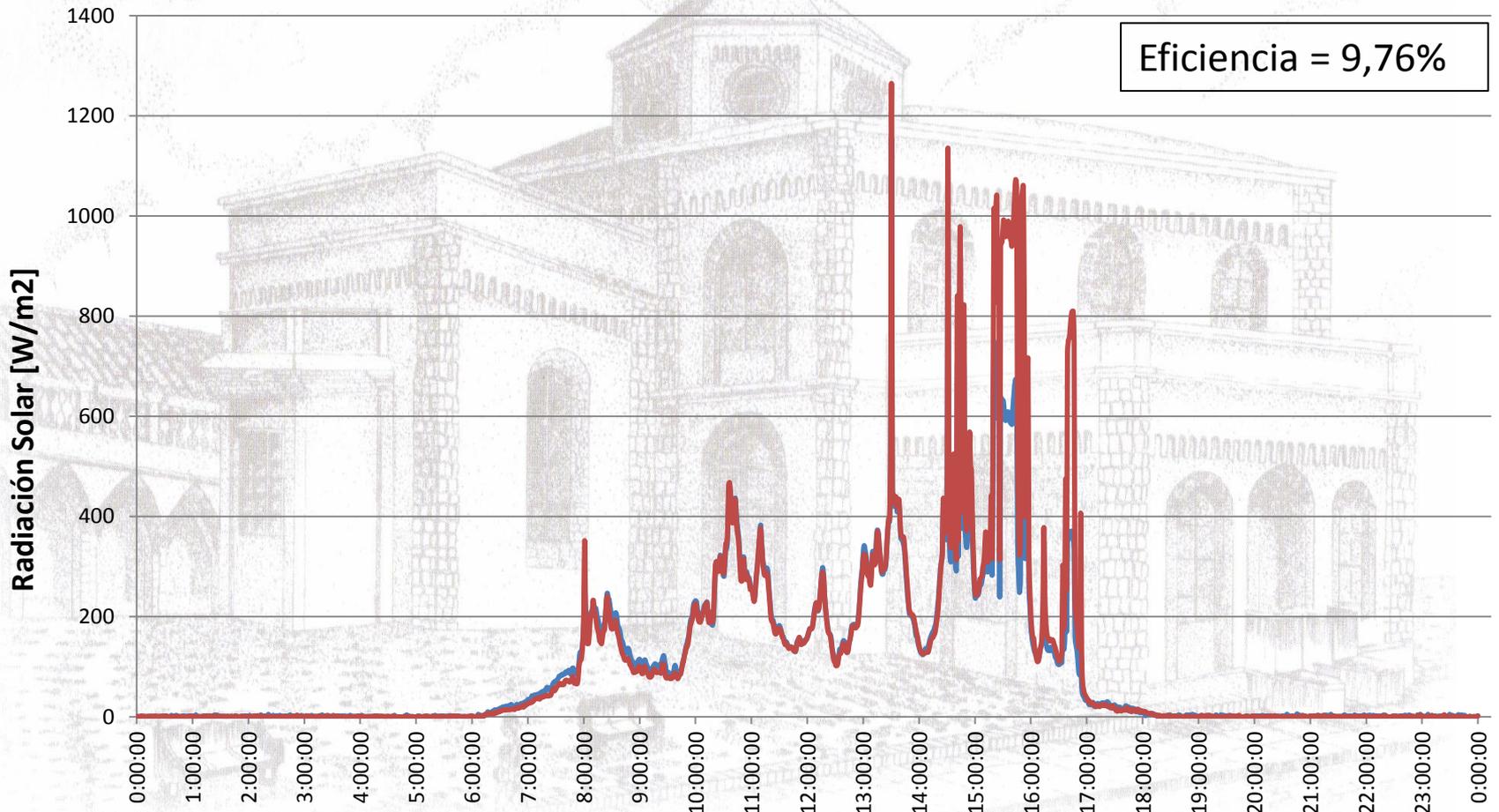
Se consideró el área bajo la curva del perfil de radiación solar del panel móvil y del panel fijo.

