Universidad Austral de Chile
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Electricidad y Electrónica

LA ENERGIA SOLAR: TRANSFORMACION DE LA RADIACION SOLAR A SUS DIFERENTES APLICACIONES Y UTILIDADES

Tesis para optar título de:
Ingeniero en Electrónica

Profesor Patrocinante:
Sr. Franklin Castro Rojas.
Ingeniero Electrónico
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería
Diplomado en Ciencias de la Ingeniería

JUAN CARLOS OSORIO ARAVENA
VALDIVIA – CHILE
2009

PROFESOR PATROCINANTE

Sr. Franklin Castro _____

Firma

PROFESOR INFORMANTE

Sr. Fredy Ríos _____

Firma

PROFESOR INFORMANTE

Sr. Pedro Rey _____

Firma

FECHA EXAMEN DE TITULACION: _____ de _____ del _____

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Quiero comenzar agradeciendo de corazón al Padre-Madre Dios; por su manifestación como la Energía Universal, por darme la oportunidad de reconocerme como parte de él, por permitirme experimentar el hermoso mundo material asombrándome con el universo, y por concederme la posibilidad de amar la maravillosa naturaleza de este planeta.

De corazón, doy gracias a las Estrellas, al Sol, a la Luna y a la Tierra por la vida en ella.

Agradecer de manera personalizada a todos quienes debo y quiero nombrar, sería egoísta de mi parte. Ya que considero que cada espíritu, cada alma, cada ser vivo y cada persona que de una u otra manera se me cruzó por esta vida pasajera, han sido de igual importancia para el valioso aprendizaje del que siento ir avanzando. Por ello solo me atrevo a dar gracias haciendo alusión a los roles en los que se me han presentado como reflejo y maestros de vida; abuelos, padres, familiares, hermanos, amigos, parejas, profesores, conocidos, escritores, poetas, músicos, artistas, filósofos, científicos, políticos, religiosos, peces, reptiles, aves, animales, nieve, montañas, cascadas, ríos, lluvias y escarchas. A todos, muchas gracias por regalarme sabios momentos en los cuales me escucharon, me apoyaron, me obstaculizaron, me desviaron, y me iluminaron el camino. Haciéndome sentir vivo…

Dedicado, a todo aquel que abra
los ojos de su corazón y
sienta que el Sol, resuena en él,
volviéndolo un Ser de Luz y Amor.

INDICE

RESUMEN.....07
SUMMARY.....08

INTRODUCCIÓN.....09
OBJETIVOS.....12

CAPITULO I Fundamentos Sobre la Energía

1.1 ¿Qué es la Energía?.....13
1.1.1 Definición Conceptual.....13
1.1.2 Definición Científica Conceptual.....15
1.1.2.1 ¿Cuáles son las Fuerzas Fundamentales?.....15
1.1.2.2 ¿Cuáles son los tipos de Energía?.....16
1.2 ¿Cómo se mide la Energía?.....18
1.2.1 ¿Existen otras formas de medir la Energía?.....20
1.3 ¿Qué dice la historia entre la Energía, la Naturaleza y el Ser Humano?.....21
1.4 ¿Cómo ha sido la relación del Hombre con el Sol?.....36

CAPITULO II Fundamentos sobre el Sol, su radiación y su influencia en la Tierra

2.1 ¿Qué es el Sol?.....38
2.1.1 ¿Qué ocurre y cómo es el Sol internamente?.....39
2.2 ¿Qué es la Radiación Solar?.....40
2.2.1 ¿Qué son las Ondas Electromagnéticas, cómo se generan y, cómo se propagan?.....41
2.2.2 ¿Cuáles son los tipos de ondas electromagnéticas?.....42
2.3 ¿Cuál es la influencia del Sol sobre la Tierra?.....46
2.3.1 ¿Qué radiación llega a la Tierra?.....48
2.3.2 ¿Cuáles son los fenómenos naturales que se producen en la atmósfera y superficie terrestre, por la radiación solar?.....49
2.3.2.1 Ionización en la Atmósfera.....49

2.3.2.2 Efecto invernadero....50
2.3.2.3 Viento....51
2.3.2.4 Ciclo del Agua....51
2.3.2.5 Fotosíntesis....52

CAPITULO III Fundamentos sobre la Energía Solar, su presencia en la Tierra y aspectos a considerar para aprovecharla.

3.1.- ¿Qué es la Energía Solar?....53
3.2 ¿De manera natural, en qué fuentes de energía se transforma la energía solar en la Tierra? 54
3.3 ¿Cuánta energía del Sol llega a la Tierra en forma de radiación?....54
3.4 ¿En qué hay que basarse para aprovechar la energía solar en forma de radiación?....55
3.4.1 La Luz....56
3.4.2 El Calor....58
3.4.3 Aislamiento Térmico....61
3.4.4 Efecto Invernadero....62
3.4.5 Efecto Fotoeléctrico o Fotovoltaico 63
3.5 ¿Qué factores hay que considerar para aprovechar la energía solar en forma de radiación?. 64
3.5.1 Ubicación Geográfica y Época del año....64
3.5.2 Orientación e Inclinación....65

CAPITULO IV La Energía Solar: Aplicaciones y Utilidades

4.1 ¿En qué se puede aprovechar la Energía Solar?....67
4.2 ¿Cómo se clasifican las formadas directas de aprovechar la Energía Solar? 68
4.3 ¿En qué se aplican y/o utilizan, y cómo funcionan los aparatos y sistemas que aprovechan la Energía Solar?....68
4.3.1 Invernaderos Solares....69
4.3.2 Desalinización y Destilación Solar....70
4.3.3 Secado Solar 72

4.3.4 Pasteurización Solar. 73
4.3.5 Cocción Solar de alimentos....74
4.3.6 Calentamiento de agua Solar....76
4.3.7 Climatización Solar 77
4.3.8 Calefacción Solar....79
4.3.9 Refrigeración Solar 80
4.3.10 Electricidad Solar 81
4.3.11 Iluminación Solar 83
4.3.12 Otros aprovechamientos de la Energía Solar indirecta....84

CAPITULO V La Energía Solar: Posibilidades y Conclusiones.

5.1 Posibilidades....86
5.2 Conclusiones 88

BIBLIOGRAFIA....92

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre la Energía Solar y la transformación de la radiación solar a sus diferentes aplicaciones y utilidades. Teniendo como propósitos el reconocer y revalorizar al Sol como nuestra principal fuente de vida en la Tierra, fomentar la actual necesidad de interesarse en el aprovechamiento y desarrollo de esta fuente de energía limpia e inagotable, y desdramatizar el eventual hecho de que es algo inalcanzable o difícil de utilizar. Sustentan este trabajo, el estudio de la información recopilada a través de la bibliografía especializada, las visitas a la web, la activa participación en cursos, ferias y seminarios, la creación, dirección y ejecución de talleres educativos y, la experiencia práctica obtenida en la instalación y la confección de sistemas y aparatos que funcionan con la energía del Sol. En el documento, se exponen de una manera estructurada y entendible los fundamentos, los principios, los factores y las consideraciones generales que existen y se deben tener en cuenta para aprovechar la energía solar. Finalmente, se manifiesta que la cantidad de energía que llega a la Tierra desde el Sol es enorme, que es absolutamente aprovechable en cualquier punto del planeta, que puede suplir varias veces todas nuestras necesidades y demandas energéticas valiéndose de la tecnología actual, que existe una urgente necesidad de su desarrollo en conjunto con el mejoramiento de la relación hombre-naturaleza y, que dicho desarrollo depende principalmente de la manera en que la instrumentemos y del cómo y cuánto esfuerzo, amor, creatividad e inteligencia pongamos para aprovecharla en nuestro beneficio, en el del planeta, y en el de las futuras generaciones.

