

LIBRO INTERACTIVO SOBRE ENERGIA SOLAR Y SUS APLICACIONES

**DANNY ANDRES ARENAS SÁNCHEZ
HODMAN STEVEN ZAPATA CASTAÑO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2011**

LIBRO INTERACTIVO SOBRE ENERGIA SOLAR Y SUS APLICACIONES

**DANNY ANDRES ARENAS SANCHEZ
HODMAN STEVEN ZAPATA CASTAÑO**

**PROYECTO DE GRADO
PARA OPTAR AL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD**

**DIRECTOR
HUGO BALDOMIRO CANO GARZON
INGENIERO ELECTRICISTA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2011**

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma director proyecto de grado

“A mi madre Asceneth Castaño que ha sido mi gran inspiración y me ha dado el gran ejemplo de que hay que luchar constantemente para no dejar morir los sueños, a mi padre Gabriel Zapata por ser un excelente consejero, a mi Hermana Silvana Zapata por siempre estar ahí y brindarme su apoyo incondicional, Orlando Guerra, Jhon Edison Orrego y Carlos Andrés Ramírez grandes amigos y excelentes personas sin su apoyo incondicional y sus buenos deseos no hubiera sido posible realizar este logro, Daniela Marín y Juanita Cardona por darme una luz de inspiración en los momentos de oscuridad. Lina Marcela Giraldo a la distancia te agradezco por soportarme y estar ahí cuando más lo necesite”.

Hodman Steven Zapata Castaño.

“A Dios, a mi abuelo German E. Arenas que ha sido mi mayor símbolo de inspiración y orgullo, a mis padres Asceneth Sánchez y Gustavo Arenas y a mi familia, gracias por su amor y su paciencia., Diego A. Sánchez A., Julián Sánchez, Mi hermanita Luisa Pirajon, a Patricia Osorio, Juanita Cardona, Felipe Marulanda, Jhon Edison Orrego, Orlando Guerra y Monica Gómez por su apoyo, cariño, paciencia y buenos deseos. A mis doctoras favoritas Alexandra Carmona y Lina Carmona Y a mi Divina locura gracias por la inspiración en los momentos difíciles y a Liliana Gaviria por ser la nueva motivación”.

Danny Andrés Arenas Sánchez

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales al ingeniero Hugo Baldomiro Cano Garzón por su completa colaboración y asesoría, cuando más lo necesitábamos teniendo en cuenta que nosotros comenzamos sin director y él nos brindó la oportunidad de serlo, al ingeniero Oscar Gómez quien nos mostró parte del camino para realizar este trabajo de grado, a el profesor Jhon Jaime Robby Goez quien nos facilitó algunos libros, al ingeniero Sigifredo Arregoces por brindarnos su colaboración y apoyo. Al ingeniero Santiago Gómez Estrada.

Daniela Marín y su colaboración facilitándonos material investigativo de la biblioteca de la Universidad de Antioquia.

A nuestros compañeros que nos alentaban por lo que estábamos haciendo y al Programa de Tecnología Eléctrica.

A ENERGIA HELIOS una empresa de nuestra región quien nos brindó colaboración, apoyo y respaldo para realizar este proyecto.

Al ingeniero Robinson Ramírez, el ingeniero Jhon E. Castro, al Doctor John Arias y a Gustavo A. Cortes por su colaboración y apoyo en los momentos más difíciles.

A Carlos Felipe Suarez Sánchez quien nos orientó en el manejo del software, en la diagramación, diseño y estructuración de este trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1	10
1.1 EL MODELO PEDAGÓGICO CONDUCTISTA.....	10
1.2 EL MODELO PEDAGÓGICO SOCIAL-COGNITIVO	12
1.3 EL MODELO PEDAGÓGICO CONSTRUCTIVISTA.....	14
1.4 LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ENSEÑANZA A TRAVÉS DE LA TECNOLOGÍA.....	16
CAPITULO 2 ENERGIA SOLAR.....	18
2.1 LA ENERGIA DEL SOL	18
2.2 FUENTES DE ENERGIA RENOVABLES O ALTERNATIVAS.....	20
2.3 RADIACION SOLAR	21
2.3.1 INTRODUCCION.....	21
2.3.2 ESPECTRO SOLAR.....	24
2.3.3 DISTRIBUCION ESPECTRAL DE LA RADIACION SOLAR	24
2.3.4 EFECTOS DE LA RADIACION SOLAR SOBRE LOS GASES ATMOSFERICOS.....	25
2.3.5 EFECTOS SOBRE LA SALUD	26
2.3.6 DIRECCION DE INCIDENCIA DE LA IRRADIACION SOLAR	28
CAPITULO 3 APLICACIONES DE LA ENERGIA SOLAR	29
3.1 GENERACION FOTOVOLTAICA	29
3.1.1 INTRODUCCION.....	29
3.1.2 CENTRALES DE GENERACION FOTOVOLTAICA	30
3.1.3 ELEMENTOS DE UNA CENTRAL DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA.....	31
3.1.4 INSTALACIONES AISLADAS DE LA RED ELECTRICA	35
3.1.5 INSTALACIONES CONECTADAS A LA RED ELECTRICA	36
3.2 DISEÑO DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS (SSF).....	37
3.2.1 INTRODUCCION.....	37
3.3 ENERGIA SOLAR TERMICA PARA CALENTAMIENTO DE AGUA.....	42
3.3.1 INTRODUCCION.....	42
3.3.2 COLECTORES SOLARES	43
3.4 GENERACION CON ENERGIA SOLAR TERMICA.....	49
3.4.1 INTRODUCCION.....	49
3.4.2 CENTRALES TERMOSOLARES DE TORRE	50
3.4.3 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.....	52
3.5 CENTRALES TERMOSOLARES DE CILINDROS PARABOLICOS	54
3.5.1 INTRODUCCIÓN.....	54
3.5.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA CENTRAL	55
3.5.3 ACUMULADORES TÉRMICOS.....	56
3.6 HORNOS SOLARES	59
3.6.1 INTRODUCCION.....	59
3.6.2 DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO BASICO	59
3.7 ILUMINACION SOLAR VIAL	63
3.7.1 INTRODUCCION.....	63
3.7.2 FUNCIONAMIENTO	64

3.7.3 ELEMENTOS QUE COMPONEN UNA FAROLA SOLAR	65
4 ANEXO.....	70
4.1 MANEJO LIBRO INTERACTIVO	70
4.1.1 DESCRIPCIÓN DEL LIBRO INTERACTIVO	70
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
6 GLOSARIO.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. El Sol	18
Figura 2. Piranómetro	22
Figura 3. Espectro Solar	24
Figura 4. Distribución de la Energía Solar.....	27
Figura 5. Huertas Solares	30
Figura 6. Módulo Fotovoltaico.....	32
Figura 7. Baterías	32
Figura 8. Inversor de Voltaje.....	33
Figura 9. Regulador de Carga	34
Figura 10. Conexión Diodos de Protección	35
Figura 11. Sistemas Fotovoltaicos	36
Figura 12. Sistemas Híbridos.....	36
Figura 13. Instalación Aislada con Acumulación	37
Figura 14. Utilización de Energía Solar Térmica	42
Figura 15. Colector Solar de Baja Temperatura.....	44
Figura 16. Acumulador	45
Figura 17. Sistema de Calentador y Caldera	45
Figura 18. Intercambiador de Calor	46
Figura 19. Sistema de Bombeo.....	47
Figura 20. Sistema de Control	47
Figura 21. Esquema de una Central de Generación Termo solar	50
Figura 22. Central de Generación Termo Solar de Torre	51
Figura 23. Funcionamiento Central de Generación Termo Solar	51
Figura 24. Colectores Cilindro Parabólicos y sus Características	55
Figura 25. Diagramas de Funcionamiento de Centrales Termo Solares	57
Figura 26. Horno Solar	60
Figura 27. Modelo de Cocinas Solares	61
Figura 28. Funcionamiento de un Dispositivo Luminoso.	65
Figura 29. Luminaria Solar.....	66
Figura 30. Componentes de una Luminaria Solar	68
Figura 31. Menú de Entrada	71
Figura 32. Menú de Ayuda.....	72

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación propone un libro interactivo sobre energía solar y sus aplicaciones con fines educativos y/o didácticos. Busca mejorar la enseñanza y el aprendizaje en la asignatura de generación de energía en el Programa de Tecnología Eléctrica de la UTP, dado que en ella predomina un modelo de enseñanza tradicional. El programa fue concebido dentro del enfoque pedagógico constructivista y por ello propone una activa participación de los estudiantes. Elaborado a partir de la herramienta de diseño Macromedia flash mx 2004, combina aplicaciones de Couldfusion, Photoshop, Dreamweaver, Freehand mx, Microsoft Publisher, Microsoft PowerPoint, cuyos resultados son imágenes interactivas, fotografías, esquemas, ecuaciones, conceptos, gráficos y ejercicios que posibilitan el aprendizaje significativo. El proyecto consta de un texto y un libro interactivo, en formato de CD. El libro interactivo está provisto de cuatro capítulos: modelos pedagógicos, manejo del libro interactivo, energía solar, aplicaciones, además de un apartado de ejercicios, y una base de datos que contiene direcciones web, las cuales permiten profundizar en los temas mencionados, centros de formación, fabricantes y distribuidores de dicha tecnología solar.

En el primer capítulo denominado modelos pedagógicos, se enuncian diferentes temas en cuanto a modelos de enseñanza; entre los cuales se tiene el modelo social-cognitivo, conductista, romántico, tradicional y aplicaciones. En el segundo capítulo se enuncian conceptos básicos y generales y muestra una descripción detallada acerca de la energía solar tales como: definición, aprovechamiento, medición y algunos parámetros físicos. En el tercer capítulo, muestra una descripción detallada de las aplicaciones de la energía solar en donde se plantean temas como: principio de funcionamiento, generación fotovoltaica, cocción solar de alimentos, calefacción, iluminación solar híbrida, concentradores solares parabólicos y diagramas de conexión. El cuarto capítulo, se realiza una descripción de cómo se elaboró el libro y se enseña como instalar el CD interactivo, su manejo, sus funciones y aplicaciones. En el quinto capítulo; encontramos las conclusiones y recomendaciones. En el sexto capítulo, encontramos un glosario que nos ayudara a comprender algunos términos empleados en este libro.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y producir un libro interactivo sobre energía solar y sus aplicaciones como herramienta pedagógica para los docentes y método de estudio para los estudiantes del programa de Tecnología Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Pereira.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar los diferentes métodos pedagógicos para una enseñanza interactiva.
- Recopilar y clasificar bibliografía sobre energía solar y sus aplicaciones.
- Aplicar las herramientas adecuadas para el diseño y la edición del libro interactivo, las cuales permiten la realización de animaciones, edición de fotografías, videos y texto, etc.

CAPITULO 1

1.1. EL MODELO PEDAGÓGICO CONDUCTISTA

Este modelo se desarrolló paralelamente con la creciente racionalización y planeación económica de los recursos en la fase superior del capitalismo, bajo la mira del moldeamiento meticuloso de la conducta productiva de los individuos [63]. Este método pedagógico procura producir aprendizajes, retenerlos y transferirlos bajo un método que fija resultados medibles, precisos, breves, lógicos y exactos. El maestro guía al estudiante hacia el logro de un objetivo instruccional. El plan de enseñanza está configurado por los objetivos educativos, las experiencias educativas, su organización y su evaluación [64]. El más destacado promotor y exponente de este modelo es Burrhus Frederick Skinner.

Los educadores para ser eficientes deberán traducir los contenidos en términos de que los estudiantes sean capaces de entender y hacer; de las conductas que tengan para exhibir como evidencia de que afectivamente el aprendizaje se produjo. En el fondo se trata de un camino pedagógico para tecnificar y volver más eficiente y objetiva la enseñanza transmisionista tradicional.

Mager, R (1962) diseñó un procedimiento sencillo redactado con tres elementos básicos, para que los maestros aprendieran a formular objetivos específicos de instrucción:

- Descripción del comportamiento que el estudiante adquirirá o exhibirá.
- Definición de las condiciones de tiempo, de espacio, de elementos interventores, de restricciones, etc., bajo las cuales el comportamiento ocurrirá. Esto hace observable el objetivo.
- Evaluación y verificación del criterio de desempeño aceptable.

Mager llegó, incluso, a indicar los verbos que no expresan con precisión la intención del educador (saber, entender, comprender, apreciar, captar, creer) porque se prestan a diversas interpretaciones, mientras otros verbos describen mejor la conducta que se espera del aprendiz: escribir, identificar, resolver, construir, enumerar, comparar, etcétera.

De hecho, todos los manuales que enseñan a planificar la instrucción recomiendan empezar por definir los objetivos específicos que tiende a sistematizar, medir, manipular, prever, evaluar, clasificar y proyectar como se va a comportar el alumno después de la instrucción. En el proceso formativo, las estrategias de enseñanza parten de objetivos, los contenidos se imparten empleando un método transmisionista, utiliza medios didácticos pero la evaluación sigue siendo

memorística y cuantitativa. La meta del modelo pedagógico conductista es la formación de la conducta, el método es la fijación de conocimientos; su desarrollo es la acumulación de aprendizajes y los contenidos son los conocimientos, técnicas y destrezas por parte del alumno.

La evaluación se realiza a lo largo del proceso de enseñanza y se controla permanentemente en función del cumplimiento de los objetivos instruccionales. Se requiere determinar el avance en el logro de objetivos de manera que estos se puedan medir, apoyado en un proceso de control y seguimiento continuo que se hace por parte del maestro que tiene como función verificar el programa, constituirse en un controlador que refuerza la conducta esperada y autoriza el paso siguiente a la nueva conducta o aprendizaje previsto, y así sucesivamente

En la auto instrucción, la evaluación y el refuerzo retro alimentador siguen siendo definitivos. Los exámenes de unidad y de curso tendrán que reflejar lo estudiado, sin discriminar que sean pruebas verbales o de ejecución práctica, pues todas han de ser objetivas y de respuesta precisa. Una buena instrucción conductista requiere prever y diseñar por anticipado los instrumentos de evaluación.

Si las metas educativas no son suma asociativa de destrezas y conductas externas observables y definibles de manera operacional, escapan al control experimental de la conducta, no pueden evaluarse y en consecuencia tampoco enseñarse de manera conductista, habría entonces que dejarlas por fuera del currículo.

Las ventajas de este modelo pedagógico pueden ser que:

El alumno en este enfoque es un espectador pasivo, pues requiere emitir la respuesta o la solución a la situación problemática. Se trata de **aprender haciendo**.

La repetición y la frecuencia de la práctica es un factor importante para la retención de aprendizajes técnicos y prácticos, que no puede menospreciarse.

El **reforzamiento**, es una adquisición de la psicología educativa que puede alcanzar altos niveles de sutileza y de variedad temporal en su suministro, pero que cuando hay que afianzar el aprendizaje es un factor de motivación externa no descartable.

La generalización y la **transferencia** del aprendizaje pueden incrementarse en la medida en que se varíen los conceptos de aplicación.

La asociación e **interrelación** de los aprendizajes, afianza el cambio educativo deseado, tanto más si se realiza de forma jerárquica, como lo recomendó Gagné (1971), aprovechando los tipos más humanísticos que requieren de la cognición,

como la discriminación múltiple, el aprendizaje de conceptos y de principios y la solución de problemas.

La enseñanza **individualizada** es una ganancia importante de esta perspectiva que permite a cada alumno ensayar y practicar su respuesta hasta perfeccionarla, sin que tenga que adelantarse ni retrasarse a sus propias habilidades y competencias.

La necesidad de **planificar** la enseñanza, de prever la estructura del contenido y de la secuencia de los medios para lograr el aprendizaje, así sea de manera aproximada y probable, es un llamado de atención que debería interesar a los maestros de cualquier enfoque [63].

1.2 EL MODELO PEDAGÓGICO SOCIAL-COGNITIVO

Este modelo propone el desarrollo máximo y multifacético de las capacidades cognitivas y la personalidad del alumno. Tal desarrollo está influido por la sociedad, por la colectividad donde el trabajo productivo y la educación están íntimamente unidos para garantizar a los alumnos una capacitación científico-técnico para resolver problemas sociales para mejorar la calidad de vida de una comunidad. El desarrollo intelectual no se identifica con el aprendizaje como creen los conductistas, ni se produce independientemente del aprendizaje de la ciencia como creen algunos constructivistas. Sus precursores más destacados son Makerenko, Freinet y en América Latina Paulo Freire. Y más recientemente los discípulos de Vigotsky llevaron al aula la aplicación de los principios de la psicología educativa de su maestro [63].

La evaluación es cualitativa y puede ser individual o colectiva. Se da preferencia a la autoevaluación y coevaluación, pues el trabajo es principalmente solidario [64].

Los escenarios sociales pueden propiciar oportunidades para que los estudiantes trabajen en forma cooperativa y solucionen problemas que no podrían resolver solos. El trabajo en grupo estimula la crítica mutua, ayuda a los estudiantes a refinar su trabajo y darse coraje y apoyo mutuo para comprometerse en la solución de los problemas comunitarios:

A través de la participación en las comunidades, los estudiantes podrían considerarse a si mismos capaces, incluso obligados, de comprometerse con el análisis crítico y la solución de sus problemas.

Al menos tres requisitos o exigencias deben cumplir la enseñanza según esta pedagogía social:

- a. Los retos y problemas a estudiar son tomados de la realidad, no son ficticios ni académicos y la búsqueda de su solución ofrece la motivación intrínseca que requieren los estudiantes.

- b. El tratamiento y búsqueda de la situación problemática se trabaja de manera integral, no se aísla para llevarla al laboratorio sino que se trabaja con la comunidad involucrada, en su contexto natural, mediante una práctica contextualizada.
- c. Se aprovecha la oportunidad de observar a los compañeros en acción, no para limitarlos ni criticarlos sino para revelar los procesos ideológicos implícitos, sus presupuestos, concepciones y marcos de referencia, generalmente ocultos, pero que les permite pensar de determinada manera. El profesor y los participantes, sean alumnos o no de la escuela, están invitados y comprometidos a explicar sus opiniones, acuerdos y desacuerdos sobre el tema de la situación estudiada, y su peso en la discusión no lo da autoridad alguna, sino la fuerza de los argumentos, la coherencia y utilidad de las propuestas y la capacidad de persuasión [63].
- d. La evaluación en el modelo de pedagogía social es dinámica, pues lo que se evalúa es el potencial de aprendizaje que se vuelve real gracias a la enseñanza, a la interacción del alumno con aquellos que son más expertos que él. En esta perspectiva, la evaluación no se desliga de la enseñanza, sino que detecta el grado de ayuda que requiere el alumno de parte del maestro para resolver el problema por cuenta propia.

El profesor debe suministrar una ayuda cada vez más compleja, a medida que el estudiante lo requiera, en la siguiente secuencia:

- Asegurar la comprensión del enunciado del problema, por ejemplo, cambiándole la presentación o redacción.
- Ayudar a representar lingüísticamente el problema, por ejemplo, mediante dos columnas para que el alumno escriba a la izquierda los datos conocidos y a la derecha los desconocidos, es decir, lo que se pregunta.
- Facilitar que el alumno diseñe de forma gráfica el problema.
- Dar ideas para que formule la representación simbólica, mediante una ecuación (el planteamiento matemático del problema).
- Brindar el modelo del razonamiento requerido para su solución.

Con frecuencia el profesor y los que aprenden deben obtener datos y valorar la coherencia de los modelos expuestos y de los procedimientos que se aplican y, en función de ellos, tomar decisiones acerca de la convivencia de introducir cambios en los mismos.

No es el profesor quien da la información que el alumno precisa, tampoco el estudiante es el que descubre cuál es la información que necesita. Más bien sucede que el estudiante identifica lo que conoce, lo que observa y lo que dicen los demás, valora si le interesa o no y toma decisiones sobre si le es útil incorporar los nuevos datos y las nuevas formas de razonar y el profesor evalúa que sucede en el aula, como razonan y actúan los estudiantes y toman decisiones sobre las situaciones didácticas, las actividades, las propuestas que va a plantear al grupo para facilitar la evolución del pensamiento, de las actuaciones y de las actitudes de su alumnado [63].

1.3 EL MODELO PEDAGÓGICO CONSTRUCTIVISTA.

Este modelo pedagógico pretende la formación de personas como sujetos activos, capaces de tomar decisiones y emitir juicios de valor, lo que implica la participación activa de profesores y alumnos que interactúan en el desarrollo de la clase para construir, crear, facilitar, liberar, preguntar, criticar y reflexionar sobre la comprensión de las estructuras profundas del conocimiento,

El eje del modelo es el aprender haciendo. El maestro es un facilitador que contribuye al desarrollo de las capacidades de los estudiantes para pensar, idear, crear y reflexionar. El objetivo de la escuela es desarrollar las habilidades del pensamiento de los individuos de modo que ellos puedan progresar, evolucionar secuencialmente en las estructuras cognitivas para acceder a conocimientos cada vez más elaborados.

En este modelo, la evaluación se orienta a conceptualizar sobre la comprensión del proceso de adquisición de conocimientos antes que los resultados. La evaluación es cualitativa y se enfatiza en la evaluación de procesos [64].