## Perfil de Radiación Solar para un día soleado





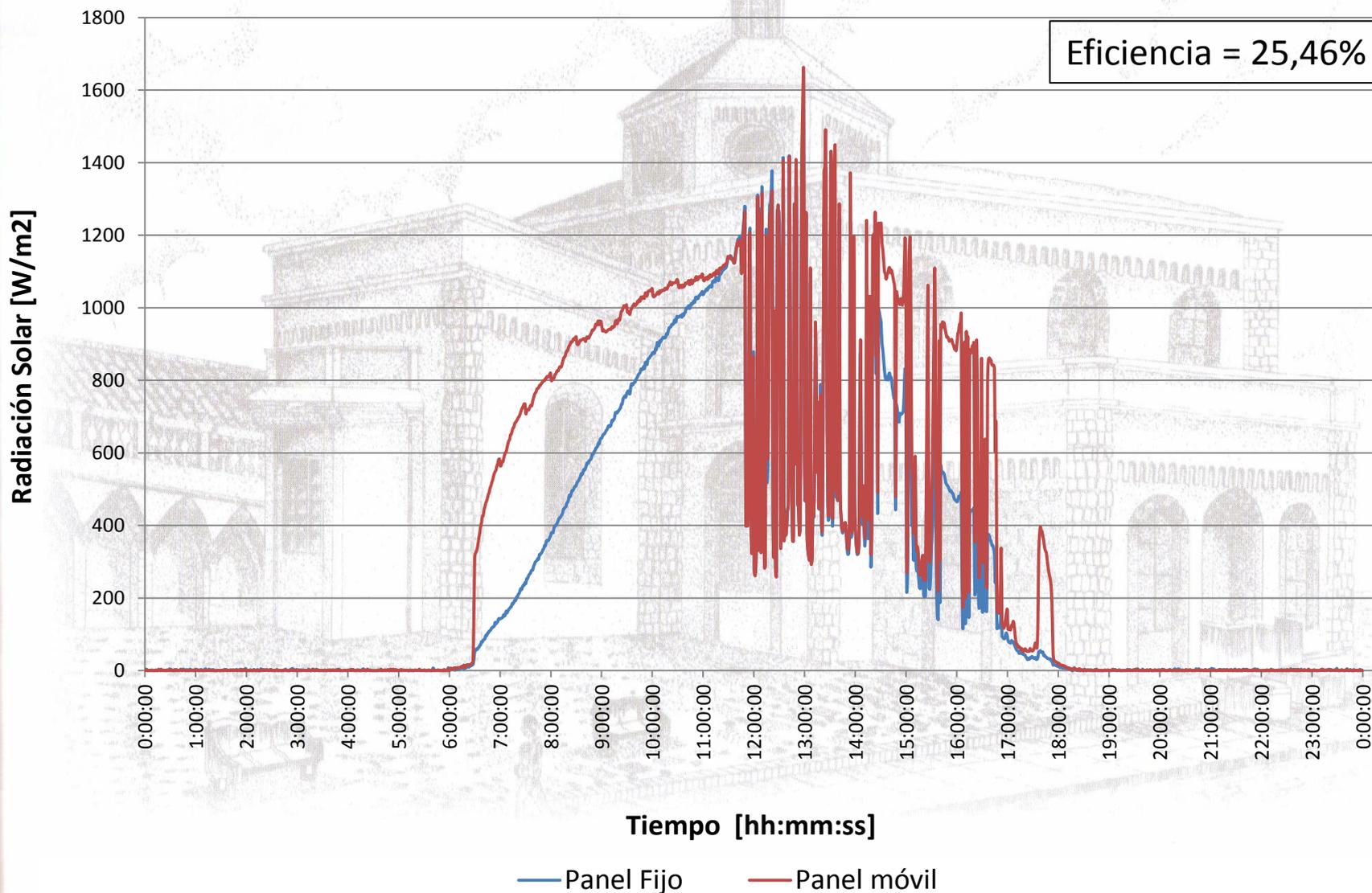
# Perfil de Radiación Solar Para un día nublado



Panel fijo      Panel móvil



# Perfiles de Radiación Solar para un día soleado-nublado





# CONCLUSIONES

- ✓ Los usos y aplicaciones de la Energía Solar en el Ecuador se encuentra aun en sus primeras etapas de desarrollo, por ello la información encontrada sobre las medidas de radiación solar para este país es casi nula o está desactualizada.
- ✓ El método de seguimiento por posición solar es más preciso en comparación al seguimiento mediante sensores porque permite la ubicación del panel solar en dirección al sol independientemente del estado climático del día, es decir, ubica al panel cuando el cielo está despejado y cuando existe gran nubosidad.
- ✓ La mayor captación de radiación solar con el panel fijo se obtiene colocándolo en dirección al norte y con un ángulo de inclinación de 10 grados para evitar la acumulación de agua y polvo en la superficie del panel.
- ✓ Una vez analizados teóricamente los diferentes tipos de seguidores solares se seleccionó un seguidor de dos ejes en altura solar y azimut, muy útil para este proyecto, por que mantiene el panel solar en dirección al sol captándose los datos necesarios para obtener el perfil de radiación solar.



- ✓ Se logró diseñar e implementar circuitos electrónicos que junto con los actuadores y una DAQ permiten controlar el movimiento del seguidor solar y almacenar los datos de radiación solar adquiridos con el panel móvil y fijo.
- ✓ La mejor forma de presentar los datos de radiación solar y permitir el monitoreo del sistema implementado es con un programa elaborado en LabView debido a que este software además de permitir crear una visualización del sistema permite una sencilla adquisición de datos y un procesamiento rápido de los datos obtenidos.
- ✓ Es de gran importancia almacenar los datos de radiación solar medidos por el sistema para que se encuentren siempre a disposición del usuario que los necesite.
- ✓ Las medidas indicadas por el sistema son aproximadamente las mismas que las medidas indicadas con el solarímetro utilizado para su calibración, existiendo un error de medición de  $\pm 7.5\%$  para el panel fijo y  $\pm 7\%$  para el panel móvil, determinando que las medidas del sistema son fiables.