SUMMARY

The present thesis is a study about solar energy and the transformation of solar radiation and its different applications and utilities. The overall goals of the study are to recognize and valorise the sun as our main source of life on earth; to promote the actual interest in utilizing and developing of this clean and infinite energy source; and to stop dramatizing the eventuality that it is something unreachable or difficult to use. A broad methodology sustain this thesis: the recompilation of information from specialized bibliography, internet research, the active participation in courses, fairies and seminars, the development, planning and implementation of educative work shops, the practical experience gained through the installation and confection of systems and apparatus, functioning with solar energy. In a structured and comprehensive way, the document presents basics, principles, factors and general considerations, which exist regarding to the topic and which should be taken into account applying solar energy. Finally, the study resumes that the amount of energy reaching the earth from the sun is enormous, that it is absolutely exploitable from any place of the planet and that solar energy can supply all of our requirements and energy demands, applying actual technologies. Furthermore it states that there is an urgent need developing this energy source in common with the improvement of the relation of human to nature. All this mainly depends of how we will put into practice these developments and how much power, love, creativeness and intelligence we will spend in order to reach our own, the planet's and future generation's benefits and wellbeing.

INTRODUCCION

Todo es cuestión de *Energía*. Desde el origen del cosmos hace alrededor de 15.000 millones de años, se viene dando forma a nuestro Universo en expansión; manifestándose este en Galaxias, Estrellas, Planetas, Satélites, hasta las diferentes formas con o sin Vida conocidas en la Tierra. Esto demuestra la maravillosa, asombrosa e impresionante sinfonía de las innumerables vibraciones que adopta la *Energía* en los procesos, reacciones, transformaciones e interacciones en el mundo material.

EL Sol, nuestra estrella local, lleva aproximadamente 5.000 millones de años irradiando su vital energía y se estima que le quedan unos 5.000 millones más. La Tierra, nuestra casa, tomó forma hace 4.600 millones de años y desde unos 3.500 millones alberga y da vida, gracias a la radiación que recibe diariamente del Sol. El hombre, solo está presente desde hace aproximadamente 2 millones de años, donde en este ínfimo transitar a escala cósmica, se las ha arreglado de múltiples maneras para usar su energía personal y la de su entorno, con el fin de lograr la supervivencia.

La curiosidad, la capacidad creativa y el poder del hombre, son algunas de las características intrínsecas del Ser humano que lo diferencian en gran medida del resto de los animales. Dichas características han sido los pilares en la evolución de nuestra especie, escribiendo la historia de su desarrollo que en los últimos tres siglos, cambió de manera sustancial. Bajo el paraguas de un modelo económico amparado en la industrialización, se produjo un crecimiento indiscriminado de la población humana, la que requiere día a día gran cantidad de energía, no sólo para vivir, alimentarse y abrigarse, sino que también para todas las actividades de la civilización actual, como la industria, la construcción, el transporte, la educación, el arte, la ciencia, los deportes, la diversión, etc. Dichas actividades son basadas en la explotación de los recursos naturales, en fuentes de energía como los combustibles fósiles, y en una triste desvinculación hombre-naturaleza que han ido provocando consecuencias como la degradación de la tierra, la falta de agua, la pérdida de bosques y de Biodiversidad, y los sucesos alarmantes que hoy están ocurriendo debido al cambio climático. Todo indica que el hombre confundió su relación con la naturaleza, lo que llevó a desarrollar procesos, prácticas y acciones de un lamentable e ineficiente uso de la energía. Entonces, quizás vale preguntarse; ¿Es coherente seguir transitando por este camino? ¿Podremos tomar real conciencia de nuestros actos? ¿Qué debemos hacer? ¿Estamos dispuestos a realizar un esfuerzo por cambiar?...

La tendencia mundial para el combate contra la desertificación y el cambio climático en el área energética está relacionado con la reducción de gases contaminantes, la generación de menores impactos al medio-ambiente, el brindar una igualdad de oportunidades para satisfacer las necesidades básicas de una manera amigable con nuestro entorno y sustentable en el tiempo, y el mejoramiento de las relaciones hombre-naturaleza… para lograrlo se está inclinando favorablemente en la utilización y proliferación de las Energías Renovables. Así, actualmente existen y van aumentando los centros de investigación, los documentos bibliográficos, las organizaciones, los ambientalistas, los profesionales, los académicos, los estudiantes y los particulares trabajando por la masificación de la energía renovable y la eficiencia energética. Pero aún falta un mayor incentivo y cambio de actitud por parte de quienes gobiernan.

Mi motivación para hacer este trabajo en el área de Energía Solar está basada en lo expuesto en los párrafos anteriores y en el respeto que merece la Vida en su estado natural. Nace entonces, la necesidad de indagar sobre la energía natural del Sol, con el propósito de contribuir a este proceso de transición que se está viviendo en el planeta.

En el interior del Sol, se producen espontaneas e ininterrumpidas reacciones nucleares denominadas fusión, la que convierte dos átomos de Hidrógeno en uno de Helio. Cada segundo, aproximadamente 587 millones de toneladas de Hidrógeno se transforman en 582 de Helio. Las 5 millones de toneladas restantes se convierten íntegramente en energía radiante o electromagnética que se le llama Radiación Solar, liberando aproximadamente $3{,}73*10^{23}$ [KWs] hacia el espacio. La ínfima parte de la radiación emitida por el Sol, que llega a la atmosfera y superficie terrestre, es suficiente para provocar fenómenos naturales como la ionización de algunas capas de la atmosfera, el efecto invernadero, el viento, el ciclo del agua y la fotosíntesis. La Energía solar, es la que dirige los ciclos geofísicos, biofísicos, y bioquímicos que mantienen la vida en la Tierra, es decir; los ciclos del clima, del oxigeno, del agua y del carbono. Básicamente, induce las condiciones meteorológicas, el movimiento del viento, el movimiento del agua, el crecimiento de las plantas, el suministro de alimentos para todos los seres vivos y el aire que respiramos. Ha sido origen de casi todas las fuentes de energía que utilizamos. También, es y seguirá siendo origen de la mayoría de las fuentes de energía renovable.

La energía en forma de radiación solar directa o difusa que llega a la superficie terrestre durante un día, es suficiente para satisfacer varias veces los requerimientos energéticos actuales en el mundo. Esta enorme cantidad de energía llega distribuida por todo el planeta, así es que depende

mucho de cómo y por medio de que la queramos aprovechar. Para ello, hay que basarse en algunos principios físicos relacionados con la luz (por su naturaleza de onda electromagnética), el calor, el aislamiento térmico, el efecto invernadero y el efecto fotovoltaico. Además, para optimizar el aprovechamiento es necesario considerar factores como la ubicación geográfica, la época del año, la orientación e inclinación para el diseño, confección e instalación de aparatos, sistemas o construcciones.