En esta perspectiva se pueden diferenciar al menos cuatro corrientes:

- a. El modelo constructivista, en su primera corriente, establece que la meta educativa es que cada individuo acceda, progresiva y secuencialmente, a la **etapa superior de su desarrollo intelectual** de acuerdo con las necesidades y condiciones particulares. El maestro debe crear un ambiente estimulante de experiencias que faciliten en el alumno su acceso a las estructuras cognoscitivas de la etapa inmediatamente superior.
- b. Una segunda corriente del enfoque cognitivo **se ocupa del contenido** de la enseñanza y del aprendizaje, y privilegia los conceptos y estructuras básicas de las ciencias, por encontrar en ellas un material de alta complejidad que brinda mejores oportunidades de desatar la capacidad intelectual del alumno y enseñarle como un aprendiz de científico. J. Bruner

(1973) es el iniciador de este enfoque optimista que asegura que cualquier contenido científico puede ser comprendido por los alumnos si se les enseña bien y se les traduce a su lenguaje, facilitando que los alumnos entiendan por si mismos los conceptos básicos estructurales y los modos de investigar de cada ciencia, como un **aprendizaje por descubrimiento**.

- c. Una tercera corriente cognitiva orienta la enseñanza y el currículo hacia la formación de ciertas **habilidades cognitivas** que se consideran más importantes que el contenido, científico o no donde se desarrollan. Por ejemplo, Hilda Taba (1967) propone que la enseñanza debe dirigirse a propiciar en los alumnos el pensamiento inductivo.
- d. Una cuarta corriente **social-cognitiva** que basa los éxitos de la enseñanza en la interacción y de la comunicación de los alumnos y en el debate y la crítica argumentativa del grupo para lograr resultados cognitivos y éticos colectivos y soluciones a los problemas reales comunitarios mediante la interacción teórico-práctica (social cognitiva) [63].

Dado que esta corriente pedagógica requiere la utilización de las capacidades creativas del alumno, es necesario recurrir, en el caso de la educación universitaria, al uso de la informática y de las nuevas tecnologías. En este sentido, se han producido una serie de avances tecnológicos que han posibilitado el progreso en esta materia:

- El desarrollo de las computadoras capaces de almacenar gran cantidad de información, y la posibilidad de acceder a ella en un abrir y cerrar de ojos.
- El mejoramiento de las telecomunicaciones, que pone a disposición tecnologías avanzadas de audio y vídeo.
- El desarrollo de las tecnologías de multimedia, que revoluciona, tanto la producción como la presentación de programas polivalentes por medio del uso del computador.
- La creación de grandes bancos de datos y su relación con redes globales de computadoras de varios países.

1.4 LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ENSEÑANZA A TRAVÉS DE LA TECNOLOGÍA

La forma de evaluar el ambiente de los estudiantes equipados con medios de información y comunicación electrónica puede ser encarada a priori por dos factores:

- a) La enseñanza activa de los estudiantes, pues ellos pueden: leyendo, escribiendo y diseñando, participar en forma interactiva del proceso de aprendizaje.
- b) El poder del lenguaje audiovisual, que fuera resaltado por Paul Heimann, pionero de la enseñanza, puede ahora ser utilizado plenamente en un nivel de diferenciación bien diverso.

Según los criterios tradicionales, solo por estas dos razones, el ambiente de enseñanza digitalizado ya sería un progreso, y tendría compensada su inversión. Todo lo que un ambiente digitalizado puede realizar, sería también reforzar determinados comportamientos de la educación y también de modificarla estructuralmente, facilitando la tarea del docente y del alumno fundamentalmente, a través de dos formas a saber:

1. Enseñanza por archivos: Durante el estudio, el alumno puede en cualquier momento seleccionar, copiar, pegar o grabar cualquier parte de la información que está tratando, y luego acceder nuevamente. Esto permite que la re-memorización, revisión y comparación generen una técnica activadora que se integra con el proceso de aprendizaje y permite manejar gran cantidad de datos fácilmente.
2. Enseñanza con hipermedias: En un ambiente digital, los estudiantes pueden, a través de un hipertexto profundizar en tópicos interesantes que hacen a un mejor entendimiento del tema que se está analizando, ya que un hipermedio, sino es una herramienta que permite una inmediata disponibilidad de la información deseada, colocando al alumno en una condición excelente para investigar lo mejor que crea por medio de informaciones objetivas, derivaciones y fundamentaciones históricas, consideraciones teórico- científica, posiciones y opiniones encontradas, etc..

El estudio a través de medios digitales, con todas sus nuevas formas de trabajo, ha facilitado enormemente el estudio autónomo. En virtud del dominio del tradicional método de enseñanza expositivo, esta forma de aprendizaje siempre fue bastante difícil desde sus raíces y grandemente rechazada, porque no existía una manera segura en que el alumno fuera guiado sin la presencia del docente para apoyarlo constantemente, pero los recursos computacionales actualmente

disponibles, tanto en hardware como en software, permiten generar, de manera relativamente simple y rápida, imágenes tridimensionales que reproducen de manera virtual fenómenos que anteriormente solo eran posibles de visualizar en experiencias de laboratorio, tal vez con equipos costosos, o con un gran tiempo de preparación para su ejecución. Con esto no se pretende eliminar estas experiencias, sino tratar de que el alumno se prepare mejor para realizarlas, mediante un análisis previo y autónomo extra clase, que surge de haberlo visto en forma virtual, lo que finalizaría en un mejor aprovechamiento de las mismas.

Por otra parte, estas imágenes tridimensionales pueden representar de manera virtual, a través de animaciones, algunos conceptos, ideas y abstracciones que no existen de forma visible en el mundo real, y que muchas veces son fundamentales para comprender los fenómenos físicos de las materias con que están relacionados, como por ejemplo el caso del análisis de tensiones en estructuras sometidas a sollicitaciones de distintos tipos.

CAPITULO 2 ENERGIA SOLAR

2.1 LA ENERGIA DEL SOL

La energía solar es la fuente principal de vida en el planeta: dirige los ciclos biofísicos, geofísicos y químicos que mantienen la vida en la Tierra, los ciclos del oxígeno, del agua, del carbono y del clima. El sol (como se muestra en la Figura 1), nos suministra alimentos mediante la fotosíntesis y como es la energía del sol la que induce el movimiento del viento, del agua y el crecimiento de las plantas, la energía solar es el origen de la mayoría de las fuentes de energía renovables (la energía mareomotriz¹, energía de la biomasa², la energía hidroeléctrica, la energía eólica³ y de la energía solar).

La energía solar absorbida por la Tierra en un año es equivalente a 20 veces la energía almacenada en todas las reservas de combustibles fósiles en el mundo y 10 mil veces superior al consumo actual.

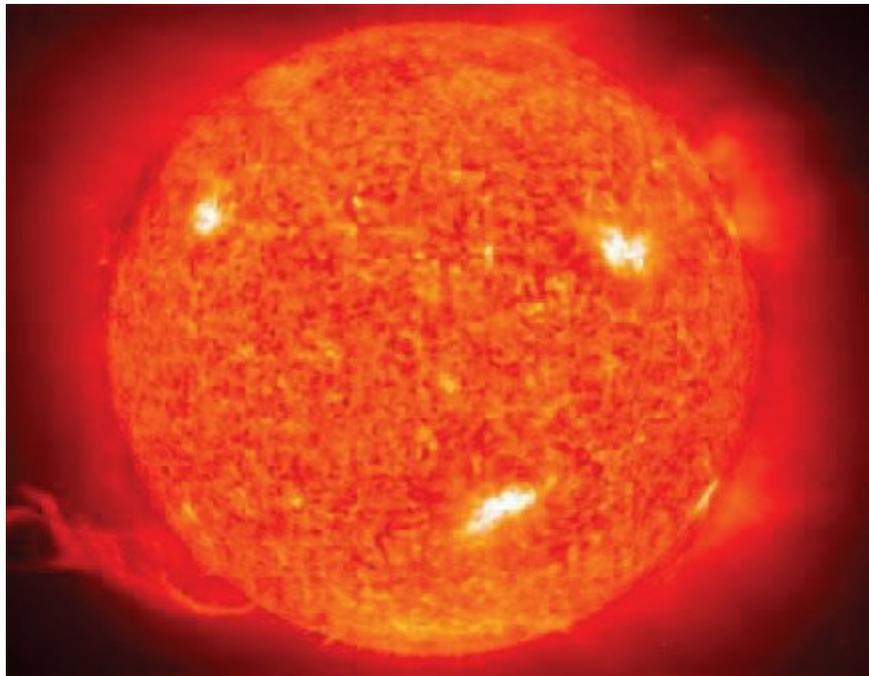


Figura 1. El Sol

¹ Energía mareomotriz, la energía de las mareas puede emplearse para producir electricidad.

² Energía de la biomasa, es la generada a partir del tratamiento de la materia orgánica.

³ Energía eólica, es la energía eléctrica producida a través del movimiento viento.

La actividad solar influye en la generación de muchos fenómenos en nuestro planeta (las manchas solares están relacionadas con alteraciones climáticas terrestres); el incremento de actividad solar provoca alteraciones del campo magnético terrestre, las ráfagas o llamaradas solares son responsables de las tormentas geomagnéticas las cuales producen apagones en plantas eléctricas, interferencia en la comunicación vía satélite y aparición del fenómeno luminoso o aurora boreal o austral, depende del hemisferio terrestre donde se presente el fenómeno. Otra forma de utilizar la energía solar es como fuente de sustento en otras clases de energía las cuales son aprovechables para el hombre [10].

La energía del sol se puede aprovechar pasivamente sin la utilización de ningún dispositivo y/o aparato específico, mediante la adecuada ubicación, diseño y orientación de los edificios, empleando correctamente las propiedades fisicoquímicas de los materiales y los elementos arquitectónicos de los mismos: aislamientos, protecciones y tipos de revestimientos, etc.

Mediante la aplicación de criterios de arquitectura bioclimática⁴ se puede reducir significativamente e incluso eliminar, la necesidad de climatizar los edificios, así como la necesidad de iluminarlos durante el día. Estas prácticas arquitectónicas contrastan con la tendencia a instalar cada vez más aparatos de climatización (aire acondicionado) que consumen una gran cantidad de energía. [5].

La radiación solar incidente en la Tierra puede aprovecharse activamente, a través de la implementación de dispositivos ópticos o de otro tipo. Es un tipo de energía renovable y limpia, lo que se conoce como energía verde. Básicamente, recogiendo de forma adecuada la radiación solar, podemos obtener calor y electricidad. El calor se logra mediante los captadores o colectores térmicos, y la electricidad, a través de los llamados módulos o celdas fotovoltaicas. Ambos procesos nada tienen que ver entre sí, ni en cuanto a su tecnología ni en su aplicación.

Los sistemas de aprovechamiento térmico: El calor recogido en los colectores puede destinarse a satisfacer numerosas necesidades. Ejemplo, se puede obtener agua caliente para consumo doméstico o industrial, o bien para dar calefacción a nuestros hogares, hoteles, colegios, fábricas, etc. [29].

Las aplicaciones agrícolas son muy amplias. Con invernaderos solares pueden obtenerse mayores y más tempranas cosechas; los secaderos agrícolas consumen mucha menos energía si se combinan con un sistema solar, pueden funcionar plantas de purificación o desalinización de aguas sin consumir ningún tipo de combustible.

⁴ Arquitectura bioclimática, diseño de edificaciones teniendo en cuenta las condiciones climáticas.

Las “células solares” dispuestas en paneles solares, ya producían electricidad en los primeros satélites espaciales. Actualmente se perfilan como la solución definitiva al problema de la electrificación rural, con clara ventaja sobre otras alternativas. La energía solar puede ser perfectamente complementada con otras energías convencionales, para evitar la necesidad de grandes y costosos sistemas de acumulación. Así, una casa bien aislada puede disponer de agua caliente y calefacción solar, con el apoyo de un sistema convencional a gas o eléctrico que únicamente funcionaría en los periodos sin sol.

2.2 FUENTES DE ENERGIA RENOVABLES O ALTERNATIVAS

Las energías renovables o alternativas son unas buenas fuentes para conseguir un ahorro energético y tener la llave de un futuro energético más limpio, eficaz, seguro, autónomo y amigable con la naturaleza; ya que esto permite contribuir con la reducción de uno de los tantos problemas que hay en la tierra como lo es el calentamiento global⁵.

Cuando hablamos de energías alternativas, debemos tener claro que son alternativas a los combustibles fósiles tales como lo son: el petróleo, gas natural, carbón mineral, etc. La energía basada en los combustibles fósiles tiende a generar dos problemas específicos. Primero, con el tiempo los combustibles fósiles comienzan a agotarse hasta acabar con sus yacimientos. Segundo, su uso provoca un impacto ambiental bastante fuerte, por que ayuda a que la flora y la fauna se vaya extinguiendo.

Las fuentes naturales de energía han sido desaprovechadas por años. Pero la gente se está dando cuenta del potencial tan grande que tienen tecnologías las diseñadas y aplicadas al aprovechamiento de la ENERGIA SOLAR ya que dicha energía es una fuente fundamental para el presente y futuro, ya que puede ayudar a mejorar la eficiencia energética y a reducir la contaminación ambiental.

La fuente más abundante de energía renovable es el sol. La tierra es constantemente abastecida de ENERGIA SOLAR, que es usada por la plantas para crecer y desde hace algún tiempo por las personas para generar electricidad entre muchos otros usos.

⁵ Combustibles fósiles, sustancias ricas en energía que se han formado a partir de plantas y microorganismos enterrados durante mucho tiempo.

La ENERGIA SOLAR está avanzando rápidamente en su tecnología, ya que se usan paneles solares: monocristalinos⁶, holocristalinos, amorfos y de micro estructura (Cobre, Indio, Galio y Selenio) lo que la convierte en una de las soluciones ideales para la creciente demanda de energía del mundo.

2.3 RADIACION SOLAR

2.3.1 INTRODUCCION

Se conoce por solar al conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. El Sol se comporta prácticamente como un cuerpo negro que emite energía siguiendo la Ley de Planck a una temperatura de unos 6000 K. La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. No toda la radiación alcanza la superficie de la Tierra, debido a que las ondas ultravioletas más cortas, son absorbidas por los gases de la atmosfera fundamentalmente por el ozono.

La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la Irradiancia, que mide la energía por unidad de tiempo y área, que alcanza la superficie de la Tierra

y su unidad es el $\left[\frac{W}{m^2} \right]$ (vatio por metro cuadrado).

El sol es la estrella más cercana a la Tierra. Sus regiones interiores son totalmente inaccesibles a la observación directa y es allí donde ocurren temperaturas cercanas a los 20 millones de grados necesarios para producir las reacciones nucleares que producen su energía.

La capa más externa que es la que produce casi toda la radiación observada se llama fotosfera y tiene una temperatura de unos 6000 K. Tiene solo una anchura de entre 200 y 300 Km. Por encima de ella está la cromosfera con una anchura de unos 15000 Km. Mas exterior aun es la corona solar una parte muy tenue y caliente que se extiende varios millones de kilómetros y que solo es visible durante los eclipses solares totales.

La superficie de la fotosfera⁷ aparece conformada de un gran número de gránulos brillantes producidos por las células de convección. También aparecen fenómenos

⁶ Paneles solares monocristalinos, son celdas que se obtienen a partir de silicio muy puro. Refundido en un crisol con una pequeña cantidad de boro.

⁷ Fotosfera, capa externa del Sol formada por gases ionizados que emiten luz.

cíclicos que conforman la actividad solar como manchas solares⁸, fáculas, protuberancias solares, etc. Estos procesos que tienen lugar a diferentes profundidades, van acompañados siempre de emisión de energía que se superpone a la principal emisión de la fotosfera y que hace que el Sol se aleje ligeramente en su emisión de energía del cuerpo negro a cortas longitudes de onda por la emisión de rayos X y a largas longitudes por los fenómenos nombrados, destacando que no es la emisión igual cuando el Sol está en calma que activo. Además la cromosfera y corona absorben y emiten radiación que se superpone a la principal fuente que es la fotosfera.

Radiación Solar: Es el flujo de energía que recibimos del Sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta). Aproximadamente la mitad de las que recibimos, comprendidas entre $0.4\mu m$ y $0.7\mu m$, pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que conocemos como luz visible. De la otra mitad, la mayoría se sitúa en la parte infrarroja del espectro y una pequeña parte en la ultravioleta. La porción de esta radiación que no es absorbida por la atmosfera, es la que produce quemaduras en la piel a la gente que se expone muchas horas al día sin protección. La radiación solar se mide normalmente con un instrumento denominado piranómetro (dispositivo mostrado en la figura 2).



Figura 2. Piranómetro

En función de cómo reciben la radiación solar los objetos situados en la superficie terrestre, se pueden distinguir estos tipos de radiación:

⁸ Manchas solares, regiones del Sol con temperaturas más bajas que sus alrededores.

Radiación Directa: Es aquella que llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Este tipo de radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.

Radiación Difusa: Parte de la radiación que atraviesa la atmosfera es reflejada por las nubes o absorbida por estas. Esta radiación, que se denomina difusa, va en todas direcciones, como consecuencia de las reflexiones y absorciones, no solo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, arboles, edificios, el propio suelo, etc. Este tipo de radiación se caracteriza por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos. Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que ven toda la bóveda celeste, mientras que las verticales reciben menos porque solo ven la mitad.

Radiación Reflejada: La radiación reflejada es, como su nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, llamado también albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no ven ninguna superficie terrestre y las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben.

Radiación Global: es la radiación total. Es la suma de las tres radiaciones. En un día despejado, con cielo limpio, la radiación directa es preponderante sobre la radiación difusa. Por el contrario, en un día nublado no existe radiación directa y la totalidad de la radiación que incide es difusa.

Los distintos tipos de colectores solares aprovechan de forma distinta la radiación solar. Los colectores solares planos, por ejemplo, captan la radiación total (directa+difusa), sin embargo, los colectores de concentración solo captan la radiación directa. Por esta razón, los colectores de concentración suelen situarse en zonas de muy poca nubosidad y con pocas brumas, en el interior, alejadas de las costas.

2.3.2 ESPECTRO SOLAR

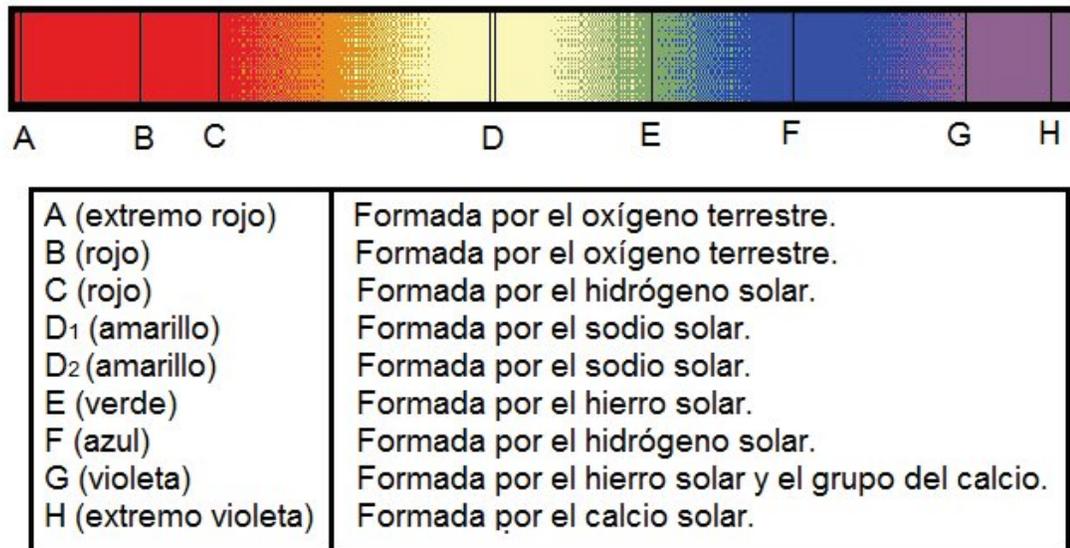


Figura 3. Espectro Solar

La radiación solar puede fotografiarse y analizarse con un espectrógrafo⁹. Las líneas oscuras del espectro como se muestra en la figura 3, se denominan líneas de absorción, y se deben a la absorción de la radiación por elementos de la atmósfera solar. Estudiando dichas líneas se pueden identificar los elementos que existen en el Sol. La línea intensa en un extremo del rojo del espectro es una de las líneas del hidrógeno, y las líneas del amarillo indican la presencia de sodio.

2.3.3 DISTRIBUCION ESPECTRAL DE LA RADIACION SOLAR

La aplicación de la ley de Planck¹⁰ al Sol con una temperatura superficial de unos 6000 K nos lleva a que el 99% de la radiación emitida esta entre las longitudes de onda 0,15 μm (micrómetros o micras) y 4 micras¹¹.

⁹ Espectrógrafo, es un instrumento que sirve para medir las propiedades de la luz en una determinada porción del espectro electromagnético.

¹⁰ Ley de Planck, ley de la termodinámica transferencia de calor

¹¹ Micras, unidad de longitud equivalente a una millonésima parte de un metro, su símbolo es μm .

Como un Angstrom (Å)= 10^{-10} m = 10^{-6} micras, resulta que el Sol emite en un rango de 1500 Å hasta 40000 Å . La luz visible se extiende desde 4000 Å a 7400 Å . La radiación ultravioleta u ondas cortas iría desde los 1500 Å a los 4000 Å y la radiación infrarroja u ondas largas desde las 0,74 micras a las 4 micras.