- ✓ El panel solar colocado sobre la estructura que sigue al Sol posee una eficiencia de 27% de captación de radiación solar en relación al panel fijo, debido a que la superficie del panel móvil se encuentra constantemente perpendicular a los rayos del Sol. Aunque, se debe tener en cuenta que para los días totalmente nublados la captación de radiación solar con ambos paneles son aproximadamente las mismas.
- ✓ Mediante el análisis realizado en los días del mes de septiembre se concluye que las horas de mayor radiación solar medidas en la ESPE Extensión Latacunga son a partir de las 11:00 hasta las 14:00.
- ✓ En un día soleado es cuando mayor cantidad de radiación solar se capta porque la radiación incidente en los paneles es en su mayoría radiación directa, mientras que en un día nublado la radiación se obtiene valores de radiación mucho menores porque la radiación solar captada es en su mayoría difusa y reflejada.
- ✓ Con un sistema electrónico basado en dos paneles solares, fijo y móvil, es posible trazar el perfil de radiación solar, esta información obtenida es de gran importancia para conocer las medidas de radiación solar que se pueden obtener en la ESPE-Extensión Latacunga.



- ✓ El desarrollo de este sistema brinda información muy importante que sirve como base para la implementación de sistemas que utilicen la radiación solar como energías alternativas, aportando a la conservación de la vida en nuestro planeta. Además permite mantener informada a la población de los niveles de radiación solar en la ciudad de Latacunga para que tomen las medidas necesarias de protección y evitar enfermedades.
- ✓ La radiación solar en la ciudad de Latacunga no es constante durante el mes de Septiembre debido a que se presentaron cambios bruscos del estado climático durante el día.
- ✓ El seguidor solar permite trazar el perfil de radiación solar de una forma exacta debido a que los rayos solares caen perpendicularmente sobre la superficie del panel, midiéndose la mayor radiación posible.
- ✓ El diseño y construcción mecánico y electrónico del sistema se ha realizado con materiales de buena calidad para garantizar un buen funcionamiento frente a las condiciones climáticas que se presenten.
- ✓ El promedio diario de radiación solar se encuentra en constante variación por el clima que presenta la ciudad de Latacunga, considerando un 100% de radiación solar obtenida en un día soleado, esta disminuye en un 79.22% para el panel fijo y en un 85.4% para el panel móvil en un día nublado o con lluvia.



# RECOMENDACIONES

- ✓ Las estructuras que se utilizan para alojar al panel fijo y al móvil, deben estar alejadas lo suficientemente de paredes, antenas o de cualquier objeto que pueda obstaculizar los rayos del Sol para evitar las mediciones erróneas.
- ✓ Debido a los repentinos cambios de las condiciones climáticas en la ciudad de Latacunga se recomienda utilizar el seguimiento solar mediante programación astronómica.
- ✓ Es necesario limpiar semanalmente la cubierta de vidrio de los paneles solares fijo y móvil, porque al encontrarse a la intemperie se pueden adherir diferentes tipos de impurezas sobre ellos provocando medidas erróneas en las medidas de radiación solar, perdiendo su eficiencia.
- ✓ Realizar un mantenimiento preventivo del sistema revisando cada mes el estado de la estructura, actuadores, sistema de cableado, paneles, caja de control y corrigiendo las posibles anomalías.



- ✓ Evitar pérdidas en las mediciones por caídas del suministro eléctrico en el computador donde se almacenan los datos se recomienda colocando un mecanismo de respaldo de energía (UPS) para mantener el computador siempre encendido.
- ✓ Realizar el análisis de un año calendario con las mediciones de radiación solar obtenidas por el sistema, para que se pueda obtener datos completos de la cantidad real de radiación solar que llega a la ciudad de Latacunga.
- ✓ Se recomienda el uso de servomotores para que el posicionamiento del panel fotovoltaico sea más exacto en dirección al Sol y exista facilidad en el control.
- ✓ Para evitar que la carga del sistema operativo del computador afecte al programa de control de LabView es viable que el computador utilizado sea exclusivamente para uso de este proyecto.



- ✓ Para determinar si es necesaria la construcción de un seguidor solar en dos ejes en la ciudad de Latacunga, se recomienda la construcción de un seguidor solar en un eje y realizar la comparación entre las eficiencias obtenidas bajo las mismas condiciones de medición.
- ✓ La estructura mecánica construida puede ser utilizada en aplicaciones que requieran un seguimiento solar como colectores solares, sistemas de calentamiento, irrigación, generación de electricidad doméstica y muchas aplicaciones más.