Dentro de la amplia gama de aplicaciones y utilidades que se le puede dar a la energía solar, por nombrar algunas tenemos; los invernaderos, la destilación, la desalinización, el secado, la pasteurización, la cocción de alimentos, el calentamiento de agua, la climatización, la calefacción, la refrigeración, la electricidad y la iluminación. Todas estas corresponden a la clasificación de energía solar pasiva, activa o mixta, dependiendo del tipo de captación y almacenamiento de la radiación solar y de los aparatos o sistemas que la transformen en otras formas de energía. También, se puede obtener provecho de fuentes de energía solar indirecta como la eólica, la hidráulica y la biomasa.

Con la tecnología actual es accesible una parte del potencial energético disponible del Sol en la Tierra, siendo este suficiente para producir casi 6 veces la energía que consumimos en el mundo. En los próximos años, el avance de la tecnología como siempre nos sorprenderá con las ventajas económicas, sociales y ambientales que podremos obtener de la energía natural del Sol. Cabe considerar que ya es posible contar con los beneficios descritos como ventajas, por ejemplo; en algunas aplicaciones en que se invierta con una mirada de un mediano plazo, en otras que son total y absolutamente competitivas con las formas convencionales, y en todas las que se implementen en lugares apartados de los suministros energéticos tradicionales.

Por otro lado, la educación será de vital importancia en el proceso de transición hacia un uso eficiente de los recursos naturales y de la energía, en la necesidad de hacer un esfuerzo por mejorar nuestra relación con la naturaleza y en la creación de espacios demostrativos y asentamientos humanos sustentables y armónicos con el medio ambiente. En estos últimos se debe sacar el máximo provecho a nuestra principal fuente de energía, el Sol. Para que así, se continúe sustentando nuestra vida y la de las demás especies del planeta.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el tema relacionado a la Energía Solar, de tal manera que el lector pueda tomar conciencia de la importancia del Sol como fuente de vida y de energía limpia e inagotable. Fomentar su uso y desdramatizar el eventual hecho de ser una alternativa inalcanzable o difícil de utilizar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudiar y exponer los fundamentos sobre la energía, el Sol, la radiación solar y la influencia de ésta en los ciclos naturales de la Tierra.

Conocer, estudiar y explicar los principios, factores y consideraciones en que hay que basarse para el aprovechamiento y la transformación de la radiación solar en sus diferentes aplicaciones y utilidades.

Elaborar un documento de manera estructura, lógica y entendible sobre la Energía Solar.

CAPITULO I Fundamentos sobre la Energía

"Tal como los antiguos griegos habían esperado,
hemos descubierto que en realidad hay una sola sustancia
fundamental desde la cual está constituido todo lo real.
Si hemos de dar un nombre a esa sustancia fundamental,
hoy sólo podríamos llamarla Energía. Pero esta sustancia fundamental,
la Energía, puede existir en diferentes formas."

Werner Heisenberg, Premio Nobel de Física.

1.1 ¿Qué es la Energía?

1.1.1 Definición Conceptual.

La *Energía* es la unidad básica del Universo. Ella posibilita el movimiento, la permanencia y transformación de lo existente. Es la sustancia originaría y fundamental que contienen absolutamente todas las cosas. Gracias a sus infinitas variaciones, da origen a la misma cantidad de vibraciones en las cuales se manifiesta. Así, las galaxias, las estrellas, el Sol, los planetas, la Tierra, la Luna, el agua, el aire, el suelo, el fuego, los ríos, las montañas y todas las formas orgánicas e inorgánicas conocidas, como los peces, los reptiles, las plantas, los árboles, los insectos, las aves, los animales (obviamente dentro de estos últimos incluido el hombre), los minerales, los metales, las piedras y los cristales, además de todos los procesos, reacciones, transformaciones e interacciones que los relacionan entre sí, son solo una cosa, *Energía*.

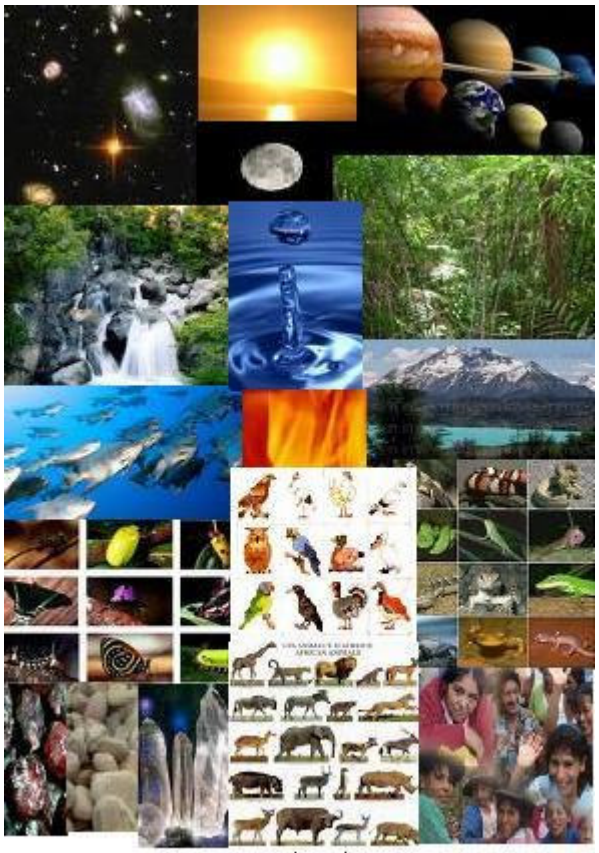

Figura N°001: Representación gráfica de algunas de las formas que adopta la Energía en el mundo material

La *Energía* es aquello que sostiene a la materia, que la concentra, que hace que adquiera forma y tenga un funcionamiento -"materia", es la realidad espacial y perceptible por nuestros sentidos-. Cabe considerar que la materia, al igual que todo el Universo, está compuesta por átomos y partículas que se mueven a la velocidad de la Luz, y de fluctuaciones que trasportan información (los átomos están compuestos por partículas denominadas neutrones, protones y electrones, que según la cantidad y mezcla de estos, se dan las diferentes formas y estados que adquiere la materia). Entonces, es coherente pensar que los distintos estados y formas de la materia, están eternamente sometidos a cambios y a una evolución permanente.