La atmosfera de la tierra constituye un importante filtro que hace inobservable radiaciones de longitud de onda inferior a las 0,29 micras por la fuerte absorción del ozono y oxígeno. Ello nos libra de la radiación ultravioleta más peligrosa para la salud. La atmosfera es opaca a toda radiación infrarroja de longitud de onda superior a las 24 micras, ello no afecta a la radiación solar pero si a la energía emitida por la tierra que llega hasta las 40 micras y que es absorbida. A este efecto se conoce como efecto invernadero.

El máximo (Ley de Wien) ocurre a 0,475 micras es decir a 4750 Å . Considerado la ley de Wien ello corresponde a una temperatura de:

$$T = \frac{2897.6 * \mu m * K}{0,475 \mu m} = 6099K$$

2.3.4 EFECTOS DE LA RADIACION SOLAR SOBRE LOS GASES ATMOSFERICOS

La atmosfera es diatérmana, es decir, que no es calentada directamente por la radiación solar, sino de una manera indirecta a través de la reflexión de dicha radiación en el suelo y en la superficie de mares y océanos.

Los fotones según su energía o longitud de onda son capaces de:

1. Foto-ionizar la capa externa de electrones de un átomo (requiere una longitud de onda de 0,1 micras).
2. Excitar electrones de un átomo a una capa superior (requiere longitudes de onda entre 0,1 micra y 1 micra).
3. Disociar una molécula (requiere longitudes de onda entre 0,1 micra y 1 micra).
4. Hacer vibrar una molécula (requiere longitudes de onda entre 1 micra y 50 micras).

5. Hacer rotar una molécula (requiere longitudes de onda mayores que 50 micras).

La energía solar tiene longitudes de onda entre 0,15 micras y 4 micras por lo que puede ionizar un átomo, excitar electrones, disociar una molécula o hacerla vibrar.

La energía térmica de la tierra (radiación infrarroja) se extiende desde 3 micras a 80 micras por lo que solo puede hacer vibrar o rotar moléculas, es decir calentar la atmosfera [9].

2.3.5 EFECTOS SOBRE LA SALUD

La exposición exagerada a la radiación solar puede ser perjudicial para la salud. Esto esta agravado por el aumento de la expectativa de vida humana, que está llevando a toda la población mundial, a permanecer más tiempo expuesto a las radiaciones solares, con el riesgo mayor de cáncer de piel.

El sol emite una gran cantidad de energía a la tierra, de la cual solo un 7% corresponde a la radiación ultravioleta (UV). Esta radiación ultravioleta es una forma de energía radiante invisible, y de acuerdo con la longitud de onda mientras más corta sea la longitud de la onda de radiación UV, biológicamente es más dañina.

La radiación ultravioleta, es emitida por el sol en longitudes de onda que van aproximadamente desde los 150 nm (1500 Å) hasta los 400 nm (4000 Å), en las formas UV-A, UV-B Y UV-C pero, a causa de la absorción por parte de la atmosfera terrestre, el 99% de los rayos ultravioletas que llegan a la superficie de la tierra son del tipo UV-A. Ello nos libra de la radiación ultravioleta más peligrosa para la salud. La atmosfera ejerce una fuerte absorción que impide que la atravesase toda radiación con longitud de onda inferior a 290 nm (2900 Å). La radiación UV-C no llega a la tierra porque es absorbida por el oxígeno y el ozono de la atmosfera, por lo tanto no produce daño. La radiación UV-B es parcialmente absorbida por el ozono y llega a la superficie de la tierra, produciendo daño en la piel. Ello se ve agravado por el agujero de ozono que se produce en los polos del planeta. La distribución solar ya mencionada puede observarse en la figura 4 a continuación:

Longitudes de onda aproximadas:

UV-A entre 320 y 400 nm.

UV-B entre 280 y 320 nm.

UV-C entre 100 y 280 nm.

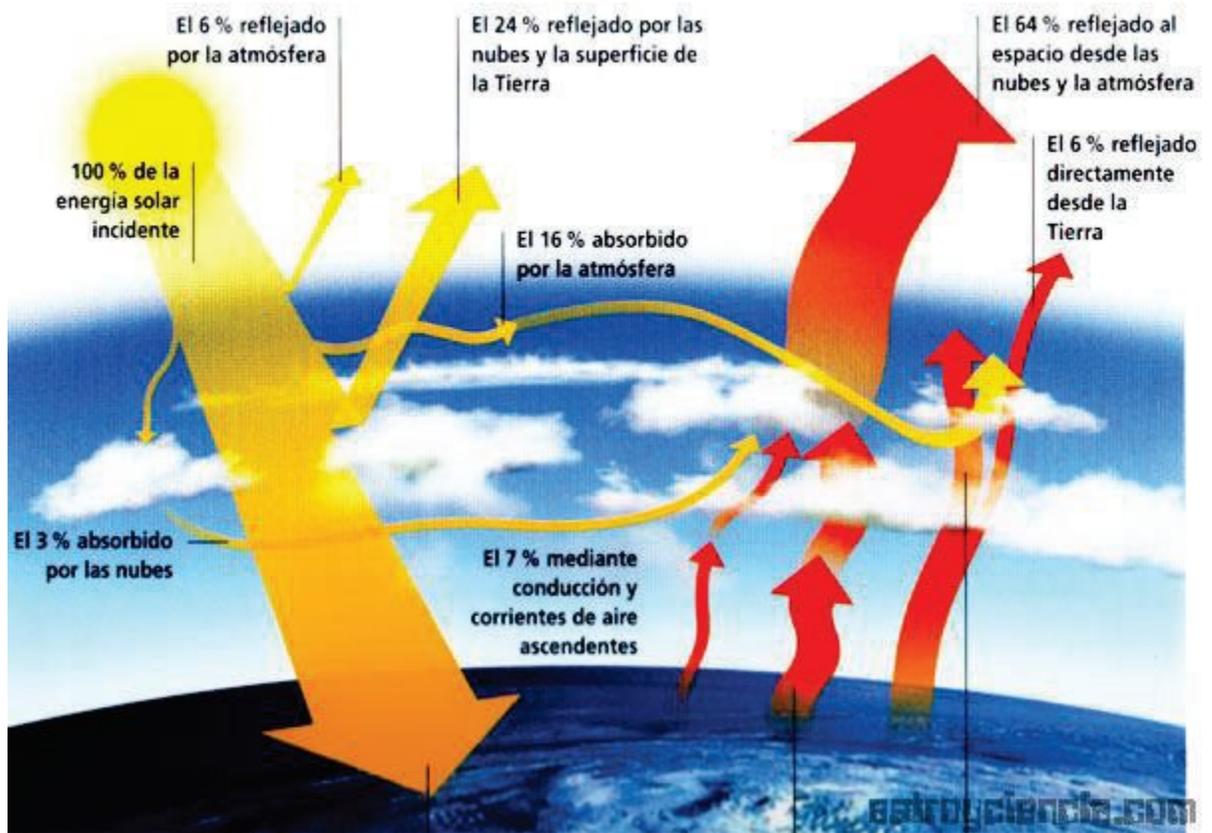


Figura 4. Distribución de la Energía Solar

Las longitudes de onda más largas, la UV-A y UV-B se manifiestan en múltiples implicaciones sobre los procesos biológicos del planeta. En dosis apropiadas estas longitudes de onda benefician ciertas funciones de los organismos vivos, pero en dosis excesivas y acumulativas pueden tener consecuencias bastante perjudiciales.

2.3.6 DIRECCION DE INCIDENCIA DE LA IRRADIACION SOLAR

El estudio de la dirección con la cual incide la irradiación solar sobre los cuerpos situados en la superficie terrestre, es de especial importancia cuando se desea conocer su comportamiento al ser reflejada. La dirección en que el rayo salga reflejado dependerá de la incidente.

Con este fin se establece un modelo que distingue entre dos componentes de la irradiación incidente sobre un punto: la irradiación solar directa y la irradiación solar difusa.

1. **Irradiación solar directa:** es aquella que llega al cuerpo u objeto desde la dirección del sol.
2. **Irradiación solar difusa:** es aquella cuya dirección ha sido modificada por diversas circunstancias (densidad atmosférica, partículas u objetos con los que chocar, remisiones de cuerpos, etc.). por sus características esta luz se considera venida de todas las direcciones.

La suma de ambas es la “**irradiación total incidente**”. La superficie del planeta está expuesta a la radiación proveniente del sol.

La tasa de irradiación depende en cada instante del ángulo que forman la normal a la superficie en el punto considerado y la dirección de incidencia de los rayos solares. Por supuesto, dada la lejanía del sol respecto de nuestro planeta, podemos suponer, con muy buena aproximación, que los rayos del sol inciden esencialmente de forma paralela sobre el planeta. No obstante, en cada punto del mismo, localmente considerado, la inclinación de la superficie respecto a dichos rayos depende de la latitud y de la hora del día para una cierta localización en longitud. Dicha inclinación puede definirse a través del ángulo que forman el vector normal a la superficie en dicho punto y el vector paralelo a la dirección de incidencia de la radiación solar.[9].

CAPITULO 3 APLICACIONES DE LA ENERGIA SOLAR

3.1 GENERACION FOTOVOLTAICA

3.1.1 INTRODUCCION

Se define como energía solar fotovoltaica al proceso de obtención de energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos. Los módulos o colectores fotovoltaicos están conformados por dispositivos semiconductores tipo “diodo”, los cuales al recibir radiación solar mediante un proceso químico se excitan y provocan saltos electrónicos; esto se conoce como efecto fotoeléctrico. Al producirse este fenómeno se genera una pequeña diferencia de potencial en sus extremos. El acoplamiento en serie de varios de estos fotodiodos nos permite la obtención de voltajes mayores en configuraciones muy sencillas para el uso de pequeños dispositivos electrónicos.

En resumen, cuando estos electrones son capturados, el resultado obtenido es una corriente eléctrica continua que puede ser aprovechada y transformada en corriente alterna, y así ser inyectada a la red eléctrica o sistema interconectado. [5]

El atractivo de las tecnologías fotovoltaicas es potente, pues se trata de equipos limpios, silenciosos y confiables que son totalmente amigables con el medio ambiente y pueden durar más de tres décadas. Además, tienen muy bajos costos operacionales y de mantenimiento, pues no poseen partes móviles ni requieren de ningún insumo (salvo la luz del sol). Su gran inconveniente son los aún altos costos por kW de potencia, pero éstos han venido cayendo en picada desde hace décadas y esta tendencia promete continuar.

En 1994 Japón fue el primer país que fomentó el equipamiento de las viviendas y las industrias con generadores fotovoltaicos o PV¹² por sus siglas en inglés (photovoltaics).

Alemania le siguió los pasos a Japón con su plan para lograr 100.000 techos solares en base a un programa de subsidios que fue implementado en 2004, por una ley llamada ley de Fuentes de Energía Renovable (EEG). La EEG busca conectar la micro generación Pv a la red interconectada del país, en lugar de promover la autonomía energética a nivel de cada vivienda; esto obliga a los operadores de red a adquirir la electricidad Pv pagando tarifas más bajas que

¹² Generación Pv, generación fotovoltaica y Pv, viene de la palabra “photovoltaic” que significa fotovoltaico(a).

resultan más favorables y están garantizadas por un periodo de tiempo considerable.

3.1.2 CENTRALES DE GENERACION FOTOVOLTAICA

Una central de generación fotovoltaica (comúnmente conocida como huerta solar) es una agrupación de instalaciones solares ubicadas en una misma localización. Cada instalación permite entregar potencia dependiendo de la demanda, aunque la potencia aproximada de cada instalación o panel es de 5 Kw, aunque es posible la adquisición de una o varias instalaciones que permiten generar una potencia mayor que esta por el orden de los MW¹³ y eso depende de que tan grande sea la disposición del terreno y de la cantidad de silicio disponible para fabricar las celdas.

En la figura 5 se muestran varios ejemplos de los montajes anteriormente mencionados:



Figura 5. Huertas Solares

¹³ MW, megavatios, es una unidad de medida de potencia eléctrica.

Una de las ventajas de este tipo de plantas o huertos solares es que no emiten altos niveles de contaminación. De este modo se evita arrojar a la atmosfera cantidades muy grandes de dióxido de carbono (CO₂) que liberan otros tipos de centrales generadoras, tales como: las centrales térmicas que usan combustibles fósiles (carbón, fuel o gas). Además de esto este tipo de plantas o huertos presentan una particularidad que las ayuda a producir una mayor cantidad de energía con respecto a las plantas estáticas, ya que se han diseñado diferentes tipos de software y modificaciones mecánicas que les permiten girar en busca de la posición del sol, así como lo hacen los girasoles. También se debe agregar que este tipo de montaje puede ir por encima del suelo a una altura de 2 metros, de esa manera se puede aprovechar el suelo para cultivar y/o otras actividades. [1][2][61]

3.1.3 ELEMENTOS DE UNA CENTRAL DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

Una instalación de energía solar fotovoltaica debe incluir una serie de elementos indispensables para el correcto funcionamiento y control de la instalación, los cuales se observan en la Figura y se describen a continuación:

Modulo fotovoltaico (generador fotovoltaico): su función es captar y convertir la radiación solar en corriente eléctrica. Estos dispositivos se pueden conectar en serie o en paralelo. Cuando se conectan en serie el voltaje total será la suma de los voltajes individuales de cada uno de los dispositivos. La corriente de salida será igual a la corriente de un módulo. Al conectarlos en paralelo la corriente total será la suma de las corrientes individuales de cada módulo y el voltaje será el mismo que el de uno solo. Por lo tanto, el número de componentes conectado en serie determina el voltaje, y el número de dispositivos en paralelo determina la corriente que se le puede suministrar a una carga. Como se puede ver en la figura 6, hay variedad de módulos fotovoltaicos en cuanto a su diseño y fabricación.

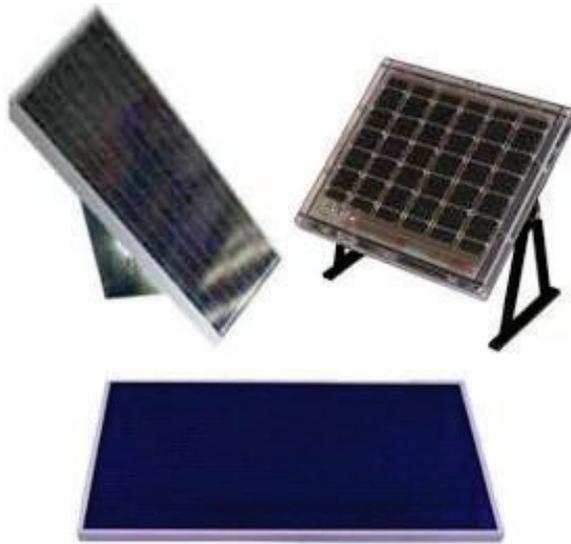


Figura 6. Módulo Fotovoltaico

Baterías (acumuladores): la naturaleza variable de la radiación solar, y por lo tanto de la energía eléctrica generada, hace que en los sistemas fotovoltaicos aislados de la red eléctrica sean necesarios sistemas de almacenamiento de energía que permitan disponer de la misma en periodos en los que no es posible la generación. En los sistemas fotovoltaicos, dicho papel lo realiza la batería. Las propiedades de la batería que se elija para un sistema fotovoltaico influyen de gran manera en el diseño de algunos elementos de la instalación, por lo que hay que prestar una atención especial a las características más convenientes para las condiciones del sistema a alimentar, tales como los tipos de cargas para las que se destina, la potencia total y los ciclos de consumo previstos, entre otros. A continuación en la figura 7 se muestran los diferentes tipos de batería de acuerdo a las necesidades de nuestra instalación.



Figura 7. Baterías

Inversor (acondicionador o convertidor): se encarga de adaptar la corriente continua producida por el generador fotovoltaico a las características eléctricas requeridas por las cargas a alimentar. A continuación en la figura 8 se pueden ver dos modelos de inversores.[3]



Figura 8. Inversor de Voltaje

Regulador de carga: es el equipo que controla los procesos de carga y descarga de la batería. Controla el proceso de carga evitando que, con la batería a plena capacidad, los módulos fotovoltaicos sigan inyectando carga a la misma. Se lleva a cabo anulando o reduciendo el paso de corriente del campo fotovoltaico. Controla el proceso de descarga evitando que el estado de carga de la batería alcance un valor demasiado bajo cuando está consumiendo la energía almacenada. Esto se lleva a cabo desconectando la batería de los circuitos de consumo. El regulador (figura 9), también es una fuente de información de los parámetros eléctricos de la instalación fotovoltaica. Puede proporcionar datos de la tensión, intensidad, estado de carga de las baterías, etc.



Figura 9. Regulador de Carga

Elementos de protección del circuito: son elementos como diodos de bloqueo, interruptores para desconexión, tierra, etc., dispuestos entre diferentes parte del sistema, para proteger la descarga y derivación de elementos en caso de falla o situaciones de sobrecarga.

Los diodos son componentes electrónicos que permiten el flujo de corriente en una única dirección. En los sistemas fotovoltaicos generalmente se utilizan de dos formas: como diodos de bloqueo y como diodos de bypass. Los diodos de bloqueo impiden que la batería se descargue a través de los paneles fotovoltaicos en ausencia de luz solar. Evitan también que el flujo de corriente se invierta entre bloques de paneles conectados en paralelo, cuando en uno o más de ellos se produce una sombra.

Los diodos de bypass como se muestra en la figura 10, protegen individualmente a cada panel de posibles daños ocasionados por sombras parciales. Deben ser utilizados en disposiciones en las que los módulos están conectados en serie. Generalmente no son necesarios en sistemas que funcionan a 24 V o menos.

Mientras que los diodos de bloqueo evitan que un grupo de paneles en serie absorba flujo de corriente de otro grupo conectado a él en paralelo, los diodos de bypass impiden que cada módulo individualmente absorba corriente de otro de los módulos del grupo, si en uno o más módulos del mismo se produce una sombra.[42]

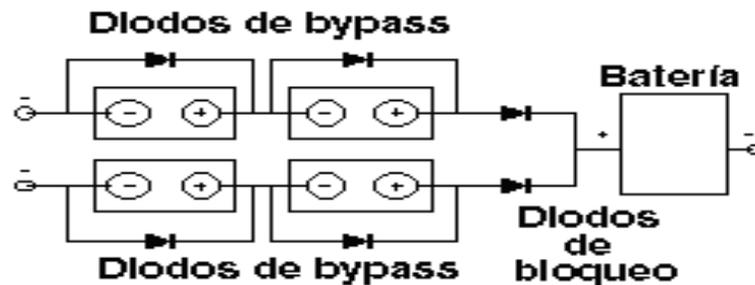
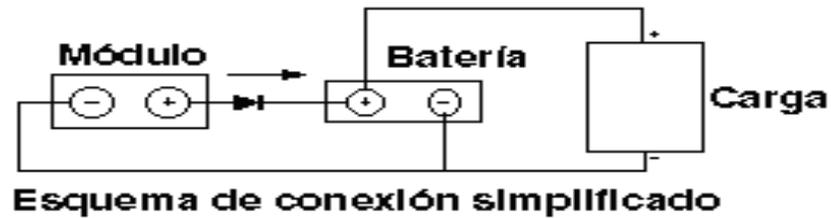


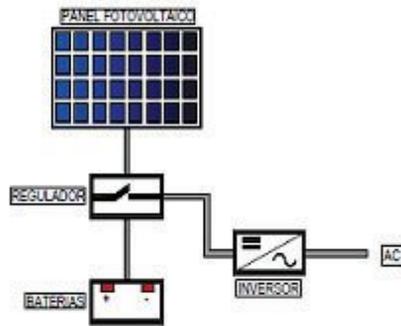
Figura 10. Conexión Diodos de Protección

3.1.4 INSTALACIONES AISLADAS DE LA RED ELECTRICA

Estas instalaciones son las que carecen de conexión con la red eléctrica convencional. Se pueden diferenciar entre sistemas con acumulación y sistemas de conexión directa. Los sistemas de acumulación son los que están conectados a baterías que permiten el suministro eléctrico en periodos de poco o nulo aprovechamiento de la radiación solar. Estos a su vez, pueden diferenciarse por el consumo al que están conectados: así pueden haber instalaciones aisladas con elementos de consumo en corriente alterna o elementos de consumo de corriente continua.

A continuación en la figura 11 se observan los dos sistemas anteriormente mencionados:

Instalación aislada con alimentación y consumo en AC



Instalación de un sistema fotovoltaico híbrido

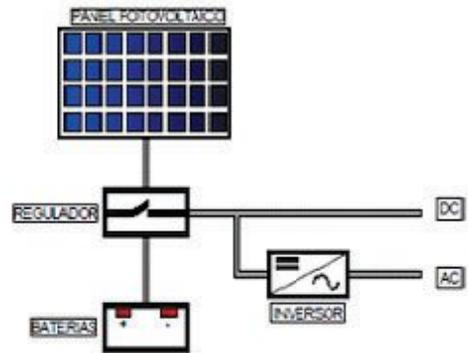


Figura 11. Sistemas Fotovoltaicos

También se pueden mostrar en la figura 12 el híbrido que resulta de la combinación de los dos sistemas:

Instalación aislada con acumulación y consumo en CC y AC.

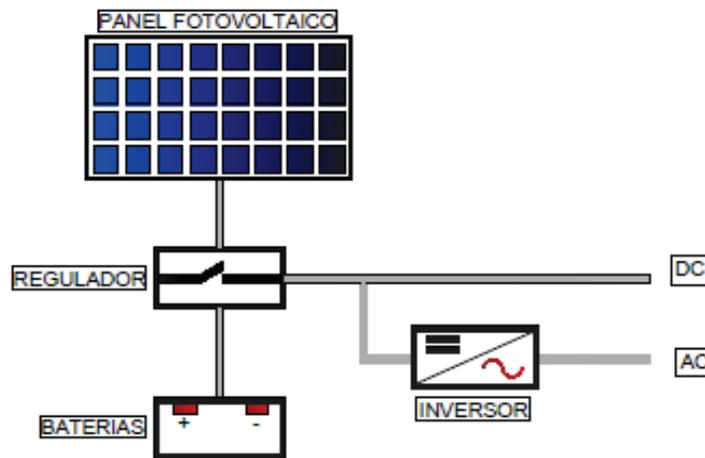


Figura 12. Sistemas Híbridos

3.1.5 INSTALACIONES CONECTADAS A LA RED ELECTRICA

Son las instalaciones en las que la energía generada por el campo fotovoltaico se entrega directamente a la red general de distribución. Las instalaciones conectadas a la red no poseen baterías ni reguladores, componiéndose

únicamente de los dispositivos fotovoltaicos y del inversor o convertidor. Los dispositivos fotovoltaicos son los mismos que se emplean para las instalaciones aisladas de la red eléctrica, sin embargo, los inversores deben disponer de un sistema de medida de la energía consumida y entregada, ser capaz de interrumpir o reanudar el suministro en función del estado de campo de paneles y adaptar la corriente alterna producida en el inversor a la fase de energía de la red. En la figura 13 se puede ver un ejemplo de una instalación conectada a la red eléctrica [49]

Instalación aislada con acumulación y consumo en CC y AC.

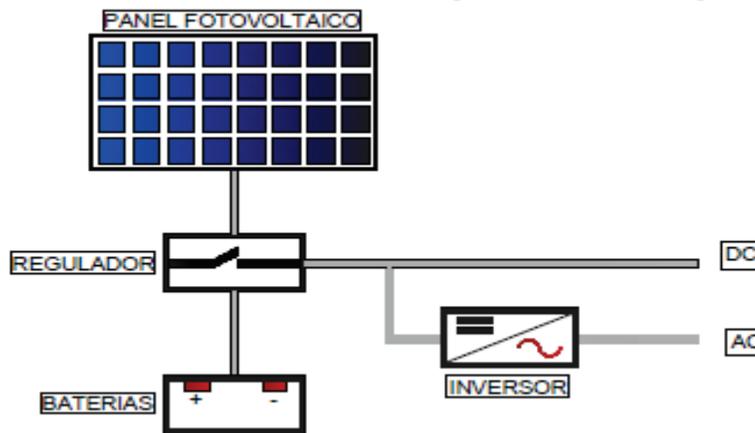


Figura 13. Instalación Aislada con Acumulación

3.2 DISEÑO DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS (SSF)

3.2.1 INTRODUCCION

Se le denomina dimensionado o diseño de un sistema solar fotovoltaico (SSF) a una serie de procesos de cálculo que logran optimizar el uso y la generación de la energía eléctrica de origen solar, realizando un balance adecuado entre ellas, desde los puntos de vista técnico y económico.

El primer aspecto que debemos considerar a la hora de realizar el diseño es el consumo racional de la energía. Para conocer cuánta energía eléctrica se requiere para alimentar los dispositivos que serán empleados en dicha instalación, se deben tener en cuenta las características eléctricas de los equipos y el tiempo de empleo por parte del usuario del sistema. Es decir, se hace necesario conocer o estimar la corriente y la tensión o voltaje de trabajo de los equipos instalados y el número de horas diarias de trabajo, teniendo en cuenta las posibles ampliaciones que en el futuro se hagan en la instalación proyectada.

Como segundo aspecto a tener en cuenta en el diseño y no de menos importancia está la disponibilidad en el sitio de instalación del recurso solar, el cual se define como: La cantidad de radiación solar global o total que incide al día sobre los módulos solares y que se expresa en kW/m².día. [Horas de Sol máximo u horas de sol pico (HSP)].

Para obtener este dato se puede medir al menos durante un año la radiación solar en el sitio de la futura instalación, pero lo más práctico y generalizado es el uso de las tablas de radiación y los mapas de radiación, que han sido desarrollados por el Instituto de Meteorología y otros organismos e instituciones como la Organización Meteorológica Mundial (OMM) con la ayuda de sus estaciones de medición de la radiación y el uso de satélites meteorológicos.

En la práctica, se toma como valor de la radiación, el promedio de los tres meses de peor radiación solar durante el año en la estación de medición más cercana al lugar de la instalación.

Los resultados de la medición de la radiación solar están avalados por un número considerable de años de investigación, por lo que constituyen un dato confiable a utilizar junto con los valores de consumo, y constituyen la base del cálculo del sistema.

En este aspecto se debe tener en cuenta las condiciones climatológicas y meteorológicas del lugar de instalación, ya que estas varían notablemente con la orografía del lugar. Es decir, no es lo mismo en una llanura, que en las zonas montañosas o en una isla.

Es muy importante tener en cuenta la nubosidad del lugar durante el año, que se expresa como el porcentaje del cielo cubierto por nubes a lo largo del año e influye notablemente en el rendimiento del sistema de generación solar y a los días consecutivos sin Sol, en los cuales el sistema solar depende del funcionamiento del banco de baterías y se denomina: sistema autónomo.

La determinación de este valor [(número de días de autonomía (N))] es muy importante, ya que incide directamente en el tamaño del banco de baterías electroquímicas de acumulación, en la fiabilidad del sistema y en el costo de este. Se debe tener en cuenta para que tipo de uso está diseñado el sistema solar, ya que, por ejemplo, no es lo mismo el número de días de autonomía para un sistema profesional de telecomunicaciones, que para la alimentación eléctrica de una vivienda aislada en una zona montañosa o zona no interconectada.

Existen diferentes sistemas de cálculo, desde los más sencillos hasta los más sofisticados que son realizados por una computadora con simulación del sistema proyectado, pero todos se basan en un algoritmo similar al siguiente:

1- Cálculo de la energía de consumo del sistema:

A) En corriente directa (CD)

B) En corriente alterna (CA)

C) Cálculo del número de amperes – hora total por día de consumo:

Total de A-h /día CD= Total de A-h/ día CD + (Total de A-h/ día CA) x 1'15

El factor 1,15 es para convertir el consumo de CA a CD al pasar por el inversor o convertidor de corriente continua en alterna, ya que los módulos o paneles y las baterías electroquímicas solo producen este tipo de corriente. Este factor considera una eficiencia de 85 % en la conversión a plena carga del equipo.

En la siguiente tabla podemos consignar los datos que necesitamos como referencia:

Equipo	P(Watt)	V(Volt)	I(A)=P/V	# horas. Día	AH/día = I x # horas
Total					AH/día. DC

Equipo	P(Watt)	V(Volt)	I(A)=P/V	# horas. Día	AH/día = I x # horas
Total					AH/día. CA

D) El total de A-h/día calculado en (C) debe ser multiplicado por un factor de seguridad de sobredimensionado, ya que este tiene en cuenta el envejecimiento de los paneles y baterías, polvo y suciedad sobre el panel y fallo en las conexiones eléctricas del cableado y otros accesorios eléctricos.

Total de A-h /día CD= Total de A-h/ día CD x 1,20 (factor de seguridad 20 %)

2- Cálculo del número de módulos o paneles en paralelo:

No. total de módulos o paneles = Total A-h/día CD / I máx. x # HSP en paralelo (NMP)

Dónde:

I máx.: Corriente máxima que entrega el módulo dada por el fabricante.

No. HSP: número de horas de Sol máximo promedio que incide en el lugar de instalación en el periodo de invierno (Mes de Diciembre, Enero y Febrero)

3- Cálculo del número de módulos o paneles en serie:

No. total de módulos o paneles = Voltaje nominal en serie (12, 24V) (NM.) / Voltaje nominal módulo solar (6, 12, 24V)

4- El número total de módulos o paneles será de:

No. total de módulos o paneles = NMP x NMS

5- Cálculo de la capacidad del banco de baterías necesario en A-H:

Se calcula la capacidad del banco de baterías de la siguiente forma:

$$CA-H \text{ bat} = \text{total A-H/día} \times N / 0,9 \times PDD$$

Dónde:

N: Número de días de autonomía del sistema elegido.

0.9: Factor de rendimiento de las baterías en el ciclo de carga–descarga (90 %).

P.D.D: Profundidad de descarga diaria permitida al banco de baterías electroquímicas. En general, para baterías del tipo estacionaria de plomo ácido con bajo contenido de antimonio (Sb) en la placa positiva se recomienda una profundidad de 70% (0,7), para placa de Plomo Calcio (Ca) se recomienda una profundidad de descarga diaria de 50% (0,5). Si se utiliza una batería de Plomo ácido del tipo de arranque automotriz se recomienda 30% de profundidad (0,3). Para todas ellas la densidad del electrólito recomendada es de 1,2115 (+/-15 %) g/ml en función de nuestro clima tropical.

El proceso descrito nos permite calcular cuántos módulos o paneles solares fotovoltaicos son necesarios para una instalación dada y cuál será la capacidad mínima requerida del banco de baterías o acumuladores.

Existen diferentes métodos para el cálculo de un sistema solar fotovoltaico, pero todos se basan en hallar un balance entre la generación y el consumo.

Los módulos solares fotovoltaicos constituyen el generador de electricidad, pero las baterías electroquímicas constituyen la base del funcionamiento del sistema y a ellas se le dedicara un próximo trabajo por la importancia que revisten.[65]

VENTAJAS

- Es una tecnología madura y aceptada internacionalmente.
- Es altamente confiable. El sol es una fuente limpia, inagotable y de acceso libre.
- Posee bajos costos de operación y de mantenimiento.
- Es la mejor opción en fuentes de energía renovable para introducir en el ámbito urbano.
- No posee partes móviles.
- Permite un diseño modular.
- Es aplicable en los más diversos sitios y para muy diferentes usos.
- Fácil de producir a escala masiva.
- Fácil de instalar.
- Es una tecnología que permite generar empleos y un desarrollo industrial sustentable.
- Es el modo más accesible de proveer de energía a los millones de personas que no tienen acceso a la electricidad alrededor del planeta.

DESVENTAJAS

- Aunque el silicio es barato, el proceso de creación de las obleas o paneles solares es muy complejo y costoso.
- El montaje debe ser un lugar de clima soleado o de verano lo más constante posible, para tener un rendimiento elevado y compensar su costo.
- La inversión inicial es alta, aunque se recupera en un lapsus de tiempo determinado.
- En la actualidad no existen muchas entidades que financien este tipo de proyectos.

3.3 ENERGIA SOLAR TERMICA PARA CALENTAMIENTO DE AGUA

3.3.1 INTRODUCCION

La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento del calor solar mediante el uso de paneles solares térmicos, colectores o captadores. El funcionamiento de un sistema de energía solar térmica se muestra de la siguiente manera: el colector o panel solar capta los rayos del sol, absorbiendo de esta manera su energía en forma de calor, a través del panel solar hacemos pasar un fluido (normalmente agua) de manera que parte del calor absorbido por el panel es transferido a dicho fluido, el fluido eleva su temperatura y es almacenado, o es llevado directamente al punto de consumo.

Las aplicaciones más conocidas de esta tecnología: son el calentamiento de agua sanitaria (ACS) en instalaciones unifamiliares, colectivas y/o bloques de viviendas, residencias de la tercera edad, hospitales, polideportivos, campings, hoteles, etc.; calefacción por suelo radiante y el precalentamiento de agua para procesos industriales .A continuación en la figura 14, se puede ver un diagrama que muestra cómo se da ese proceso anteriormente mencionado:

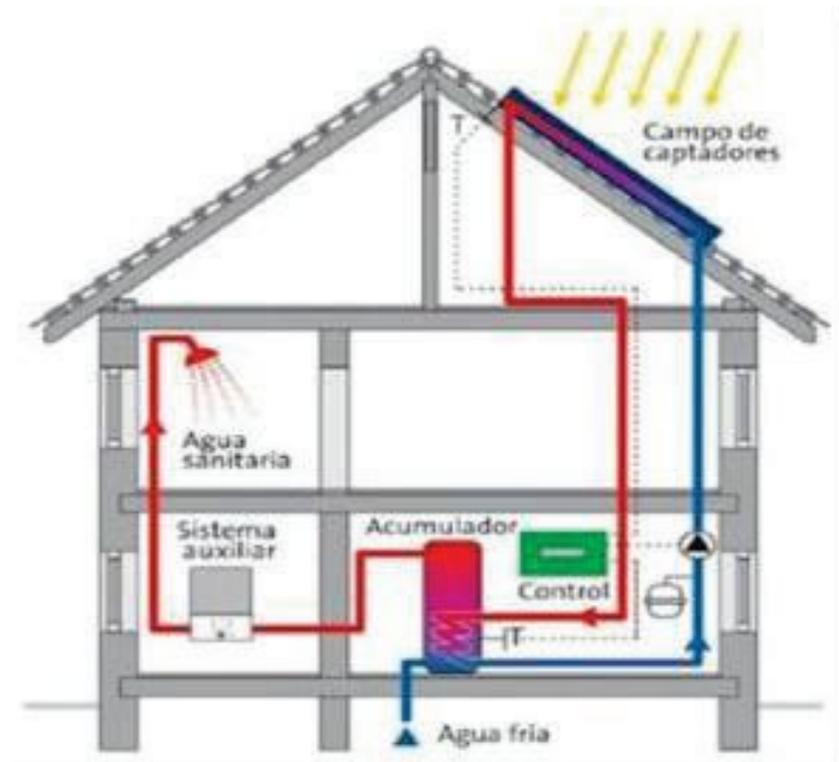


Figura 14. Utilización de Energía Solar Térmica

3.3.2 COLECTORES SOLARES

Los colectores absorben este calor y lo concentran gracias al efecto invernadero que se crea al interior del dispositivo, al aislamiento del medio exterior, y a la capacidad de absorción de los cuerpos. En el interior de los colectores existe un circuito cerrado, el cual se divide de la siguiente manera: circuito primario; por el cual fluye un fluido o líquido con propiedades anticongelantes. Este líquido alcanza temperaturas superiores a los 100°C en las placas con recubrimiento, y se hace circular siempre en un circuito cerrado, hasta que el líquido llegue a un acumulador, donde el tubo adquiere forma de serpentín y entra en contacto directo con el agua que se va a utilizar posteriormente en los hogares e industrias. Circuito secundario: el calor del fluido que atraviesa el serpentín se transmite al agua destilada al consumo que la rodea, aumentando su temperatura. En caso de necesidad, por ejemplo en días nublados, se hace uso de un equipo generador auxiliar, generalmente una caldera de gas o gasóleo, para elevar la temperatura los grados que sea necesario para el consumo adecuado.

Todo este proceso está controlado por un dispositivo electrónico central que es el que se encarga de automatizar y coordinar la circulación del agua del circuito primario cuando es necesario un mayor aporte térmico, controlar la temperatura de los colectores, garantizar la seguridad del sistema, e incluso en modelos más avanzados se permite enviar un correo electrónico para dar los informes de funcionamiento [29][30][35].

Elementos de la instalación

Paneles, módulos, colectores, placas solares de baja temperatura: Todas estas palabras suelen usarse como sinónimos, aunque las placas que se usan en térmica se les llama por convención 'colector solar' (Figura 15). Y están situadas normalmente en el tejado y sirven para absorber el calor producido por los rayos solares. Y estos alcanzan hasta 70°C de temperatura, se usan en producción de agua caliente o calefacción.

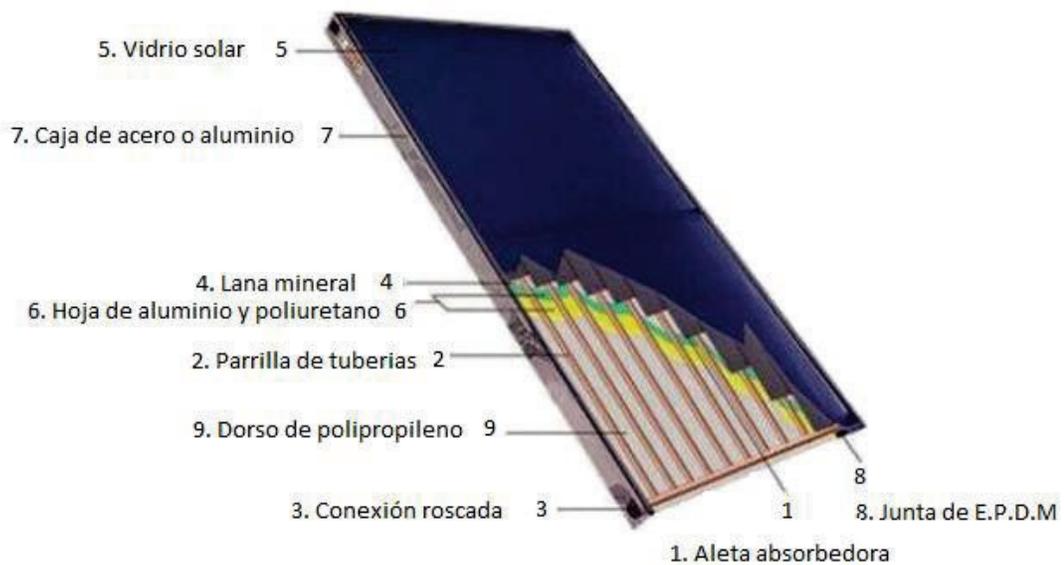


Figura 15. Colector Solar de Baja Temperatura

Acumulador de agua: depósito donde se acumula el agua que posteriormente se destina al consumo doméstico (bien para grifos o duchas). El acumulador en muchos casos suele ser también calentador, ya que el sistema que acumula el agua se encuentra en el interior. Como se puede apreciar en la figura 16, un acumulador es conformado por un depósito con un serpentín en su interior, por el que circula el fluido caliente que procede de los captadores solares y que transfiere el calor al agua que lo rodea, este se encuentra aislado con espuma dura y poli estireno.



Figura 16. Acumulador

Caldera: Todo sistema de energía solar térmica requiere de un equipo auxiliar que suministre la potencia necesaria cuando el sol no alcanza a cubrir la demanda. Suelen usarse calderas de gas o gasóleo de alto rendimiento.

Calentador: Sistema que calienta el agua que se consume posteriormente. Normalmente se encuentra dentro del tanque o acumulador que contiene el agua. Podemos apreciar a continuación en la figura 17 un sistema de calentador y caldera trabajando conjuntamente.

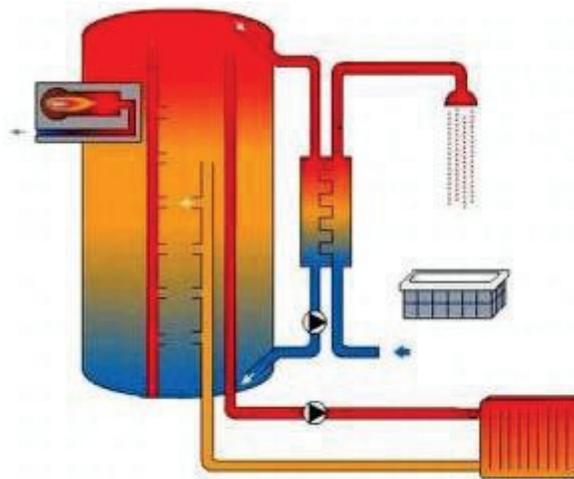


Figura 17. Sistema de Calentador y Caldera

Intercambiador: Es el dispositivo por el cual se transmite el calor generado en los colectores hacia el agua que se va a utilizar. Como se ve en la figura 18, en sistemas solares térmicos suele ser un tubo con forma de serpentín (situado dentro del tanque acumulador o calentador), a través del cual fluye el agua caliente que proviene de los colectores. El agua a consumir entra en contacto con este serpentín y recibe el calor.

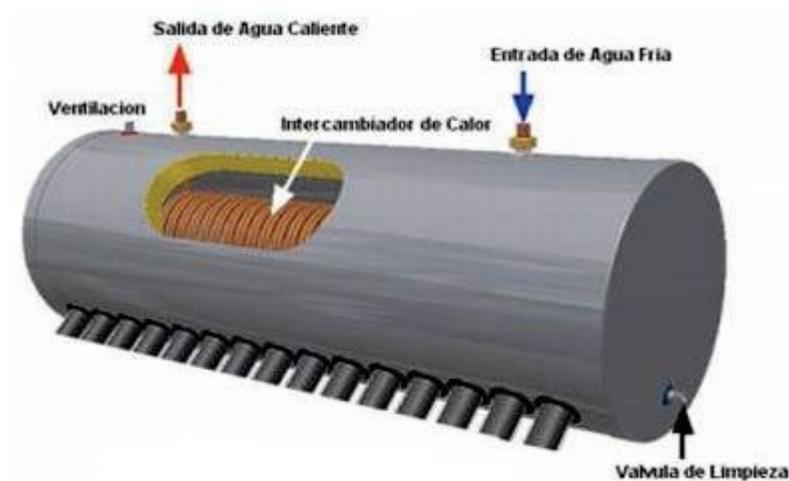


Figura 18. Intercambiador de Calor

Sistema de bombeo: Circuito que consta de bomba hidráulica, diferentes tipos de válvulas y tuberías. Generalmente existen dos circuitos diferentes: el primario, que es aquel por el que circula el fluido que se calienta dentro de los colectores, y el secundario, que es el formado por el agua de consumo. En la figura 19 se puede apreciar los dos tipos de circuitos aquí mencionados.