Para asimilar la definición, podemos tomar algunos ejemplos de nuestro Universo, y principalmente de nuestro planeta, en relación a lo que demuestran los elementos que funcionan como factor común para las diferentes formas de vida; el Hidrógeno (H), el Oxígeno (O), el Carbono (C) y el Nitrógeno (N). De los dos primeros tenemos la composición del agua, siendo este, el elemento fundamental para el desarrollo de cualquier sistema vivo. Nuestro cuerpo, es aproximadamente un 75% de agua, al igual que en nuestro planeta, donde en la Biosfera -Biosfera, es el sistema material formado por el conjunto de seres vivos que habitan la Tierra- efectúa su ciclo natural permanentemente y se manifiesta en los estados sólido (en los polos y altas montañas), líquido (en ríos, lagos y océanos) y gaseoso (como vapor en el aire) al mismo tiempo, sin salir de su combinación atómica básica, H_2O. El Carbono, es el elemento esencial en los organismos vivos, además de estar presente en diversas formas inorgánicas como el grafito, carbón y diamante (en la actualidad se sabe que más del 80% de los compuestos conocidos, contiene carbono). Si se hace un recorrido rápido por el ciclo natural del carbono, tenemos que circula a través del aire (como CO_2), las plantas, los animales y el suelo. El Oxigeno, junto al Hidrogeno está presente en el agua y sus diferentes estados, junto al Carbono está en el aire, del cual, las plantas se benefician devolviéndolo solo (O_2), sirviendo para la respiración de los organismos vivos. Además, como ozono (O_3), nos protege de los rayos dañinos del Sol. El Nitrógeno, está presente en grandes cantidades mezclado con los gases del aire, pero también juega un papel importante en los procesos de crecimiento y reproducción de las plantas y los animales, para luego pasar al suelo por medio de los residuos de los animales o cadáveres. Por otro lado, el Sol, está compuesto por aproximadamente 75% de Hidrógeno, al igual que todas las estrellas.

Para finalizar la definición, si damos una leve mirada al ciclo energético natural, a través de la cadena alimenticia podemos ver qué; gracias a la interacción de los rayos del Sol con el aire, el suelo y el agua, crece el pasto, las plantas, los árboles y sus frutos, formando el primer eslabón

de la cadena y la mayor concentración de energía en la Tierra. Estos, son comidos por los animales, los que a su vez, son alimento de otros animales, de donde todos obtienen energía que una parte almacenan y el resto utilizan para respirar, digerir lo comido, moverse y reproducirse.

1.1.2 Definición Científica Conceptual.

Según plantea la física y la ciencia (ideas y conceptos libres que buscan dar explicación de la realidad relacionada con lo que experimentan los sentidos, en formas estructuradas y medibles) se le llama *Energía* a la fuerza o capacidad de los objetos, cuerpos o sistemas para generar, producir o realizar trabajo -considerando el concepto de trabajo, como el desarrollo de una acción o actividad que se transforma en algún movimiento, reacción, aplicación o utilidad-. El conocimiento científico, para explicar los fenómenos naturales, reconoce cuatro fuerzas fundamentales, con las que definen distintos tipos de Energía.

1.1.2.1 ¿Cuáles son las Fuerzas Fundamentales?

- *Fuerza Gravitacional o de Gravedad:* es la fuerza de atracción que experimentan los cuerpos con masa -"masa", es la magnitud que expresa la cantidad de materia que contiene un cuerpo-, por ejemplo: la fuerza que ejerce la masa de la tierra para retornar al suelo una piedra lanzada, una persona al saltar o una fruta al desprenderse de un árbol.

- *Fuerza Electromagnética:* es la que generan los cuerpos con carga eléctrica sobre los materiales, donde se produce una interacción que según su polaridad positiva (+) o negativa (-), se repelen, al ser del mismo signo, o se atraen, al ser de signo opuesto ("carga eléctrica", es una propiedad que poseen los materiales en relación a la capacidad de facilitar o capturar electrones). Al haber movimiento de electrones, se genera un campo eléctrico que a su vez genera un campo magnético. Esta Fuerza, juega un papel fundamental en los procesos cotidianos, ya que es la responsable de las reacciones químicas donde hay cambio y distribución de átomos o moléculas. Por ejemplo: la propagación de la luz y el calor que al llegar a las plantas como radiación solar, transforma moléculas del aire, del suelo y del agua en Oxigeno y, materia

inorgánica en orgánica para su propio crecimiento y desarrollo (fotosíntesis). Otro ejemplo, está en el procesamiento natural de los alimentos en un organismo vivo (metabolismo). Además, la podemos ver en la transformación de la electricidad en movimiento, iluminación y/o calor. En general, en la mayoría de los proceso, existe electromagnético, porque siempre hay interacción de los electrones de cada átomo que compone cualquier material, sea en sus estados sólidos, líquidos o gaseosos.

- *Fuerza Nuclear Débil:* es la que genera la división de los núcleos de los átomos.

- *Fuerza Nuclear Fuerte:* es la que genera la unión de los núcleos de los átomos.

1.1.2.2 ¿Cuáles son los tipos de Energía?

- *Energía Cinética:* es la que posee un cuerpo debido a su movimiento, por ejemplo: la energía del agua al caer de una cascada, de las masas de aire que circulan como viento, o las mareas.

- *Energía Potencial:* es la energía contenida en un cuerpo, por ejemplo: la energía humana antes de desarrollar alguna actividad. También se divide en tres tipos; energía *gravitatoria, elástica y eléctrica*

- *Energía Gravitatoria:* es la que posee un cuerpo al estar en cierta posición, con lo que puede provocar movimiento o equilibrio, por ejemplo: un objeto pesado como un ladrillo, estando a una altura, tiene energía potencial gravitatoria debido a su posición en relación al suelo. Otro ejemplo es el equilibrio que hay entre el Sol y los planetas del sistema solar con sus respectivas lunas para mantenerse en sus orbitas.

- *Energía Elástica:* es la que poseen los materiales elásticos, por ejemplo: un resorte al contraerse, contiene energía potencial elástica que se puede transformar en movimiento.

- *Energía Mecánica:* es la capacidad que tiene un objeto, cuerpo o conjunto de cuerpos, para estar en movimiento. Es la combinación o suma de la energía *cinética y potencial*,

por ejemplo: en una cascada (potencial), al caer el agua (cinética) puede mover una turbina (mecánica).

- *Energía calórica o térmica:* es la producida por el aumento de temperatura de un cuerpo u objeto. Al agitarse las moléculas y átomos de los materiales, libera calor y/o movimiento, por ejemplo: la combustión o fuego, agita las moléculas de agua, a tal punto que puede llegar a hervir, evaporarse y generar movimiento.

- *Energía Eléctrica:* es la que resulta de la existencia de una diferencia de potencial eléctrico, permitiendo establecer una corriente en materiales conductores (metales como el cobre, aluminio, plata, oro, etc. también son conductores eléctricos algunos gases y el agua). Esto se produce por la atracción y repulsión de los campos magnéticos de los átomos de los cuerpos. La energía eléctrica, es la más conocida y utilizada por todos, ella, se puede transformar en térmica, mecánica y lumínica o radiante. Por ejemplo: en los enchufes o interruptores de las casas existe una diferencia de potencial eléctrico, el cual se puede transformar en movimiento, luz y/o calor, a través de los aparatos eléctricos y electrónicos (la electrónica, estudia y aplica la técnica de controlar el comportamiento de los electrones, en los medios como el vacio o los diferentes estados de la materia, ya sean conductores, semiconductores y/o aislantes, por la acción de campos eléctricos y magnéticos).

- *Energía radiante o electromagnética*: es la que poseen los cuerpos con campos eléctricos y magnéticos que liberan radiación, por ejemplo: el Sol, dos de los tipos de radiación que libera y entran a la tierra, son la Luz y el Calor, denominados radiación u ondas de luz visible e infrarrojo respectivamente. Otro ejemplo relacionado con los organismos vivos, como una persona, libera temperatura o calor corporal, que emiten en forma de radiación microonda y/o infrarroja, a raíz del metabolismo y de la actividad física.