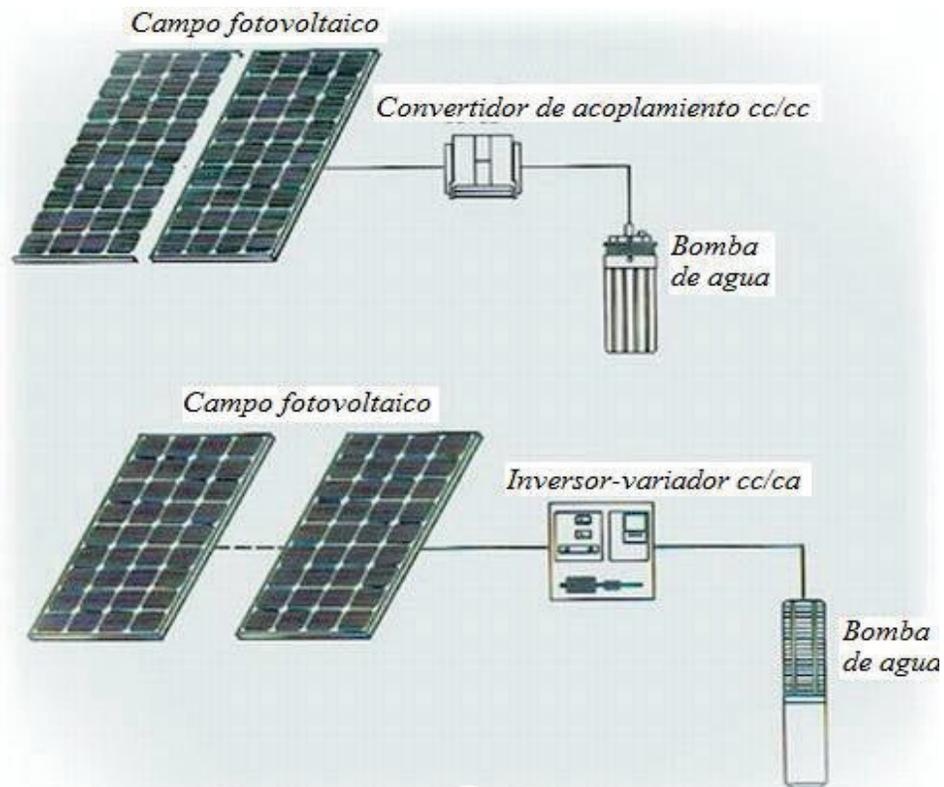


Figura 19. Sistema de Bombeo

Sistema de control: Dispositivo electrónico que se encarga de coordinar y automatizar la circulación del agua, la temperatura de los colectores y la seguridad del sistema, garantizando el correcto funcionamiento de la instalación (Figura 20). Incluso en modelos más avanzados se permite enviar un correo electrónico para dar los informes de funcionamiento [30].

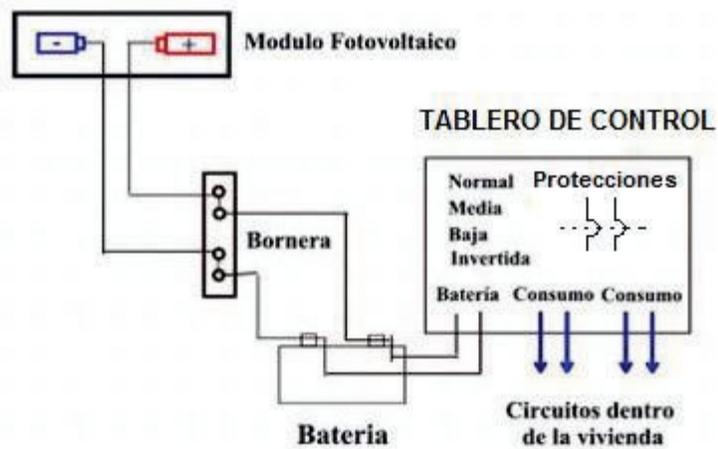


Figura 20. Sistema de Control

VENTAJAS

- Reducción del consumo de energía eléctrica para el uso de calefacción.
- Menor gasto de dinero para obtener calefacción.
- Se puede implementar en hogares unifamiliares, multifamiliares y hospitales.
- Es muy rentable en lugares que tengan buena incidencia del sol o que la incidencia solar sea constante en el transcurso del año.
- Ahorro económico a largo plazo.
- Uso de energía renovable y gratis.
- Menor mantenimiento ya que no presenta partes móviles.

DESVENTAJAS

- La inversión inicial alta.
- Se debe ayudar con dispositivos auxiliares cuando se instala en lugares donde cambian las estaciones del año, para compensar la falta de radiación solar.
- Depende de la radiación solar.

3.4 GENERACION CON ENERGIA SOLAR TERMICA

3.4.1 INTRODUCCION

Una central térmica solar o central termosolar es una instalación industrial en la que, a partir del calentamiento de un fluido mediante radiación solar y su uso en un ciclo termodinámico convencional, se produce la presión necesaria para impulsar un alternador para generación de energía eléctrica como en una central térmica convencional.

Es de suma importancia concentrar la radiación solar para poder alcanzar temperaturas elevadas, de 300°C hasta 1000°C, y así obtener un rendimiento aceptable en el ciclo termodinámico, que no se podría obtener con temperaturas más bajas. La concentración y captación de rayos solares se hace por medio de espejos con orientación automática que apuntan a una torre central donde se calienta el fluido, o con mecanismos más pequeños de geometría parabólica. El conjunto de la superficie reflectante y su dispositivo de orientación se denomina heliostato.

Los fluidos y ciclos termodinámicos escogidos en las configuraciones experimentales que se han probado, son los que se han implementado en centrales nucleares, centrales térmicas de carbón y centrales de gas natural. En la figura 21 se muestra una imagen de una central de generación termosolar simplificada:

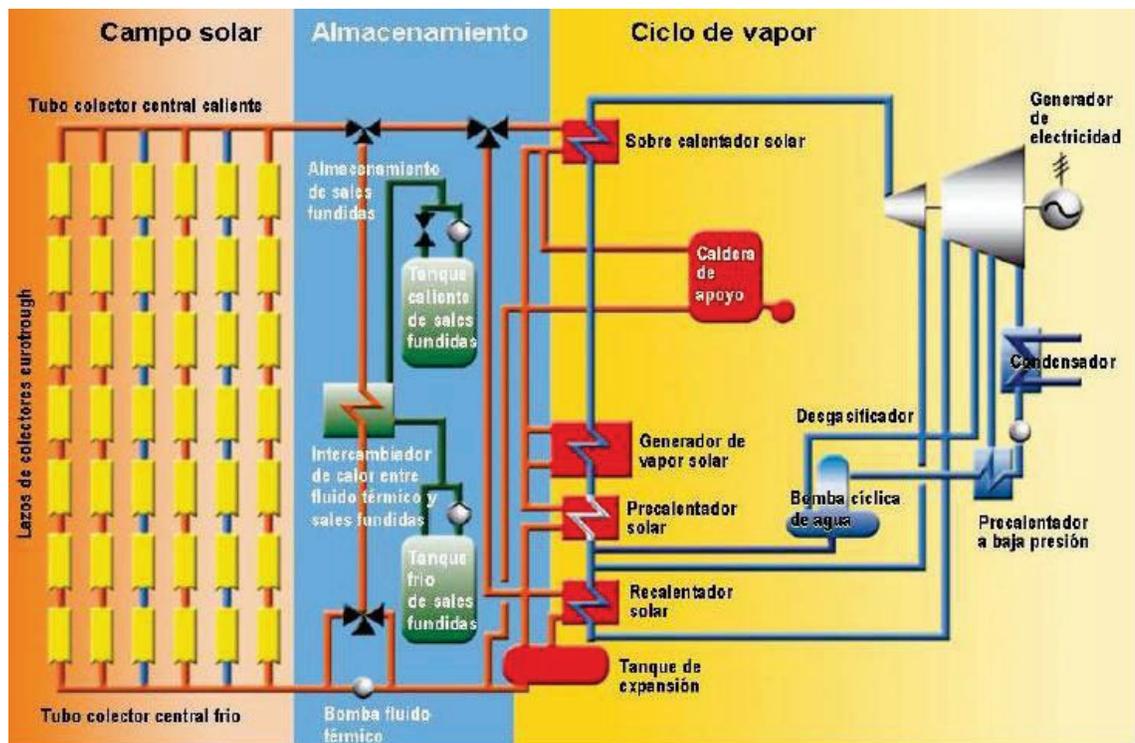


Figura 21. Esquema de una Central de Generación Termo solar

3.4.2 CENTRALES TERMOSOLARES DE TORRE

Una central de torre o sistema de receptor central está compuesta por un sistema concentrador o campo de heliostatos (como se puede apreciar en la figura 22), los cuales captan y concentran la componente directa de la radiación solar sobre un receptor. El fluido de trabajo puede ser entre otros: aire, vapor de agua, sodio fundido o sales fundidas, según la tecnología escogida.

En las centrales de torre de vapor de agua, este mueve directamente una turbina. En los otros sistemas, el fluido transporta el calor a un generador de vapor de agua, con el que se hace funcionar una turbina, la cual mueve un generador eléctrico. En la figura 23 se puede apreciar el funcionamiento de una central termosolar.



Figura 22. Central de Generación Termo Solar de Torre

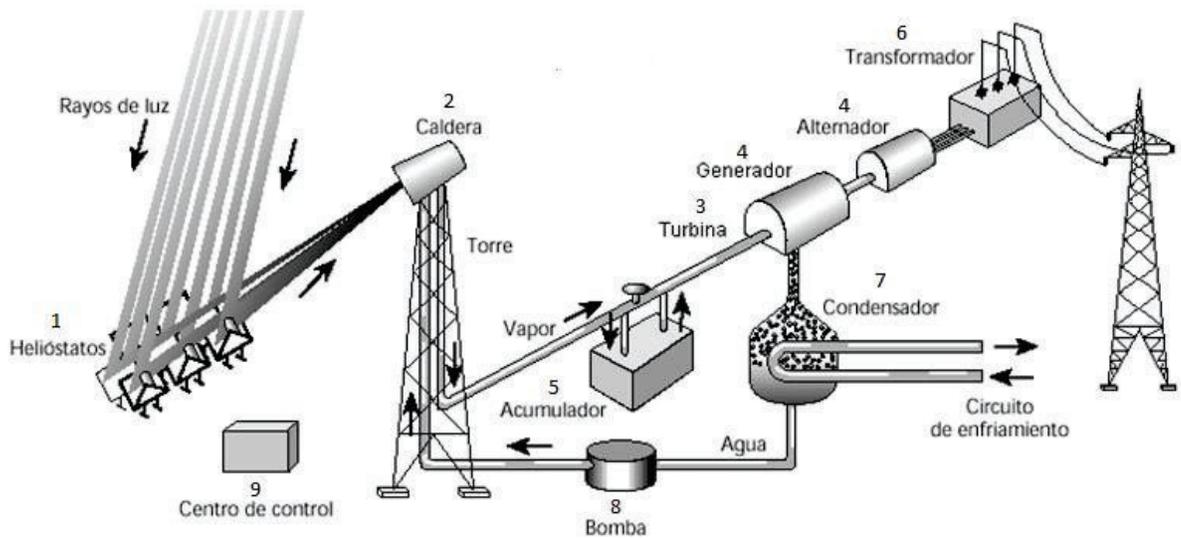


Figura 23. Funcionamiento Central de Generación Termo Solar

3.4.3 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

Helioestatos (1): Son varios espejos orientables, en los que se reflejan la luz del Sol, haciendo que converjan a la caldera.

Caldera (2): Es la parte de la central solar en la que convergen los rayos solares reflejados por helioestatos, alcanzando una gran temperatura. Al alcanzar una temperatura alta, calienta el agua que pasa por ella y la transforma en vapor.

Turbina (3): El vapor generado en la caldera mueve la turbina, la cual está unida al generador para que este reciba su movimiento.

Generador o alternador (4): Es el encargado de generar energía eléctrica, gracias al movimiento rotatorio de la turbina, el generador transforma ese movimiento en energía eléctrica mediante inducción.

Acumulador (5): Almacena la energía calorífica que no ha sido utilizada, ejemplo de los clásicos termos de agua caliente, para su posterior uso en ausencia de radiación solar.

Transformador (6): Dispositivo eléctrico que se encarga de cambiar el nivel de las tensiones y corrientes eléctricas que se generan en el alternador, para que de esta manera puedan ser transmitidas a la red eléctrica.

Condensador (7): Es donde se convierte el vapor (proveniente de la turbina) en agua líquida. Ello es debido a que en el interior del condensador existe un circuito de enfriamiento encargado de enfriar el vapor, transformándolo en agua líquida.

Bomba (8): Es la encargada de impulsar el agua de nuevo hasta la caldera.

Centro de control (9): Es donde se controla todo el proceso de transformación de la energía solar en energía eléctrica.[20]

VENTAJAS

- No usa combustibles, eliminando el peligro de su almacenamiento.
- Impacto ambiental nulo, la energía solar no produce desechos, residuos, basuras, humo, polvo, vapor, ruido y olores, etc.
- Una vez realizada la instalación y hecha la inversión inicial, no se originan gastos posteriores (a excepción del mantenimiento); el consumo de energía eléctrica es totalmente gratuito.

DESVENTAJAS

- La instalación de la central debe ser en zonas donde se perciba la radiación solar durante tiempo prolongado en las horas del día y durante la mayor parte del año.
- Peligro por las altas temperaturas que se alcanzan.
- La necesidad del empleo de acumuladores o de otros sistemas que nos permitan transferir calor para cuando no exista la suficiente radiación solar.

3.5 CENTRALES TERMOSOLARES DE CILINDROS PARABOLICOS

3.5.1 INTRODUCCIÓN

La técnica termo solar es la transformación de la radiación solar incidente en energía calorífica. En países con clima soleado las centrales eléctricas de colectores cilindro parabólicos permiten alcanzar altas temperaturas concentrando la radiación solar directa, de tal manera que se puede aprovechar esta energía térmica en ciclos de vapor para generar energía eléctrica.

El corazón de las centrales eléctricas de colectores cilindro parabólicos es el campo solar, el cual suministra la energía necesaria para generar el vapor necesario para mover las turbinas de vapor convencionales. El campo solar está formado por muchas filas de colectores solares dispuestos paralelamente.

Los colectores siguen la trayectoria del sol mediante la implementación de un dispositivo llamado heliostato. Los colectores están equipados con espejos parabólicos de vidrio altamente transparentes y con recubrimiento de plata. Estos captan la radiación solar incidente y la concentran en un tubo absorbedor ubicado en la línea focal del colector (la radiación concentrada es 80 veces más grande que la original). La estructura metálica, los espejos y el tubo absorbedor conforman un dispositivo óptico de alta precisión. Dentro del tubo absorbedor circula un medio portador de calor (circuito cerrado), se trata de un aceite sintético resistente a la temperatura que se calienta hasta alcanzar aproximadamente 400°C. Una vez el aceite se ha calentado se bombea hacia un bloque central de la planta. En este bloque el aceite caliente circula a través de intercambiadores de calor cediendo su energía térmica al ciclo de vapor. El proceso subsiguiente es similar al circuito de vapor de las centrales eléctricas convencionales. El vapor generado en el intercambiador de calor acciona una turbina equipada con un generador eléctrico. El vapor que acciona la turbina se condensa y se convierte otra vez en agua, la cual regresa a los intercambiadores de calor. Los colectores cilindro parabólicos son, hasta el momento, la única tecnología apta para grandes centrales termo-eléctricas que ha sido probada a largo plazo. En comparación con otras tecnologías solares, las centrales eléctricas de este tipo alcanzaran un rendimiento anual superior a la medida general, a la vez que presentan unos costos de generación de energía más bajos. Las primeras centrales de colectores cilindro parabólicos se operan comercialmente desde hace más de 20 años en el desierto de Mojave en California (USA) y tienen una capacidad total de 354 MW.

El sol pone a disposición un volumen de energía gigantesco que se puede aprovechar de manera controlada. El siguiente efecto es de conocimiento general: concentrando la radiación solar con una lupa se pueden alcanzar temperaturas

capaces de quemar papel. Las centrales eléctricas de cilindros parabólicos aprovechan el mismo efecto

3.5.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA CENTRAL

En una central eléctrica de colectores cilindro parabólicos los espejos del campo solar se encargan de concentrar la radiación solar incidente en un tubo absorbedor ubicado en la línea focal del colector. Por los tubos circula un líquido portador de calor (circuito cerrado) que se calienta hasta alcanzar una temperatura aproximada de 400°C debido a la radiación solar concentrada. El líquido caliente se bombea hacia un bloque central de la planta. En este bloque el líquido caliente circula a través de intercambiadores de calor. Así de esta manera se genera vapor de agua. Al igual que en centrales eléctricas convencionales, el vapor acciona una turbina equipada con un generador eléctrico. Instalando adicionalmente un acumulador de calor es posible operar la central eléctrica a plena capacidad incluso durante la noche o en caso de que el cielo este nublado.

En la figura 24 se muestra una imagen de un campo de colectores solares parabólicos:

- CARACTERISTICAS
- COLECTOR CILINDRO PARABOLICO
- * Estructura metálica.
 - *Superficie Reflectante parabólica.
 - *Tubos absorbentes.



Figura 24. Colectores Cilindro Parabólicos y sus Características

En el campo solar se transforma la radiación solar en energía calorífica

La superficie espejada captadora del campo solar de una central eléctrica puede medir 510.120 metros cuadrados, y la distribución de los colectores cilindro parabólicos puede ser la siguiente por ejemplo 312 filas o lazos de colectores que están interconectados con tuberías. Las filas están dispuestas en dirección del sol y son orientados debido a la implementación de heliostatos que permiten que

sigan la trayectoria del sol. Cada unidad de colector consta de 12 submódulos de 12 m de largo y 6 m de ancho, cada submódulo consta de 28 espejos y 3 tubos absorbedores. En una central eléctrica como la que se acaba de describir se requieren alrededor de 7.488 colectores, los cuales deben ser ensamblados por personal calificado para así poder llevarlos a los talleres donde se les realizara una serie de pruebas fotogramétricas y verificar su calidad antes de ser llevados y anclados en el campo solar.

3.5.3 ACUMULADORES TÉRMICOS

Una parte del calor generado en el campo solar de las centrales eléctricas no se transfiere al circuito de vapor sino que se almacena en sal líquida. Durante el día, se calientan con la radiación del sol 28.500 toneladas de una mezcla de sales de nitrato de potasio y nitrato de sodio, que durante la noche o en días nublados, suministra el calor necesario para el funcionamiento de la central. Para ello, la mezcla de sales líquidas absorbe calor adicional hasta alcanzar una temperatura aproximada de 390°C. En la central se dispone de dos tanques para almacenar dichas sales y su funcionamiento es similar al de un termo: permite mantener caliente la sal durante varias semanas. El calor almacenado en un depósito de sal permite que un generador trabaje durante 7.5 horas, lo que permite el funcionamiento de las centrales eléctricas durante un tiempo estimado o cercano a las 24 horas diarias en verano. Para poder cargar el acumulador de calor y a la vez accionar el generador, el campo solar está diseñado previendo un funcionamiento que doble las horas de trabajo anual, esto se debe a la instalación de los dispositivos acumuladores que nos permiten trabajar más tiempo que una central eléctrica convencional [19][66].

En la figura 25 mostrada a continuación, se observan los diagramas de funcionamiento de la central trabajando en el día y en la noche.