- *Energía química:* es la producida por reacciones entre átomos y moléculas que liberan calor y/o dan capacidad para realizar alguna acción, por ejemplo; los alimentos al ser procesador por el organismo, entregan hidratos de carbono y grasas para el desarrollo

de los procesos vitales, proteínas para crecer y reparar tejidos, y vitaminas para regular el metabolismo. Otro ejemplo, es la combustión al quemar madera o carbón, esta, libera luz y calor. La fotosíntesis, también es un ejemplo de este tipo de energía.

- *Energía nuclear o atómica*: es la que se libera a través de las reacciones entre los núcleos de los átomos, ésta se divide en *fusión y fisión.*

- *Fusión nuclear:* energía que se libera en la unión de los núcleos atómicos, por ejemplo: lo que ocurre en el Sol, donde los núcleos de dos átomos de hidrógeno se une transformándose en uno de helio, liberando energía radiante o electromagnética.

- *Fisión nuclear:* energía liberada al dividirse los núcleos atómicos de un elemento, por ejemple: la división nuclear del uranio libera enormes cantidades de calor y radiación.

Albert Einstein, a través de la ecuación $E=m*C^2$ (E: energía, m: masa, C: velocidad de la luz), plantea que existe gran cantidad de energía que puede liberar un cuerpo al ser transformado, por cada unidad de masa que lo compone. Corroborando e intentado unir todo lo descrito por la física clásica, además de abrir una puerta a la física cuántica, y respaldando la definición general descrita en el comienzo del capítulo.

Fácilmente se puede entender que todas estas formas de Energía reconocidas por los científicos, pensadores, filósofos, etc., están total y absolutamente interrelacionadas, e indican que de cualquiera de ellas se puede obtener otra, o que la manifestación de una se transforma en otra, solo se les designó diferentes apellidos. De todo lo anterior, se visualiza y confirma de manera conceptual, el principio de conservación de la Energía: *"La Energía no se crea ni se destruye, solo se transforma"*. Entonces, sin Energía, es imposible realizar alguna actividad. Sin Energía, no hay transformación ni procesamiento de la materia. Sin Energía, no hay Vida. Asimismo, el ser humano requiere día a día gran cantidad de energía, no sólo para vivir, alimentarse, abrigarse, sino también para todas las actividades de la civilización actual, como la industria, la construcción, el transporte, la educación, el arte, la ciencia, los deportes, la diversión, etc.

1.2 ¿Cómo se mide la Energía?

Para comprender la unidad de medida de la energía, es necesario hacer un recorrido por los diferentes unidades que están introducidos en él. Entonces, para que se pueda medir la energía, primero debe existir una fuerza o capacidad que realice trabajo. Para que haya trabajo, se debe haber aplicado una fuerza. Esta fuerza, tiene que haber producido una acción y/o movimiento. Esta acción y/o movimiento, se desarrolla en el espacio-tiempo, que en primera instancia está compuesto por materia con una determinada masa, y esta masa, se debe haber desplazado una cierta longitud o distancia en alguna dirección, durante un intervalo de tiempo.

De las unidades básicas de longitud -medida en metros [m]- y de tiempo -medida en segundos [s]-, se puede obtener la velocidad, que corresponde a la variación de posición de un cuerpo con movimiento constante –la velocidad se mide en metros partido por segundo [m/s]-. Si la velocidad de un cuerpo aumenta en cada segundo, se denomina aceleración -medida en metro partido por segundo al cuadrado [m/s^2]-. Dicho cuerpo, está constituido por otra unidad básica, la masa -medida en kilogramos [kg] (Kilo [K] es un prefijo que equivale a 10^3 ó 1000)-. Todas estas son componentes del espacio-tiempo, que al interactuar, provocan la acción de una fuerza, que corresponde al producto de la masa con la aceleración -por sus unidades básicas, medida en 1 [$(Kg*m)/s^2$], que equivale a 1 Newton [N], en honor a Sir Isaac Newton, científico, físico, filósofo, inventor, alquimista y matemático inglés-. Ahora, si se aplica una fuerza, puede haber una acción y/o movimiento que produciría trabajo, a su vez, se puede medir la energía.

Entonces, el trabajo que puede producir una fuerza aplicada, según sus unidades básicas de medida, es 1 [$(Kg*m^2)/s^2$] o 1 [N*m], que equivale a 1 *Joule [J]* -en honor a don James Prescott Joule, físico inglés-. En resumen, un Joule, es la energía liberada por una fuerza de 1 [N], cuyo punto de aplicación es desplazado una distancia de 1 [m]. Por ejemplo; cada latido del corazón humano exige aproximadamente 1 [J] de energía; para levantar un libro a un metro, requiere aproximadamente 5 [J]; al andar en bicicleta unos 20 [Km/h], se exige aproximadamente unos 30 [KJ] por minuto; un auto necesita unos 25.000 [KJ] por kilometro.

Otro concepto y unidad de medida que vale la pena entender, es la potencia, la cual, corresponde a la cantidad de energía producida o consumida en un segundo. Por sus unidades básicas, corresponde a 1 [$(Kg*m^2)/s^3$], o 1 [(N*m)/s], o 1 [J/s], que equivale a 1 *Watt [W]*. Por ejemplo; una ampolleta de 40 [W], consume 2,4 [KJ] por minuto; un televisor de 65 [W], consume 3,9 [KJ] por minuto.

1.2.1 ¿Existen otras formas de medir la Energía?

Podemos encontrar otras unidades de medidas comúnmente utilizadas en las que puede ser expresada la energía. Por un lado tenemos el Kilocaloría [Kcal], caloría es la energía térmica equivalente a la cantidad de calor necesaria, para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado, donde 1 [Kcal] = 4,186 [KJ]. Las calorías, son comúnmente utilizadas en nutrición, para expresar el poder energético de los alimentos, o bien, en máquinas térmicas. Por ejemplo; en el organismo humano, representa las necesidades energéticas a través de dos componentes principales; una es el metabolismo basal, que corresponde a la situación de reposo, donde se requiere 1 [Kcal] por cada kilo de peso y hora aproximadamente; la otra, es la actividad física, variando según el tipo de actividad. Por poner un par de casos, lo requerido para un oficinista y un leñador, es 2,5 [Kcal] = 10,46 [KJ] y 10 [Kcal] = 41,86 [KJ] por minuto respectivamente (una persona, en promedio, naturalmente debería consumir unas 4.000 [Kcal] = 16.744 [KJ] por día, pero hoy, esta cifra es mucho más alta y variable debido a la cantidad de actividades asociadas, principalmente externas a las necesidades básicas; iluminación, calefacción, refrigeración, computadores, entretenimiento, transporte, etc.). De lo anterior, se puede comprender que el metabolismo basal transforma energía química en térmica, y en la actividad física, se transformo energía química en térmica y mecánica, además, en ambos caso, la energía térmica es liberada en forma de radiación u onda electromagnética en sus tipos microonda e infrarrojo.

Por otro lado, está el Kilovatio-hora [KWh], vatio es la potencia eléctrica que equivale a 1 [J/s] o 1 [W] por una hora (una hora corresponde a 3.600 [s]), entonces, 1 [KWh] = 3.600 [KJ]. El KWh, es comúnmente utilizado para indicar la energía eléctrica que consumen los aparatos eléctricos, electrodomésticos y/o electrónicos. También, se usa para medir la energía que produce un sistema de generación de electricidad. Por ejemplo; una ampolleta de 40 [W], consume 0,04 [KWh] = 144 [KJ]; una aspiradora de 1.200 [W], consume 1,2 [KWh] = 4.320 [KJ]; una hervidor de 2.200 [W], consume 2,2 [KWh] = 7.920 [KJ].

Por nombrarlas, en el mercado internacional existen las unidades de medida de la cantidad de energía por tonelada equivalente de petróleo y de carbón, [Tep] y [Tec] respectivamente, donde 1 [Tep] = 11.630 [KWh] = 41.868.000.000 [J] y 1 [Tec] = 8.138,9 [KWh] = 29.300.000.000 [J].

1.3 ¿Qué dice la historia entre la Energía, la Naturaleza y el Ser Humano?

Dentro de las culturas que han existido en nuestro planeta, para responder preguntas tales como ¿Quiénes somos? ¿De dónde venimos? ¿Hacia dónde vamos? ¿Cuál es nuestro lugar en el Universo? han planteado distintas creencias o teorías en relación al origen y evolución del Cosmos -"Cosmos", corresponde a todo lo que ha sido, es y será-. Esta búsqueda incesante, ha logrado generar un conocimiento de cierto modo inesperado sobre la composición del Ser Humano, de la vida en la Tierra, y de su relación con el Universo. En el principio, tendía a ser más religioso que científico, pero en ningún caso son descartables o deben ser sometidas a una crítica que desmerezca una creencia porque pueda ser erróneo, lo importante es considerar y respetar cada una de ellas.

En todos los textos sagrados y registros de las diferentes civilizaciones, se coincide que en el inicio había luz, creación y dioses que influenciaron para que aparezca el Universo y todo lo que lo compone. La misma ciencia explica que en el inicio había una partícula -denomina "Singularidad"- de una inimaginable densidad, que generó una gran explosión (Teoría del Big-Bang). Pero, ¿Qué ocurrió antes?, según teorías modernas, como la "Teoría de Cuerdas", expresa que han habido muchos Big-Bang, que existen universos paralelos, que así como se expande el universo, llegará un momento en que se contraiga y se vuelva a comprimir como el punto inicial (denominado el Big-Crach) y surja de nuevo todo. Además de su concordancia con las filosofías China y Védica o la cosmovisión Maya, en que existen más dimensiones que las que conocemos y que los estados de la materia que percibimos a través de nuestros sentidos son una ilusión, porque en realidad todo es vacio, en donde existen diferentes vibraciones que dan forma a lo material y a todo lo conocido. Pero para evitar confusiones, y considerando que todas las posturas son válidas, entre las cuales siempre existen similitudes y se obtiene información constructiva, en las próximas palabras, quiero compartir un punto de vista de la evolución natural de la energía, haciendo alusión a la influencia del Ser Humano desde que comenzó su participación en esta historia, enfatizando sobre su relación con la naturaleza y la energía. Donde sin descartar el planteamiento religioso, es filosófico, y tiene respaldo científico.

Considerando el Cosmos como la manifestación material de la Energía. Hace aproximadamente 15.000 millones de años, se originó una gran explosión de una diminuta pero increíblemente densa partícula. Desde este punto, comenzó la dilatación de la energía contenida, en forma de polvo y gas estelar, expandiéndose en todas direcciones, a enormes velocidades. Así, se comenzó a dar forma al Universo. Como se muestra en la Figura N°002; durante todos estos años, existieron una enorme cantidad de reacciones, choques y explosiones, que lentamente fueron dando lugar a diferentes entrelazamientos de partículas de polvo y gas estelar, donde la energía se fue concentrando en materia, principalmente en átomos de hidrógeno, los que se fueron agrupando en primera instancia, en nubes que se fueron alejando unas de otras, para luego convertirse en muchas y grandes estrellas, con miles de millones de estrellas más pequeñas girando a su alrededor. En cada una de ellas, entre 8 y 10 planetas dando vueltas alrededor de estas, y sobre los planetas un número variable de satélites girando en su entorno; dando forma a las Galaxias y los sistemas planetarios, como el Sistema Solar, todos, similares al nuestro, en el cual, se encuentra el planeta Tierra, donde se dan las condiciones necesarias para la existencia de todas las formas de vida que conocemos (no se descarta que exista vida en otros planetas lejanos, donde se puedan dar condiciones similares al nuestro, quizás, no podemos aún imaginar sus formas).

Figura N°002: Representación gráfica de la Teoría del Big Bang

Figura N°003: Representación gráfica de la Galaxia y el Sistema Solar

Al observar la Figura N°004, podemos ubicar nuestro Sistema Solar en la orilla de la Galaxia que llamamos Vía Láctea, lugar donde hace aproximadamente 5.000 millones de años, de la misma situación de choques y reacciones del polvo y gas estelar, y de los mismos átomos de hidrógeno del principio, se formo el Sol, nuestra estrella local, y los planetas que lo acompañan a su alrededor (ver Figura N°005).

Figura N°004: Representación gráfica de la Vía Láctea

Figura N°005: Representación gráfica de la formación de los Sistemas Planetarios

Al igual que en todas las otras estrellas, las altas temperaturas interiores, provocaron reacciones que a partir de los átomos de hidrógeno, fueron generando nuevos átomos más pequeños (carbono, oxigeno, silicio y hierro, entre otros). 400 millones de años después del nacimiento del Sol, es decir, aproximadamente hace 4.600 millones de años, a través de la mezcla de estos nuevos átomos , se fueron condensando granos de polvo rocoso muy calientes y complejas moléculas basadas en carbono, dando originen a los planetas y satélites, entre ellos, la Tierra. Poco después de su formación, un planeta de un tamaño cercano al de Marte, colisionó con la Tierra, desprendiendo una parte de esta, dando origen a la Luna. Esto, provocó un equilibrio en los movimientos de la Tierra, que fue muy beneficioso para los sucesos posteriores, y que sin ir más lejos, aún tiene una importante repercusión en los ciclos naturales.