Operación diurna de una central termosolar con montaje de concentradores cilindro parabolicos el acumulador termico se carga durante el día

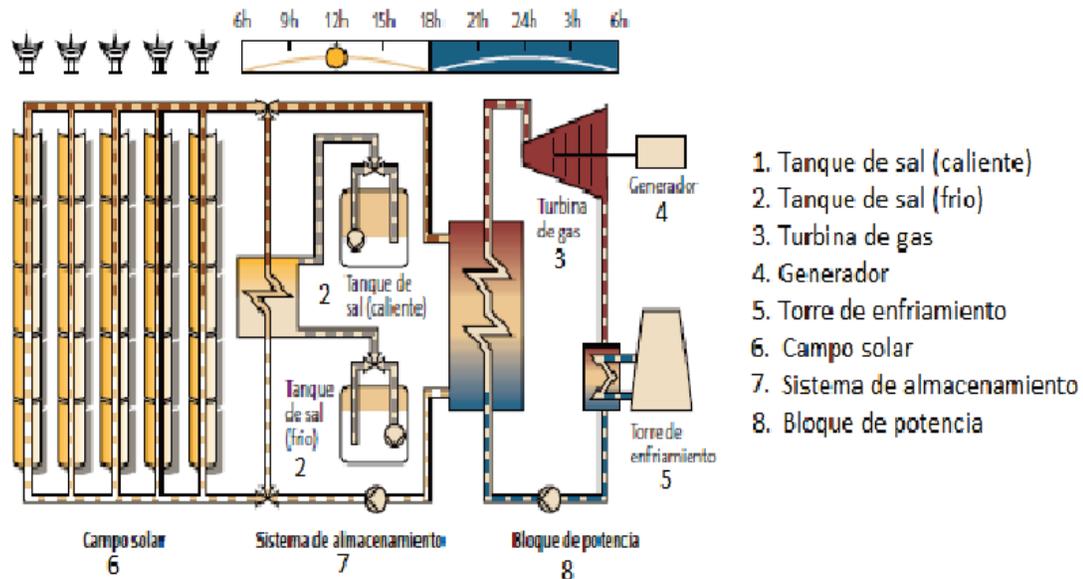


Diagrama de centrales termosolares en funcionamiento diurno

Operación nocturna de una central termosolar con montaje de concentradores cilindro parabolicos con energía acumulada

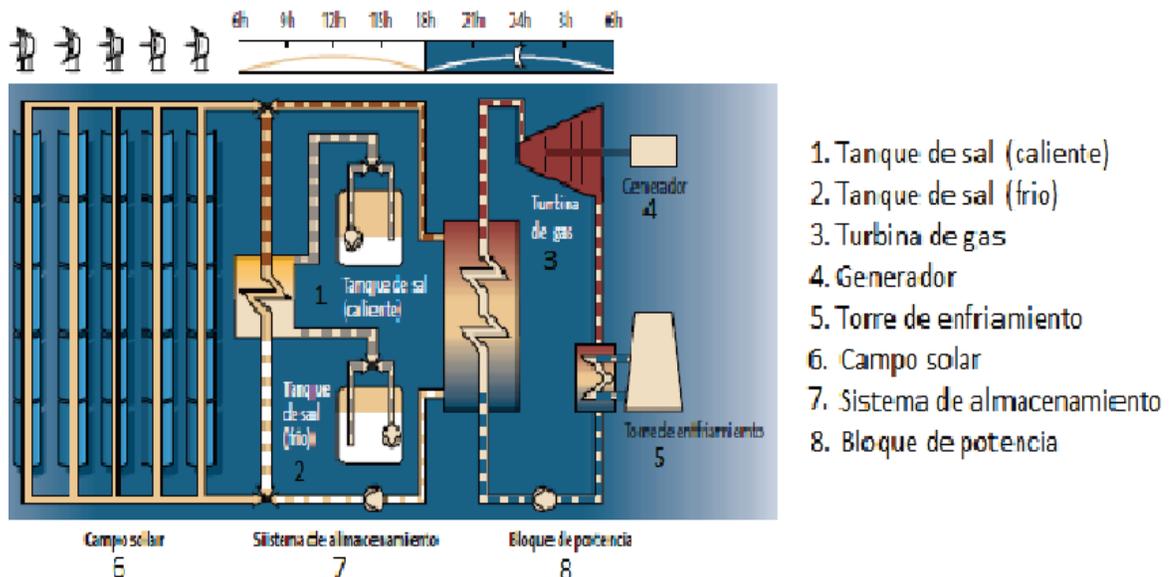


Diagrama de centrales termosolares en funcionamiento nocturno

Figura 25. Diagramas de Funcionamiento de Centrales Termo Solares

VENTAJAS

- Con este tipo de montaje se puede generar energía de manera constante debido a la implementación de acumuladores.
- Es 100% energía verde.
- Se aprovecha al máximo la captación de energía solar por medio del dispositivo heliostático, que nos permite seguir la posición del sol.
- Dependiendo del tamaño de la central se pueden generar grandes cantidades de energía eléctrica.
- No hay que hacer inversión en materia prima o combustible, porque se aprovecha el sol.

DESVENTAJAS

- Las temperaturas tan altas que se pueden manejar en este tipo de montajes.
- El área a emplearse debe ser bastante grande.
- El costo de este montaje en infraestructura es bastante alto.

3.6 HORNOS SOLARES

3.6.1 INTRODUCCION

Otra de las aplicaciones de la energía solar térmica es la cocción de alimentos, se puede decir que este es un uso más directo de dicha energía debido a que se usa una cantidad menor de dispositivos para su aprovechamiento.

Desde la época moderna en muchos países los combustibles fósiles han venido a tomar el relevo de la leña de antaño, pero aun en muchas zonas esta es la única fuente de energía térmica. Debido a ello, la provisión de leña condiciona la localización e incluso, el tamaño de las ciudades en función del entorno proveedor de la madera de los bosques cercanos o de otras fuentes de biomasa.

Esta leña ha representado también la forma tradicional de aportar energía para cocer nuestros alimentos. Pues aparte de las necesidades energéticas situadas en el campo de los transportes, de la producción de utensilios, ropas y vivienda, etc., esta la que nos permite cocinar nuestros alimentos, pues algunos de ellos necesitan unas elaboraciones térmicas previas para facilitar su asimilación. En este último apartado aparecen las aportaciones de las cocinas solares, donde se utiliza la energía solar de forma directa para cocinar, junto a otras aplicaciones tanto en el campo de la alimentación como fuera de él. Las cocinas solares se presentan como la solución idónea para estos problemas, a la par ofrecen otros campos de utilización, siempre con el carácter favorable tanto desde el punto de vista ecológico como económico. [37].

3.6.2 DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO BASICO

Los hornos solares (Figura 26), son reflectores parabólicos o lentes contruidos con precisión para enfocar la radiación solar en superficies pequeñas y de este modo poder calentar "objetos", a niveles altos de temperatura. El límite de temperatura que puede obtenerse con un horno solar está determinado por el segundo principio de la termodinámica como la temperatura de la superficie del sol, esto es 6000°C, y la consideración de las propiedades ópticas de un sistema de horno limita la temperatura máxima disponible. Se han usado hornos solares para estudios experimentales hasta 3500°C y se han publicado temperaturas superiores a 4000°C las muestras pueden calentarse en atmosferas controladas y en ausencia de campos eléctricos o de otro tipo si así se desea.

El reflector parabólico tiene la propiedad de concentrar en un punto focal los rayos que entran en el reflector paralelamente al eje.

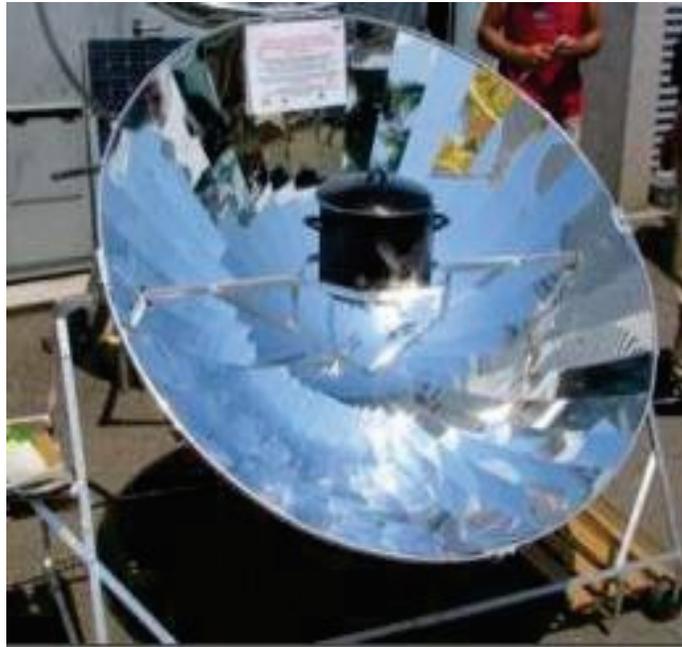


Figura 26. Horno Solar

La utilidad de los hornos solares aumenta con el uso de heliostatos, o espejo plano móvil, para llevar la radiación solar al reflector parabólico. Así como los sistemas de célula fotoeléctrica aprovechan la energía electromagnética del sol que nos llega en forma de luz, para después ser transformada en energía, los sistemas de colector solar utilizan su potencia calorífica para calentar un líquido, que posteriormente será empleada generalmente en suministrar calefacción.

Se construyen hornos solares de hasta 3 metros de diámetro con espejos de una sola pieza de aluminio, cobre o de otros elementos y se han construido hornos más grandes de múltiples reflectores curvos.

El reflector usado en los hornos solares puede ser de varias formas. Las sustancias pueden fundirse en sí mismas en cavidades de cuerpo negro, encerrarse en envoltura de vidrio o de otra materia transparente para atmosferas controladas o introducirse en un recipiente rotatorio centrífugo [20].

Existen dos sistemas de cocinas solares: los basados en el principio de acumulación y en el de concentración. En el primero, un recinto aislado térmicamente por todas partes, menos por la cara orientada hacia el sol cubierta con un material transparente a la radiación solar, por lo general vidrio o plástico, nos permite recibir la energía radiante solar y almacenarla en su interior gracias al

efecto invernadero. En el caso de utilizar este sistema como cocina solar se sitúa en su interior un recipiente con los alimentos a cocinar. De este modo se pueden alcanzar de 90 a 120 grados centígrados, según el modo como se haya construido esta cocina.

En el segundo caso, un sistema de concentración por lo general de naturaleza parabólica intercepta también la energía radiante solar llevándola a su zona focal. Sistemas como los de la cocina parabólica K14 (figura 26), para una intersección de 2 metros cuadrados ofrece una potencia de 1 Kw con un rendimiento del 50 por ciento. De este modo se logra un elevado aprovechamiento térmico en la olla donde se concentra la energía solar. En este segundo caso se alcanzan temperaturas mayores respecto a las cocinas de acumulación, como mínimo 200 grados, con ello se pueden realizar no solo operaciones de hervir, estofar, cocer al vapor, sino además freír y asar. Los dos casos mencionados se pueden apreciar en la figura 27

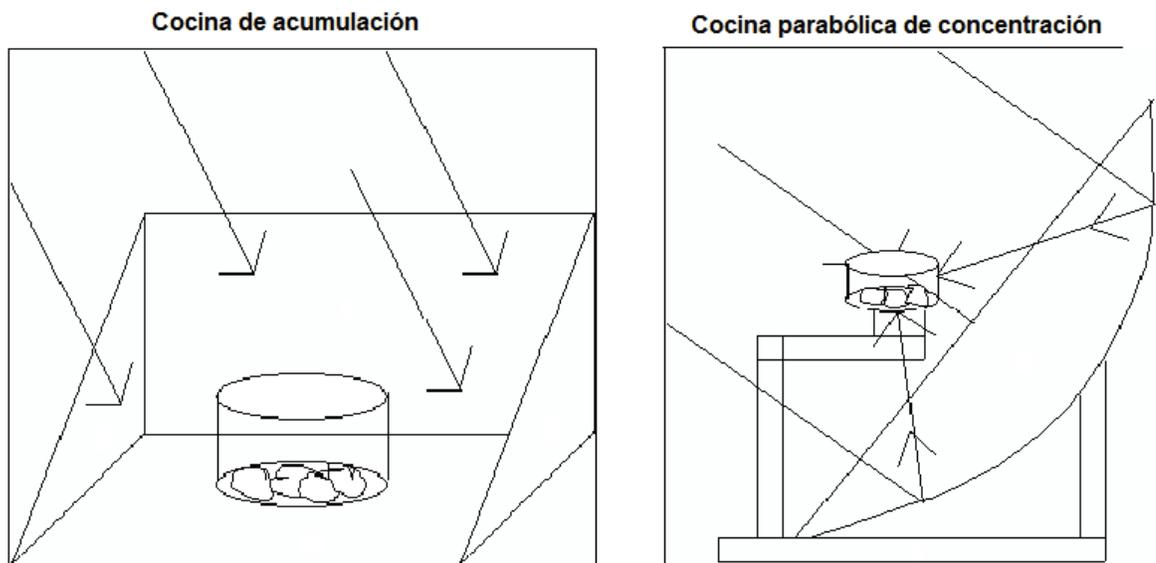


Figura 27. Modelo de Cocinas Solares

Cada uno de estos dos sistemas ofrece ventajas e inconvenientes respecto al otro. Así si bien la cocina de acumulación (llamada también horno solar) no alcanza las temperaturas tan altas logradas en las de concentración, no obstante facilita una cocción más suave y por ello nunca presenta el peligro de que se quemen los alimentos. A su vez, no necesita tanto cuidado en mantener una correcta orientación en la dirección del Sol [20].

VENTAJAS

- Es un sistema que presenta un alto rendimiento.
- Su inversión no es muy elevada.
- Se puede emplear en cualquier lugar y no depende de más dispositivos para funcionar.
- Es ecológico.
- No depende de la energía eléctrica.
- Su mantenimiento es sencillo ya que no presenta muchas partes móviles.

DESVENTAJAS

- El sistema presenta un bajo rendimiento si está ubicado en un lugar donde no tenga buen acceso a la luz del sol.
- Costo inicial.
- Se debe manejar con mucho cuidado debido a las temperaturas altas que presentan cuando están ubicados en lugares donde se presenta una alta incidencia de la radiación solar.

3.7 ILUMINACION SOLAR VIAL

3.7.1 INTRODUCCION

La tecnología fotovoltaica tiene la ventaja de hacer posible la generación de electricidad donde lleguen los rayos del sol. Es por ello que esta tecnología se emplea también para alimentar pequeños dispositivos luminosos que facilitan las más diversas actividades y que hubieran sido difíciles o costosos de instalar en caso de haberse empleado sistemas de alimentación convencionales.

Ahora es cada vez más normal y frecuente ver en parques, carreteras, estacionamientos, calles, plazas, autopistas, obras y edificios dispositivos de iluminación alimentados por energía solar. Estos dispositivos empiezan ya a formar parte de nuestro paisaje urbano. Las farolas solares no tienen gasto eléctrico procedente de la red, lo que además de hacerlo económicamente interesante, ayuda a aliviar los sistemas de distribución eléctrica que cada vez están más sobrecargados.

Estos elementos mejoran la visibilidad en las vías, potencian la atención en puntos peligrosos o también pueden resultar decorativos [12].

Son varias las razones que pueden ilustrar el importante crecimiento que está experimentando este tipo de iluminación:

- Los avances de las técnicas para lograr paneles, baterías y luminarias cada vez más eficientes; esto se ve reflejado en modelos de farolas solares mejores y cada vez más accesibles.
- El crecimiento urbanístico y de infraestructuras que coincide con la toma de conciencia de reducir las emisiones de CO₂ a la atmosfera. La opción de las farolas solares se ve como una manera de combinar y armonizar ambas tendencias.
- La alta confiabilidad de estos componentes y su reducido riesgo de daños.

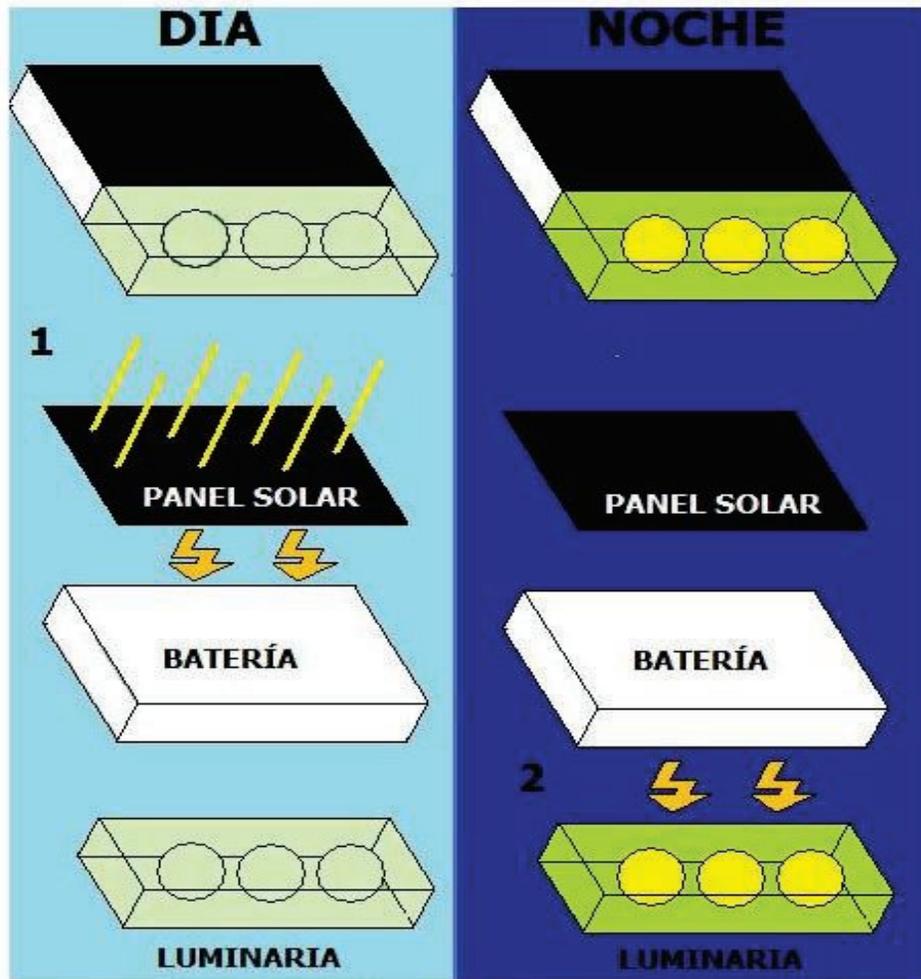
Otro factor de gran importancia hace que los arquitectos e ingenieros cada vez más opten por estos dispositivos de iluminación alimentados por energía solar que pueden llegar a ser más económicos en su instalación que las farolas convencionales. Las farolas solares en si son más caras que las convencionales, pero en instalaciones grandes, complejas y/o alejadas de núcleos o centros urbanos, puede resultar más interesante optar por el uso de farolas solares. Las farolas solares funcionan de manera autónoma ya que solo se hace necesaria en su instalación la obra de anclaje del poste al suelo; mientras que las farolas

convencionales requieren de la planificación e instalación de todo un sistema de interconexiones (zanjas, cableado y transformadores) los cuales elevan el costo mucho más allá comparándolo con el costo de la farola solar.

3.7.2 FUNCIONAMIENTO

Estos dispositivos de iluminación solar funcionan como pequeñas centrales fotovoltaicas: durante el día capta la energía del sol y esta es almacenada en una batería para que, por la noche, sea empleada al encender las lámparas o farolas.

Durante el día la radiación solar incide sobre el panel fotovoltaico que transforma esta radiación en energía eléctrica, esta energía eléctrica se dirige hasta una batería donde quedara almacenada para su uso posterior. Una vez que llega la noche o no hay suficiente luz natural, la energía almacenada en la batería sirve para encender las luminarias o farolas solares. A continuación en la figura 28 se muestra brevemente el funcionamiento de estos dispositivos.



- 1) Durante el día el panel fotovoltaico transforma la energía del sol en electricidad y esta se almacena en la batería
- 2) En la noche la batería alimenta a la luminaria.

Figura 28. Funcionamiento de un Dispositivo Luminoso.

3.7.3 ELEMENTOS QUE COMPONEN UNA FAROLA SOLAR

Módulos fotovoltaicos o Paneles solares fotovoltaicos

Es el elemento encargado de captar la energía o radiación solar y transformar esta en electricidad.

Son claramente identificables por su posición, por lo general se colocan en lo alto de la estructura para así lograr una mayor captación de la energía solar. Los paneles deben estar siempre orientados hacia el ecuador terrestre y con la inclinación adecuada en función de la latitud.

Estos paneles solares son del todo similares a los empleados para otras aplicaciones fotovoltaicas (generación fotovoltaica, calentamiento de agua, etc.), solo que en este caso son adaptados en su tamaño. Por lo general se emplean materiales semiconductores de mejor rendimiento entre los que habitualmente se encuentran en el mercado (silicio mono-cristalino y poli-cristalino).

Existen algunas variantes al modelo clásico de las farolas solares, como aquellos modelos cuyo panel fotovoltaico se coloca sobre una estructura de seguimiento del movimiento del sol (estructura heliostática) para lograr una mayor captación de radiación, o modelos que combinan la fuente fotovoltaica con una fuente eólica; este modelo es una buena opción para áreas donde hay abundante viento. A continuación en la figura 29 se observa un modelo de luminaria solar.



Figura 29. Luminaria Solar

Baterías

Dispositivo encargado de almacenar la energía que es captada por los paneles durante el día para emplearla en la noche en el encendido de las farolas o lámparas [13].

Aquí rigen los mismos principios que en el resto de las instalaciones de energía solar fotovoltaica: deben ser baterías recargables que toleren una gran profundidad de descarga.

En las farolas, la ubicación de este componente depende del fabricante; algunos ubican las baterías en una zona alta, bien sea bajo el panel o bajo la luminaria. De este modo se reducen posibles riesgos por una manipulación indebida, pero esta ubicación sin embargo hace dificultosas las operaciones de cambio y mantenimiento.

Otros fabricantes en cambio, eligen colocar la batería en la parte baja donde es más fácil manipularla para realizar reparaciones o reemplazos, sin embargo así está más expuesta a que personas indebidas tengan acceso al dispositivo.