Figura N°006: Representación gráfica de la formación de la Tierra y la Luna

Debido a las elevadas temperaturas del interior de nuestro planeta, se formaron los primeros volcanes, donde el núcleo de la Tierra pudo salir a la corteza terrestre, liberando gases y metales fundidos. Con esto, se generaron nuevas reacciones que fueron facilitando las condiciones para que surja la vida. De la Figura N°007, podemos hacernos una idea de lo que ocurrió hace aproximadamente 3.500 millones de años, en adelante. Esos años, la intensa actividad volcánica, liberó muchos gases que dieron forma a la atmósfera primitiva. Por esa época, cayó un comenta que en su interior traía moléculas de agua congelada, las que al irse derritiendo, se fueron esparciendo y mesclando con el vapor, dando origen al océano primitivo que cubrió gran parte de la superficie de la Tierra. Con ayuda de los rayos provenientes del Sol, y las tormentas eléctricas producidas en la atmósfera, las pequeñas moléculas de los gases atmosféricos (nitrógeno, vapor de agua, dióxido de carbono, metano, amoniaco, oxígeno), dieron lugar a moléculas cada vez más complejas; unas llamadas aminoácidos (componentes fundamentales de las proteínas. La proteína es la sustancia esencial de las células y de las materias vegetales y animales) y otras, llamadas ácidos nucleicos (moléculas del núcleo de las células, o ADN, ver Figura N°008). Siendo estas, las primeras moléculas que podían hacer copia de sí mismas. Las que quedaron atrapadas en las charcas de aguas poco profundas. A partir de estas moléculas orgánicas y proteínas, que se habían generado de los elementos provenientes del interior de las estrellas, y que ahora estaban en los océanos, lagos y charcos primitivos, al ser sometidas diariamente a la radiación del Sol, se dieron combinaciones que maravillosamente lograron desarrollar formas de vida. Las que se reproducían más rápidamente y eran cada vez más fuertes, logrando multiplicarse de tal manera que predominaron ante otras mezclas. Lentamente se fue dando la selección natural de las primeras formas de vida. Fue así, como conjuntos de moléculas orgánicas, se convirtieron en organismos unicelulares, que se

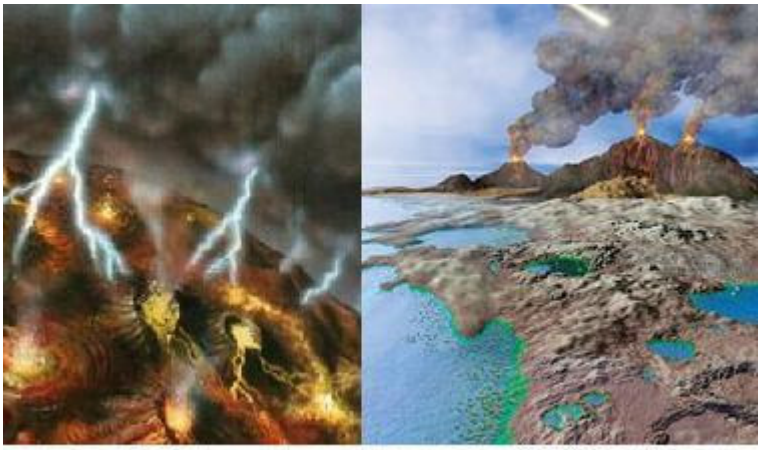

Figura N°007: Representación gráfica de la Formación de la Atmósfera Primitiva

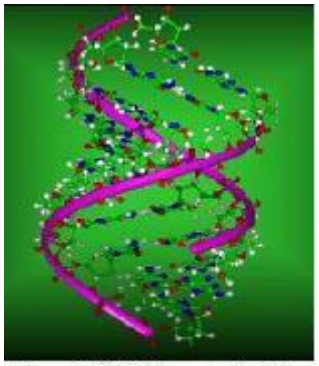

Figura N°008: Representación grafica del ADN

agruparon y produjeron colonias multicelulares, donde sus diferentes partes fueron dando forma a órganos especiales.

A partir de la Figura N°009, podemos ir siguiendo la evolución de la energía en forma de vida en la Tierra, con algunas de las que ah adoptado. Una parte de las colonias multicelulares se fueron al fondo del agua, otras circulaban por medio de él. En éstas últimas, comenzaron a nacer los ojos, apareciendo los primeros peces. Al tiempo después, en la superficie de la tierra, se fueron dando otras formas de moléculas orgánicas que reaccionaban con los rayos del Sol, naciendo así las plantas, los arbustos, los árboles, etc., colaborando con la masificación del oxigeno en la atmósfera, siendo y dando alimento para otras especies. A su vez estas especies, fueron alimento de otras, desarrollando la cadena alimentaria para la subsistencia.

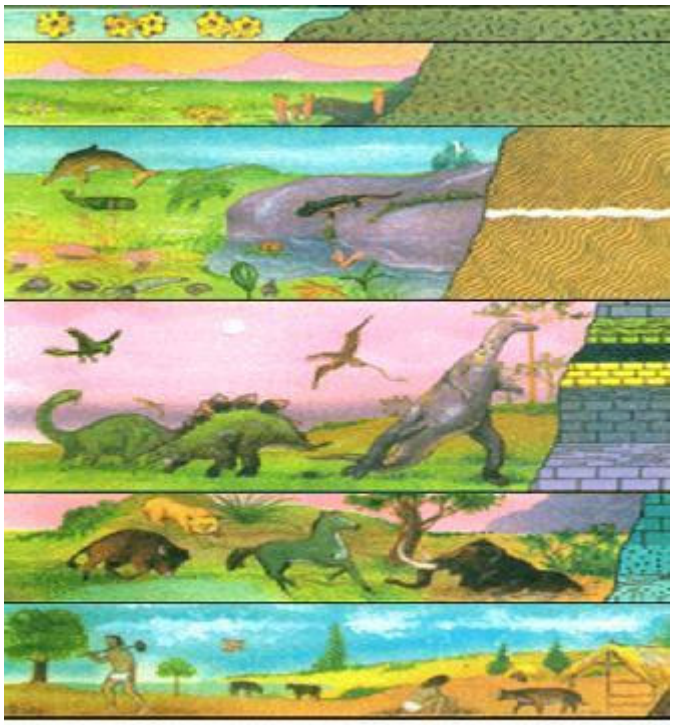

Figura N°009: Representación gráfica de la evolución de la Vida en la Tierra

Los seres vivos que merodeaban libremente en el agua, salieron a la superficie de la tierra, adaptándose a las condiciones climáticas de entonces, en forma de anfibios y reptiles, los que lograron colonizar el planeta por cientos de millones de años. Entre ellos, algunos desarrollaron tal forma y consistencia, que pudieron volar. Continuaron evolucionando y diversificándose, creándose muchas y muy distintas especies, entre las que sus diferencias visibles, son triviales en relación a las similitudes de sus esencias moleculares orgánicas. Hace aproximadamente 70 millones de años, surgieron los mamíferos y aves, perteneciendo a las criaturas de sangre caliente, quienes se desplazaban por distintos lugares para conseguir su alimento, treparon los arboles, comenzaron a caminar erguidos, dando los primeros indicios de la aparición del Hombre. Al volverse omnívoros (que comen vegetales y carnes), les fue creciendo el cerebro, con el cual, desarrollaron destrezas y tuvieron curiosidad por su entorno. Aprendieron a utilizar y fabricar herramientas, dominaron el fuego y crearon el lenguaje con el que comenzaron a comunicarse. Trabajaron los terrenos en conjunto, crearon arte, música, idearon procesos, solucionaron problemas y construyeron civilizaciones.