Elementos de control (reguladores de encendido y apagado)

Optimizan y racionalizan la utilización de la energía almacenada en las baterías. Estos elementos de control se emplean para automatizar el encendido y apagado de las lámparas evitando un gasto innecesario de luz y consiguiendo además alargar la vida de los componentes de la luminaria.

La regulación se consigue de dos maneras:

1. Por medio de dispositivos programables que encienden y apagan las lámparas en función de la información introducida sobre las horas de salida y puesta del sol cada día del año del lugar donde se va a colocar la lámpara o farola.
2. Por medio de una pequeña célula fotoeléctrica (foto celda o fotorresistencia) la cual detecta el nivel de luminosidad en el ambiente. Cuando la foto celda detecta poca intensidad lumínica exterior (noche), enciende las lámparas, cuando la intensidad lumínica es alta (día) apaga las lámparas.

También hay que prestar atención a los sistemas de apagado de seguridad de las lámparas. Cuando tras varios días nublados no se haya podido recargar la batería adecuadamente y esta se encuentre a un nivel de carga muy bajo, debe existir este sistema que impida que las lámparas se prendan para así evitar que la descarga de la batería continúe. Si la batería sufre una descarga excesiva, esto puede provocar que esta quede incapaz de recargarse y, por lo tanto, quedaría inservible. Este sistema debe asegurar así mismo que en el momento en que vuelva a haber suficiente sol para recargar la batería el ciclo se restituya normalmente.

Entre las medidas de protección contra la excesiva descarga también hay mecanismos por los cuales en presencia de poca energía en la batería solo permite que se enciendan parte de los focos disponibles, reduciendo así el consumo antes que se llegue al apagado total.

Elementos de iluminación

Dispositivos que transforman la energía almacenada en la batería en luz. En todos estos componentes se usan lámparas eficientes para aprovechar al máximo la energía captada: lámparas fluorescentes, lámparas de sodio o LEDS, descartándose por completo las bombillas incandescentes ya que estas son grandes derrochadoras de energía [13].

En la figura 30 se muestran los diferentes elementos que conforman una luminaria solar:

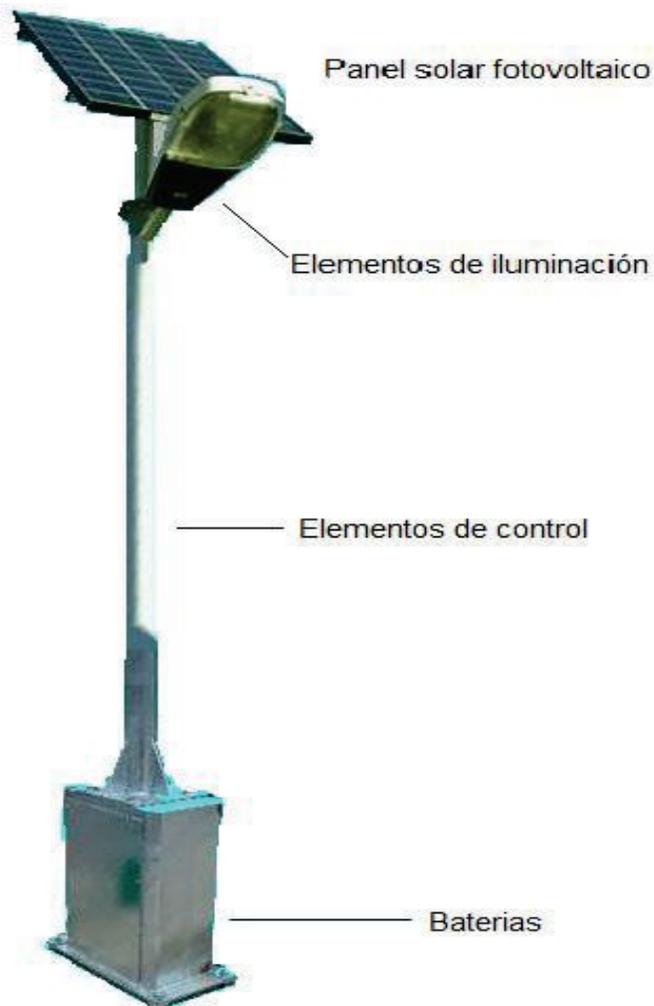


Figura 30. Componentes de una Luminaria Solar

VENTAJAS

- No dependen del suministro eléctrico ya que se usa una energía totalmente limpia como la solar.
- Tanto la iluminación LED como las placas fotovoltaicas tienen una larga vida útil, los paneles fotovoltaicos tienen una duración de 25 a 30 años y los bombillos LED duran 10 veces más que cualquier otro bombillo del mercado.
- Se evita la emisión de CO₂.
- Las lámparas se pueden cambiar fácilmente de ubicación ya que solo hay que hacer una nueva cimentación.
- No produce contaminación lumínica.
- Emite una luz nítida.
- Así se presente un black-out o apagón, las farolas solares no dejarán de funcionar.

DESVENTAJAS

- La inversión inicial es alta, se recupera entre mediano y largo plazo.
- La ubicación de los componentes del dispositivo se deben ubicar altos para evitar el robo de los mismos. Ya que son componentes costosos.
- Según la disposición de los componentes del dispositivo, el mantenimiento es más complicado.

4 ANEXO

4.1 MANEJO LIBRO INTERACTIVO

4.1.1 DESCRIPCIÓN DEL LIBRO INTERACTIVO

4.1.2 Según los contenidos: Se centra en la energía solar, aplicaciones y dispositivos empleados para su aprovechamiento, el cual es un tema poco mencionado en las diferentes asignaturas del Programa de Tecnología Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Pereira.

4.1.3 Según los destinatarios: Está diseñado para estudiantes del Programa de Tecnología Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Pereira.

4.1.4 Según su estructura: Es una aplicación de tipo multimedia ya que integra recursos gráficos y teóricos que conllevan a un aprendizaje innovador y/o estructurado según la temática perteneciente a la energía solar. Opera bajo una plataforma realizada en flash, en donde se accede a la información de una manera diferente, ya que esta plataforma está conformada por varios tipos de menús que están animados, una galería de videos y enlaces donde se puede encontrar mayor información del tema mostrado.

4.1.5 Según su base de datos: Es una aplicación de tipo cerrado, ya que no permite modificaciones de la información, y se entrega un CD-ROOM ejecutable.

4.1.6 Según los medios que integra: Es una aplicación multimedia.

4.1.7 Según los objetivos educativos que pretende facilitar: Esta plataforma proporciona información teórica que se visualiza de una manera didáctica, ya que el estudiante está interactuando con la información por medio de animaciones, gráficos y videos.

4.1.8 Según su comportamiento: El libro interactivo es de tipo herramienta; tanto para el maestro en su proceso de enseñanza como para el estudiante en su proceso de aprendizaje.

4.1.9 Según su diseño: Está centrado en mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, proporcionando nuevas alternativas de búsqueda y consulta de información. La utilización de metáforas de tipo analógicas entre las herramientas, símbolos e imágenes que generalmente se emplean entre los estudiantes de tecnología eléctrica, quienes son el público objetivo, y los menús interactivos de la multimedia facilitan la apropiación de la información y la navegación en dicha plataforma.

4.2 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS

Sistema operativo: Windows versiones (XP/Vista/ 7)

Procesador de 512 MHz o superior.

Memoria RAM 256 MB o superior

Monitor con resolución mínima de 800 x 600 píxeles o superior.

Unidad de lectora CD ROM.

Es necesaria la previa instalación del programa de visualización denominado ADOBE FLASH PLAYER versión 9.0 (o superiores), el cual se puede descargar gratuitamente a través de su respectiva página en internet, o en la carpeta de instaladores del paquete libro interactivo.

4.3 MODO DE EMPLEO

INICIO:

Inserte el disco, este se reproducirá automáticamente; en caso de no ser así vaya al icono: *Mi PC* o en otros sistemas operativos *EQUIPO*. A continuación abra la carpeta denominada *Multimedia*, y ejecute el archivo *Multimedia.exe*. Esta aplicación requiere para su visualización, un proyector de imágenes ADOBE FLASH PLAYER versión 9.0 (o superiores); en caso de no tenerlo, este se encuentran en la carpeta *instalador Flash Player*; desde allí podrán ser instalado y posteriormente actualizado si se cuenta con una conexión internet.

Una vez ubicados en la página de entrada. Se visualizará el siguiente menú:

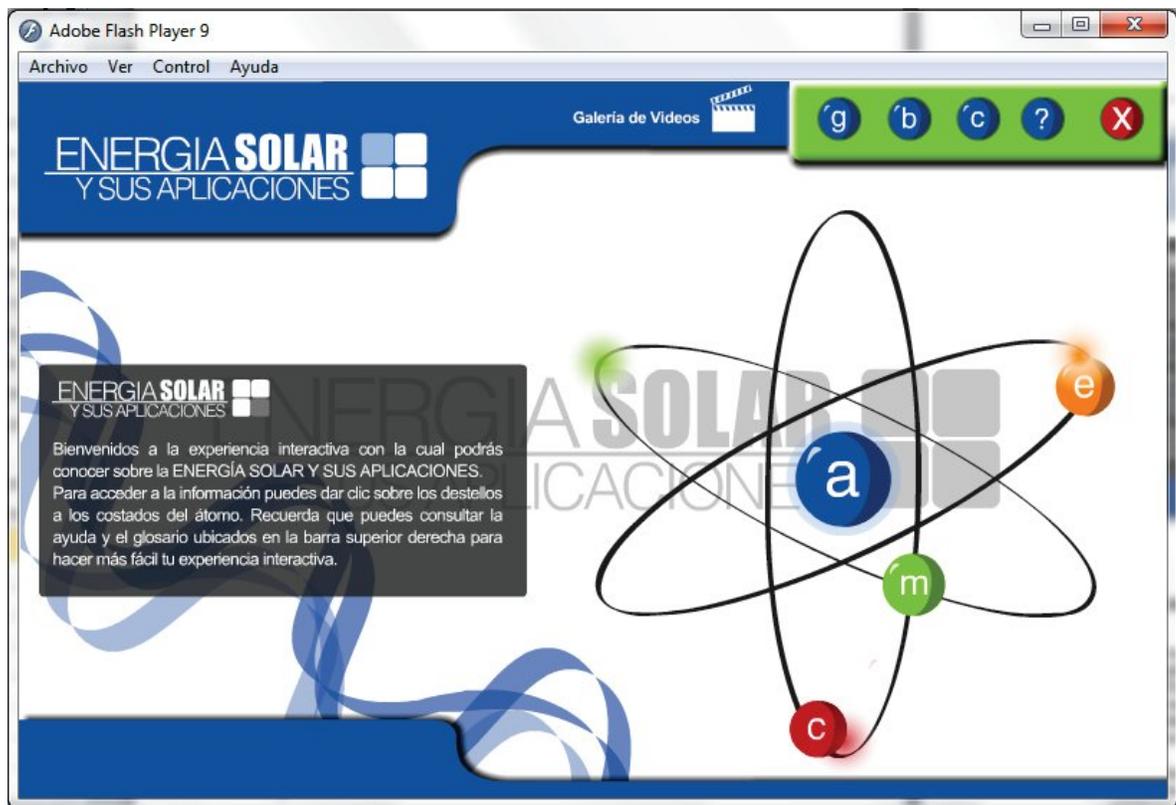


Figura 31. Menú de Entrada

Como se puede observar esta primera página contiene 10 enlaces, que tienen las siguientes enlaces:

1. Galería de videos
2. Glosario
3. Bibliografía
4. Conclusiones
5. Ayuda
6. Cerrar
7. Energía solar
8. Modelos pedagógicos
9. Conclusiones
10. Aplicaciones

Adicional se permite acceder a un menú de ayuda que tiene las siguientes recomendaciones:

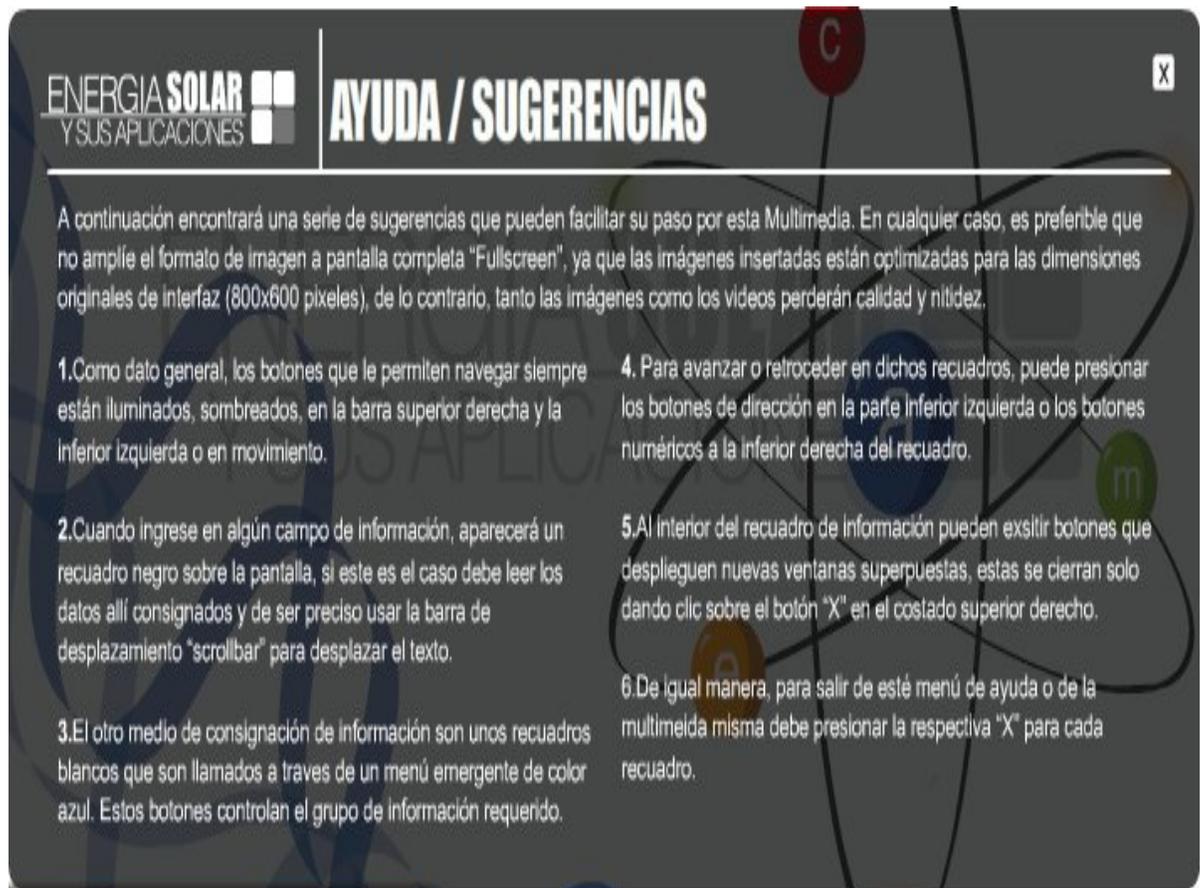


Figura 32. Menú de Ayuda

ANEXO CD: LIBRO INTERACTIVO SOBRE ENERGIA SOLAR Y SUS APLICACIONES

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Este documento muestra algunas aplicaciones que permiten la generación de energía eléctrica, a partir de la utilización de las llamadas energías verdes. Estas energías verdes ayudan a reducir las emisiones de agentes o sustancias contaminantes al medio ambiente, ya que no utilizan combustibles fósiles, contribuyendo de manera importante a reducir el calentamiento global.
- En la actualidad este tipo de aplicaciones no son de fácil acceso, con respecto a las demás tecnologías empleadas para la generación de energía eléctrica, debido a que la inversión inicial es elevada en cuanto a la infraestructura, mas no en materia prima o combustible, ya que este es de libre acceso y proporcionado por el Sol.
- Estos módulos fotovoltaicos son empleados en sistemas de comunicaciones, por ejemplo en antenas repetidoras; sistemas de medida, como los sismógrafos que se encuentran en lugares inaccesibles; y de generación de energía para viviendas rurales que se encuentran en zonas no interconectadas.
- Los sistemas de colectores solares parabólicos se pueden emplear para cocinas solares; en algunos lugares, especialmente en las zonas de paramos, donde el acceso a la energía eléctrica y otros combustibles es complicado y/o de difícil acceso. Este sistema nos permite cocinar sin mayores problemas debido a que hay acceso a la radiación solar.
- En la generación fotovoltaica, la energía solar se transforma en energía eléctrica sin ningún elemento mecánico intermedio; lo que permite un mejor aprovechamiento de esta.
- En la actualidad se están realizando estudios para mejorar la eficiencia de los módulos fotovoltaicos. Lo anterior en cuanto a los materiales semiconductores (Ej. silicio, arseniuro de galio) que se están empleando, igualmente en la construcción de los paneles mediante la reducción de su tamaño.
- Los sistemas de módulos fotovoltaicos garantizan un menor mantenimiento debido a que no presentan piezas móviles. Además permiten obtener dos tipos de corriente: corrientes alternas (AC) o corrientes continuas (DC).
- Mayor difusión acerca del aprovechamiento de la energía solar, sus bondades y aplicaciones.

- Creación e implementación de grupos de investigación sobre energía solar y sus aplicaciones. Estos grupos pueden estar conformados en alianzas estratégicas con las empresas de nuestra región y nuestra universidad.
- En el programa de tecnología eléctrica se debería incluir en la cátedra de generación de energía, información más detallada acerca de la energía solar. Esto se haría teniendo en cuenta los avances tecnológicos en este campo y la demanda mundial de este tipo de aplicaciones.

6 GLOSARIO

Acumuladores: Batería, batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente acumulador, se le denomina al dispositivo que almacena energía eléctrica usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad; este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces. Se trata de un generador eléctrico secundario; es decir, un generador que no puede funcionar sin que se le haya suministrado electricidad previamente mediante lo que se denomina proceso de carga.

Aerogeneradores: Un aerogenerador es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento (turbina eólica).

Agua salobre: Se llama agua salobre al agua que tiene más sal disuelta que el agua dulce, pero menos que el agua de mar.

Ambientes físicos: Un ambiente es un complejo de factores externos que actúan sobre un sistema y determinan su curso y su forma de existencia. Ambiente físico se refiere a un super conjunto de elementos que interactúa de manera directa con el usuario.

Animación: es una técnica para dar sensación de movimiento a imágenes o dibujos. Para realizar animación los cuadros se pueden generar dibujando, pintando o fotografiando los minúsculos cambios hechos repetidamente a un modelo de la realidad o a un modelo tridimensional virtual.

Captador o colector térmico: Un captador solar, también llamado colector solar, es cualquier dispositivo diseñado para recoger la energía irradiada por el sol y convertirla en energía térmica. Los colectores se dividen en dos grandes grupos: los captadores de baja temperatura, utilizados fundamentalmente en sistemas domésticos de calefacción y ACS, y los colectores de alta temperatura, conformados mediante espejos, y utilizados generalmente para producir energía eléctrica.

Calefacción: Son sistemas destinados a climatizar en invierno, los ambientes interiores de los edificios, casas, locales comerciales, etc.

Celda solar o celda fotovoltaica: Es un dispositivo que convierte la luz en corriente continua utilizando el efecto fotoeléctrico. También son conocidas como células, celdas o módulos fotovoltaicos.

Cocción solar de alimentos: es el aprovechamiento de la energía solar por medio de unas cocinas solares, para la cocción de alimentos.

Colectores Cilindro Parabólicos (CCP): Son captadores solares de concentración con foco lineal, que convierten la radiación solar directa en energía térmica y que resultan idóneos para trabajar dentro del rango de temperaturas 125°C-400°C.

Colectores solares: Mecanismo o sistema diseñado para absorber las radiaciones solares y transformar esa energía en calor. También llamado colector.

Concentración: Es la capacidad que se tiene en lograr fijar un objetivo o conducta durante un periodo determinado en forma parcial o total continua o discontinua.

Concentrador solar parabólico: El concentrador solar permite alcanzar temperaturas muy altas pudiéndose emplear como mechero solar. Una vez orientado es capaz de prender un papel situado en su foco en pocos segundos. Siguiendo este mismo concepto de concentración se construyen las centrales termo solares.

Contenidos multimedia: Es una combinación de información en forma de texto, sonido, imágenes, animaciones, etc.

Cursos de aprendizaje computarizado (CBTs): deja pasar al usuario con una serie de presentaciones, de texto sobre un asunto en particular, ilustraciones asociadas en varios formatos de información.

Destilación: La destilación es la operación de separar, comúnmente mediante calor, los diferentes componentes líquidos de una mezcla, aprovechando los diferentes puntos de ebullición de cada una de las sustancias a separar.

Discos parabólicos: Estos discos concentran la radiación solar en el receptor que se sitúa en el centro de la parábola.

Efectos especiales: se utilizan para conseguir escenas que no se pueden realizar por medios normales. También se utilizan para mejorar elementos en películas que ya se han realizado, por medio de la inclusión, extracción y mejoramiento de objetos dentro de una escena.

Energía solar foto térmica: Los Sistemas foto térmicos convierten la radiación solar en calor y lo transfieren a un fluido de trabajo. El calor se usa entonces para calentar edificios, agua, mover turbinas para generar electricidad, secar granos o destruir desechos peligrosos.

Estimulo: es una reacción positiva o negativa que siente un organismo frente a determinados factores externos o interno.

Estufa solar: La estufa solar u horno solar es un instrumento que permite cocinar utilizando la luz del sol, sin contaminar y sin riesgos para la salud.

Generación fotovoltaica: Se denomina energía solar fotovoltaica a una forma de obtención de energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos. Los paneles, módulos o colectores fotovoltaicos están formados por dispositivos semiconductores tipo diodo que, al recibir radiación solar, se excitan y provocan saltos electrónicos, generando una pequeña diferencia de potencial en sus extremos.

Generación hidráulica de energía eléctrica: Energía renovable que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente de ríos, saltos de agua o mareas.

Gráfica: es la representación de datos, generalmente numéricos, mediante líneas, superficies o símbolos, para ver la relación que esos datos guardan entre sí. Puede ser un conjunto de puntos plasmados en coordenadas cartesianas que sirven para analizar el comportamiento de un proceso, o un conjunto de elementos o signos que permiten la interpretación de un fenómeno.

Hardware: hace referencia a los componentes que forman parte de una computadora.

Hipervínculo: es una conexión de una página WEB a otro destino. Un hipervínculo puede ser texto o imagen.

Iluminación solar híbrida: (HSL, Hybrid Solar Lighting) es un método solar activo de proveer luz interior.

Imagen: es la representación visual de un objeto mediante técnicas diferentes de diseño, pintura, fotografía, video, etc.

Intercambiadores de calor: Un intercambiador de calor es un aparato que facilita el intercambio de calor entre dos fluidos que se encuentran a temperaturas diferentes evitando que se mezclen entre sí.

Juegos: El juego es una actividad que se utiliza para la diversión y el disfrute de los participantes, en muchas ocasiones, incluso como herramienta educativa.

Libro interactivo: es un objeto-libro tradicional al que se añaden capacidades de presentación de modelos virtuales en tres dimensiones, videos, audios, etc. Combina objetos reales y virtuales, es interactivo y en tiempo real y se alinean los objetos virtuales y reales unos con otros.

Links: es un enlace o unión; así se le llama a las partes de una página WEB que nos llevan a otra parte del mismo o nos enlaza con otro servidor.

Medios electrónicos: Son todos aquellos instrumentos creados para obtener un intercambio eficiente de información de manera automatizada, por ejemplo Internet, fax, correo electrónico, etc.

Método de trabajo: es un proceso sistemático y permanente en el tiempo de coordinación, diseño, monitores y cierre de iniciativas que integran la estrategia.

Modelos virtuales: es una representación virtual de un objeto, sistema o idea, de forma diferente al de la entidad misma. El propósito de los modelos es ayudar a explicar, entender o mejorar un sistema.

Multimedia: Es un término que se aplica a cualquier objeto que usa simultáneamente diferentes formas de contenido informativo como texto, sonido, imágenes, animación y video para informar o entretener al usuario. También se puede calificar como multimedia los medios electrónicos (u otros medios) que permiten almacenar y presentar contenido multimedia.

Multimedia analógica: ausencia de lógica en un circuito electrónico o señal electrónica que no es discontinua en el tiempo.

Multimedia digital: multimedia digital se refiere a la información que solo puede ser vista por medio de reproductores multimedia.

Navegador: es un programa que permite visualizar la información que contiene una página WEB.

Orografía: Sirve para comprender el relieve de una región o zona, y de manera efectiva para planear obras de infraestructura.

Presentación multimedia: le permite mostrar información educativa, de una manera didáctica, moderna y con la ayuda de múltiples recursos audiovisuales o interactivos.

Radiación solar: Energía que llega procedente del sol, Se sobrentiende como calor y especialmente luz.

Reproductor multimedia: Un reproductor multimedia es un programa de ordenador o un dispositivo capaz de mostrar un abanico de contenidos multimedia. Por norma general, esto incluye la reproducción de sonido, vídeo e imágenes. De esta manera, el reproductor multimedia permite el disfrute personal de música, video-clips, cine, fotografías, etc.

Simulación: es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de entender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias para el funcionamiento del sistema.

Sistemas de almacenamiento: El almacenamiento de energía comprende los métodos que tiene la humanidad para conservar en la medida de lo posible una cierta cantidad de energía en cualquier forma, para liberarla cuando se la requiera de en la misma forma que se recolectó u de otra forma distinta. Las formas de energía pueden ser energía potencial (gravitacional, química, elástica, etc.) o energía cinética.

Software: se refiere al equipamiento lógico o soporte lógico de un computador y comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica, en contraposición a los componentes físicos del sistema.

Soleamiento: El Sol es el **motor del clima**. La energía solar captada por la tierra, y posteriormente disipada como irradiación infrarroja, determina el calentamiento o enfriamiento del aire, la cantidad de agua evaporada o precipitada, y las diferencias de presión que provocan vientos y brisas.

Sonido: es cualquier fenómeno que involucre la propagación en forma de ondas elásticas audibles o casi audibles, generalmente a través de un fluido que esté generando movimiento vibratorio de un cuerpo.

Texto: es una composición de signos codificado en un sistema de escritura que forma una unidad de sentido (como un alfabeto).

Torre de concentración solar: es un receptor el cual se ubica a cierta altura sobre el nivel de las celdas solares, con el fin de recibir y transferir el flujo de energía recibido desde las celdas solares.

Video: hace referencia a la captación, procesamiento, transmisión y reconstrucción por medios electrónicos de una secuencia de imágenes y sonidos que representan escenas en movimiento.

7 BIBLIOGRAFIA

- [1] El ciclo de la energía en la tierra, martes 30 noviembre 2010 12:32 pm.
<http://www.astroyciencia.com/2008/05/20/el-ciclo-de-la-energia-en-la-tierra/>
- [2] Energía solar, martes, 30 de noviembre de 2010 12:45:14 p.m.,
<http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=7442&termino=energ%E Da+solar>
- [3] Química, miércoles, 14 de octubre de 2009 12:32:28 a.m.,
<http://quimicasilgrupo6.blogspot.com/>
- [4] TPR energía solar, martes, 30 de noviembre de 2010 01:16:08 p.m.,
<http://tprprotecciones.com/energia-solar/>
- [5] Greenpeace, martes, 30 de noviembre de 2010 01:17:47 p.m.,
<http://www.greenpeace.org/raw/content/argentina/cambio-climatico/revolucion-energetica/energ-as-limpias/energia-solar/energ-a-solar-revoluci-n-ene.pdf>
- [6] Importancia del sol para la tierra, Martes, 13 de Octubre de 2009 07:01:44 p.m.,
<http://cannabisdreads.blogspot.com/2008/12/importancia-del-sol-para-la-tierra.html>
- [7] Solar power: the future's bright, martes, 30 de noviembre de 2010 01:30:03 p.m.,
[http://www.goodplanet.info/goodplanet/index.php/eng/Contenu/Points-de-vues/Solar-Power-The-future-s-bright/\(theme\)/1412](http://www.goodplanet.info/goodplanet/index.php/eng/Contenu/Points-de-vues/Solar-Power-The-future-s-bright/(theme)/1412)
- [8] Energía solar: la importancia de la luz del sol, viernes, 19 de noviembre de 2010 02:53:49 p.m.,
<http://mundoecologia.portalmundos.com/energia-solar-la-importancia-de-la-luz-del-sol/>
- [9] La radiación solar, lunes, 29 de noviembre de 2010 02:45:23 p.m.
<http://www.monografias.com/trabajos65/radiacion-solar/radiacion-solar.shtml>
- [10] Importancia del sol para la tierra, Martes, 13 de Octubre de 2009 07:01:44 p.m.,
<http://cannabisdreads.blogspot.com/2008/12/importancia-del-sol-para-la-tierra.html>
- [11] Alumbrado público solar, martes, 30 de noviembre de 2010 01:59:17 p.m.,
<http://www.iluminacionsolar.com.mx/EnergiasRenovables/CeldasSolares/Postessolaresdeiluminaci%C3%B3n%C3%BAblica.aspx>
- [12] SITIOSOLAR – Los dispositivos de iluminación solar de exteriores, viernes, 19 de marzo de 2010 07:02:01 p.m.,

<http://www.sitiosolar.com/Dispositivos%20de%20iluminacion%20solar.htm#Aplicaciones>

[13] FAROLAS SOLARES MY GREEN-TEC LTDA. Pdf, martes, 30 de noviembre de 2010 02:01:54 p.m., <http://www.box.net/shared/c0ydy3k3xl>

[14] FAROLAS SOLARES - MY GREEN-TEC LTDA. TODO EN ENERGIA SOLAR, martes, 30 de noviembre de 2010 02:03:32 p.m., <http://www.mygreentec.com/farolas-solares.html>

[15] ACSA. Productos. Farolas solares, lunes, 09 de mayo de 2005 06:35:56 a.m., <http://www.acsaeolica.com/es/pdf/farolas.pdf>

[16] Las farolas solares, mediante el panel fotovoltaico captan la energía procedente del Sol, martes, 30 de noviembre de 2010 02:07:16 p.m., http://www.amordad.es/farolas_solares.asp

[17] Luca- energías renovables, viernes, 26 de septiembre de 2003 05:19:42 a.m., http://www.luca.es/descargas/Luca_FV_iluminacion.pdf

[18] Sun plugged: Farolas solares.....pero ya!!!, lunes, 27 de septiembre de 2010 02:24:43 a.m., <http://sunplugged.blogspot.com/2009/08/farolas-solares-pero-ya.html>

[19] Solar Millennium AG - El campo solar de una central con colectores cilindro-parabólicos, martes, 30 de noviembre de 2010 02:16:23 p.m., www.solarmillennium.de/upload/pdf/Andasol1-3spanisch.pdf

[20] Centrales solares, martes, 30 de noviembre de 2010 02:18:48 p.m., <http://html.rincondelvago.com/centrales-solares.html>

[21] [img_termosolar.jpg](#) (JPEG Imagen, 800x552 pixeles) - Escalado (96%), miércoles, 08 de julio de 2009 03:40:13 a.m., http://bitdrain.files.wordpress.com/2009/07/img_termosolar.jpg

[22] ZAMORA GOMEZ, Antonio. Generación termosolar gestionable, martes, 30 de noviembre de 2010 04:34:33,p.m. http://www.google.com.co/url?sa=t&source=web&cd=9&ved=0CDIQFjAI&url=http%3A%2F%2Fwww.csocial.ulpgc.es%2FForos%2Free%2Fmaterial%2F17A.pdf&rct=j&q=generacion%20termosolar&ei=qBVTTLXPOIL78AaH3J3xBA&usg=AFQjCNECuEyXzmK_uJrapje0KkGU3wk5Ow

[23] [modelos-modulos-fotovoltaicos.jpg](#) (JPEG Imagen, 283x283 pixeles, lunes, 03 de diciembre de 2007 05:26:07 p.m., <http://www.instalacionenergiasolar.com/energia/modelos-modulos-fotovoltaicos.jpg>

[24] fig_24.jpg (JPEG Imagen, 768x591 pixeles) - Escalado (89%), martes, 16 de junio de 2009 07:08:44 p.m., http://www.solartronic.com/images/fig_24.jpg

[25] foto_bsd_1.jpg (JPEG Imagen, 400x365 pixeles), jueves, 26 de julio de 2007 11:58:11 a.m., http://www.energiasolararagon.com/fotos/foto_bsd_1.jpg

[26] intercambiador-de-calor.jpg (JPEG Imagen, 516x336 pixeles), viernes, 17 de junio de 2005 09:04:09 p.m.,
<http://www.protecolsolar.com.mx/images/productos/intercambiador-de-calor.jpg>

[27] energia-solar-colectores-3.jpg (JPEG Imagen, 580x483 pixeles), sábado, 05 de diciembre de 2009 10:24:06 a.m.,<http://guiasempio.com.ar/gs-esp/area-construccion/tecnologia/0008-energia-solar-colectores/energia-solar-colectores-3.jpg>

[28] plan-renove-caldera.jpg (JPEG Imagen, 450x372 pixeles), lunes, 22 de febrero de 2010 09:56:36 a.m., <http://www.afindemes.es/files/2010/02/plan-renove-caldera.jpg>

[29] Calefacción solar, martes, 30 de noviembre de 2010 04:49:22 p.m., <http://calefaccionsolar.com/calefaccion-solar.html>

[30] Energía solar térmica agua caliente vivienda, lunes, 26 de octubre de 2009 12:29:44 p.m., http://www.soliclina.com/energia_solar.htm

[31] Robótica y Electrónica: La fotorresistencia (LDR), viernes, 19 de noviembre de 2010 02:55:53 p.m., <http://roboticayelectronica.blogspot.com/2009/01/la-fotoresistencia-ldr.html>

[32] Energía solar fotovoltaica. - Google Libros, martes, 30 de noviembre de 2010 04:53:22 p.m.,
http://books.google.com.co/books?id=GZh1DGUQoOUC&pg=PA27&dq=energia+solar+termica&hl=es&ei=TLA8TMDKMsL_lgfNkqzHAW&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=8&ved=0CE8Q6AEwBw#v=onepage&q&f=false

[33] Fuentes de Energía Para El Futuro - Google Libros, martes, 30 de noviembre de 2010 04:54:39 p.m.,
http://books.google.com.co/books?id=EcpvEn3c8vcC&pg=PA191&dq=energia+solar+termica&hl=es&ei=Wbg8TK3XlcWAlAeruOz-Ag&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=5&ved=0CEIQ6AEwBA#v=onepage&q&f=false

[34] Energías renovables belenos,

<http://www.google.com.co/url?sa=t&source=web&cd=8&ved=0CEEQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.belenos.es%2Fficheros%2FDOSSIERTV20.pdf&ei=mrNETIbvFsP8Ab0lqnUDw&usg=AFQjCNGywTM2qSshrJzpaAhJ22ipYBUVnEQ>

[35] ¿Qué es la energía solar térmica?, martes, 30 de noviembre de 2010 04:13:12 p.m. <http://erenovable.com/2009/04/13/qu-es-la-energa-solar-trmica/>

[36] YouTube - Paneles solares térmicos, martes, 30 de noviembre de 2010 05:01:04 p.m., <http://www.youtube.com/watch?v=a6v5KPXQVC8>

[37] La cocina solar. Un sistema de aprovechamiento directo de la energía solar, martes, 11 de junio de 2002 03:48:09 a.m., <http://www.ub.es/geocrit/b3w-376.htm>

[38] Colectores solares: colector solar térmico, lunes, 06 de septiembre de 2010 06:59:00 p.m., <http://www.instalacionenergiasolar.com/placas-solares/colectores-solares.html>

[39] Energía solar térmica - Solarweb.net, martes, 30 de noviembre de 2010 05:06:14 p.m., <http://www.solarweb.net/solar-termica.php>

[40] Plans for Solar Cookers -- The Solar Cooking Archive, viernes, 09 de Julio de 2010 03:45:53 p.m., <http://www.solarcooking.org/plans/>

[41] HOT POT permite cocinar con la energía solar. - Productos ecológicos - Terra.org, martes, 30 de noviembre de 2010 05:08:47 p.m., http://www.terra.org/html/s/producto/3/magatzem/sprc_157i.php

[42] Energía Solar | Interconectados a Red | Fotovoltaica | Solar térmico | Eólica | Solartronic México, lunes, 01 de febrero de 2010 05:19:35 p.m. http://www.solartronic.com/Ayuda/Preguntas_Frecuentes/

[43] Reguladores para sistemas híbridos, martes , 30 noviembre 2010 05:14:28 p.m., <http://www.construnario.com/diccionario/swf/28132/@Fotovoltaica/@@@Reguladores.pdf>

[44] Inversores de corriente de 750 Watts, martes, 30 de noviembre de 2010 05:15:02 p.m., <http://www.solostocks.com.mx/venta-productos/equipo-electrico-suministros/transformadores/inversores-de-corriente-de-750-watts-157148>

[45] INERSOL-Ingeniería Energética y Medioambiental. Proyectos de energías renovables y ahorro energético, lunes, 18 de octubre de 2010 07:50:08 a.m. http://www.inersol.es/Solar_Fotovoltaica.htm

- [46] Acumuladores, Baterías, pilas, miércoles, 13 de octubre de 2010 04:49:18 a.m., http://www.micropik.com/pag_pasivos_energia.htm
- [47] Baterías para Aplicaciones Múltiples, martes, 30 de noviembre de 2010 05:18:44 p.m.,
<http://www.enersystem.com/eprodport.php?PHPSESSID=e215119db3a0c6a837b5fecf0846bda5>
- [48] DISEÑO DE UNA CHAQUETA SOLAR, martes, 30 de noviembre de 2010 05:21:30 p.m.,
<http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/336-339.pdf>
- [49] MESA Juan David, ESCOBAR MEJIA Andrés, ISAZA HINCAPIE Ricardo A. Artículo revista scientia et technica, Descripción y análisis del efecto fotovoltaico en la región, Pereira agosto 2009.
<http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/22354327-332.pdf>
- [50] YouTube - [1] Energía solar: Limpia e inagotable, martes, 30 de noviembre de 2010 05:30:01 p.m.,
<http://www.youtube.com/watch?v=-yU1ag3kpzg&feature=related>
- [51] YouTube - como se hacen los paneles solares, martes, 30 de noviembre de 2010 05:31:22 p.m.,
<http://www.youtube.com/watch?v=XK6ylmGm74k&feature=related>
- [52] YouTube - Energía Solar- Animation, martes, 30 de noviembre de 2010 05:32:25 p.m., <http://www.youtube.com/watch?v=nuR6e9qw4&feature=related>
- [53] YouTube – ENERGIA SOLAR TERMICA, martes, 30 de noviembre de 2010 05:33:33p.m. <http://www.youtube.com/watch?v=LIG6FX9V7UU&feature=related>
- [54] YouTube - Fotovoltaicas Navarra - Fotona.es, martes, 30 de noviembre de 2010 05:34:38 p.m.,
http://www.youtube.com/watch?v=n0twuaE_msg&feature=related.
- [55] YouTube - Construcción solar fotovoltaica 1700 kw en el almendral, martes, 30 de noviembre de 2010 05:40:21 p.m.,
<http://www.youtube.com/watch?v=vT2oGJ6x17Q&feature=related>
- [56] YouTube - Energía solar, miércoles, 01 de diciembre de 2010 03:44:25 a.m.,
<http://www.youtube.com/watch?v=Y6BTu1Wwods&feature=related>
- [57] YouTube - creación de centrales solares en el Sahara, miércoles, 01 de diciembre de 2010 03:45:56 a.m.,
<http://www.youtube.com/watch?v=6oO1ffHaK-8&feature=related>

[58] YouTube - Funcionamiento placa solar fotovoltaica, miércoles, 01 de diciembre de 2010 03:46:57 a.m.,
http://www.youtube.com/watch?v=31r_CaWsFRs

[59] La Central de Energía Solar Fotovoltaica de Serpa, está generando electricidad para 8.000 hogares, miércoles, 01 de diciembre de 2010 03:48:55 a.m.,
<http://www.atinachile.cl/content/view/29408/La-Central-de-Energia-Solar-Fotovoltaica-de-Serpa-esta-generando-electricidad-para-8-000-hogares.html>

[60] Generación de energía eléctrica - Wikipedia, la enciclopedia libre, sábado, 16 de octubre de 2010 05:07:55 a.m.,
http://es.wikipedia.org/wiki/Generaci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica

[61] Centrales de generación fotovoltaica, miércoles, 01 de diciembre de 2010 03:51:10 a.m.,
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:9MresLG7pigJ:www.lageraciondelsol.com/documentos/afondo/69200792331_Centrales%2520de%2520Generaci%C3%B3n%2520Fotovoltaica.doc+generacion+fotovoltaica&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co

[62] Efecto fotoeléctrico, martes, 17 de febrero de 2009 09:55:34 a.m.,
http://www.fisica.uh.cu/bibvirtual/fisica_aplicada/fisicall/tekct/foto.htm

[63] Universidad del Tolima, alcaldía de Ibagué, presidencia de la república de Colombia, PROYECTO EDUCATIVO INSTITUCIONAL P.E.I CON ENFASIS EN GESTION SOSTENIBLE DE CUENCAS HIDROGRAFICAS EN EL CAÑON DE COMBEIMA, Programa formación de educadores Educación Ambiental y Pedagogía, Ibagué octubre 2002.
http://desarrollo.ut.edu.co/tolima/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_6864.pdf

[64] MODELOS PEDAGOGICOS, lunes 16 de mayo 2011 06:11:55 p.m.,
<http://74.125.47.132/search?q=cache:AO5LGI87T30J:www.salesianoscam.org/opcionpreferencial/viencuentro/recursos/guia3/modelospedagogicosw1sep8-03.ppt+modela+pedagogico+conductista&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>

[65] Dimensionado o Diseño de Sistemas Solares Fotovoltaicos Autónomos, viernes 22 de Abril 2011 10:15:00 a.m.,
<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/energia15/html/articulo03.htm>

[66] Proyecto Energía solar, martes, 24 de mayo de 2011 08:23:41 p.m.,
http://www.proyectosfindecarrera.com/dproyectos.php?pageNum_jr_proyectos=0&totalRows_jr_proyectos=40&id=energia-solar

[67] YouTube - Momentos Discovery Cocina solar , miércoles, 25 de mayo de 2011 11:32:43a.m.,
http://www.youtube.com/watch?v=BVb56U2_TKw&feature=player_embedded