El Ser Humano, admirado por el Sol, la Luna, las Estrellas y al darse cuenta de la influencia de estos en la tierra, en los arboles, en los animales y en toda la manifestación natural, le dio un carácter de dioses, y así comenzaron a tener injerencia en su vida diaria. Es por esto, que las innumerables formas que adopta la energía, llevó a que las diferentes civilizaciones, según su grado de creencia, las transformaran en religión y/o ciencia. Finalmente, la energía en forma de materia estelar de miles de millones de años, sometida a una evolución permanente, empezó a conocerse. Como dicen los astrónomos; *"somos polvo de estrellas mirando las estrellas".*

La Historia del Hombre habitando la Tierra, solo lleva un poco más de dos millones de años. Su cuerpo, es apto para desarrollar una misión; lograr la supervivencia. Al igual que todos los otros animales del planeta, cuenta con la capacidad de ejecutar funciones básicas como respirar, desplazarse, recolectar, cazar, alimentarse y reproducirse. La diferencia es que fue el único animal de sangre caliente al que le costó irse adaptando a las condiciones climáticas, pero a cambio, fue desarrollando su cerebro, con el cual llevó a cabo otras actividades que le permitieron relacionarse de manera diferente con su entorno, ya que, no solo tenía que recolectar y cazar su energía a través de los alimentos, sino que también, tenía que abrigarse y defenderse de depredadores. Para ello, cada día fue aumentando sus necesidades básicas, requiriendo más energía, la que extraía de los recursos naturales. Se coincide en que la evolución del hombre está marcada por la conquista de las fuentes de energía de su entorno. Es cosa de dar un recorrido a la historia de la humanidad para comprobar esto. Pero vale considerar, que los factores que integran esta historia son bastantes y relativos, en base a sucesos, inventos y conflictos. Además de tomar en cuenta que no sucedieron de igual manera en todos los lugares del planeta, aunque siempre se pueden encontrar una interrelación, aún con distintos desarrollos en los diferentes lugares del mundo. En los primeros tiempos del Hombre, este solo contaba con su propia máquina corporal dotada de músculos, la que a través del desarrollo metabólico, le permitía guardar la energía que consumía de los alimentos, para llevar a cabo sus acciones básicas. Luego, buscando la manera de aprovechar mejor su energía, utilizó palos, piedras y cada vez una mayor cantidad de instrumentos.

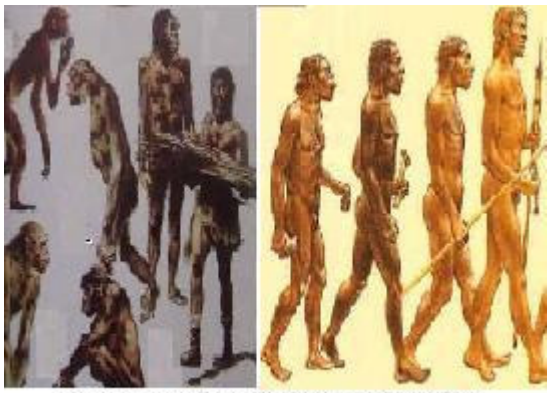

Figura N°010: Representación gráfica de los comienzos de la evolución del Hombre

Figura N°011: Representación gráfica de los primeros tiempos del Hombre con el Fuego

Hace más de 500.000 años, el hombre conoció el fuego. Durante cientos de miles de años solo puedo usarlo en la medida en que lo podía mantener encendido, en ese momento, la leña comenzó a tomar un papel importante, convirtiéndose en una fuente de energía, ya que gracias a ella, podía obtener múltiples beneficios. En los últimos 200.000 años, recién aprendió a encender el fuego, desde ese momento se puede decir que el hombre lo dominó, hecho con el cual, se comenzó a sentir el "rey de la creación", ya que podía tener luz, calor, cocinar una variedad de alimentos y espantar a los animales peligrosos. Así, se dio cuenta que aparte de cocinar los alimentos, cualquier material sufría modificaciones con la exposición directa al fuego y es así, que descubrió como sacar mejor provecho en el trabajo con los metales. Desde ese momento, los instrumentos y herramientas que fue creando, duraban más tiempo y eran más eficaces.

Posteriormente, por medio de la domesticación de algunos animales, utilizó la energía de ellos en su favor, a través de la fuerza muscular de estos, interiorizándose en la agricultura a una mayor escala. Hace unos 6.000 años, fue donde el hombre, gracias a los alimentos que podía obtener de la agricultura (práctica que crearon las mujeres), comenzó a dejar de "correr" en la búsqueda de comida. Con ello, dio paso a tener más tiempo para realizar otras actividades, generando nuevos y diferentes oficios. Esto provoco que se agrupara, que nacieran diferencias según sus ocupaciones, estableciéndose en algunos lugares de manera permanente. Las producciones de algunos grupos se podían cambiar por otros productos a colonias vecinas. Luego surgió el comercio, y paralelo a él, los primeros centros de poder.

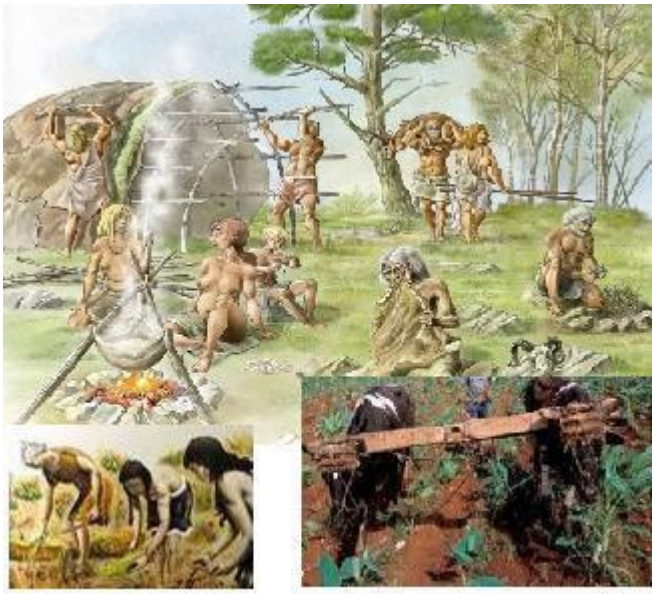

Figura N°012: Representación gráfica de los avances del Hombre, gracias al Fuego y la Agricultura.

La forma de relacionarse cambió, la sociedad creció y se fueron convirtiendo de comunidades en pueblos y ciudades. Surgieron los protectores, en forma de jefes, sacerdotes y guerreros. Cada vez necesitaban más energía para producir sus alimentos y para mantener sus actividades. Aparecieron los reyes, gracias al poder que se les adjudicaba, comenzaron a obtener riqueza, ya que querían cada vez más lujos, y por ende, más energía para sus comodidades. Los Sacerdotes, predicaban que dios se enojaría si no los trataban como reyes, dando paso a enormes construcciones de templos y palacios, colmados de obras de arte y metales preciosos. Al ir creciendo la población, y necesitando más mano de obra, o mejor dicho, más fuerza y energía para trabajar, apareció la esclavitud.

Figura N°013: Representación gráfica de las diferencias sociales

Durante muchos años, las grandes construcciones se hacían con cuerdas, palancas y millares de esclavos. Al mismo tiempo, se masificó y optimizó la agricultura, con la que se produjo la principal fuente de energía para la gente, los alimentos. En este momento, el hombre era el animal que consumía más energía (una razón es por la cantidad que eran y otra por que las actividades que hacían, requerían de fuentes energéticas), la que extraía de los recursos naturales de su entorno, explotando terrenos, animales y a sus propios pares a través de la esclavitud. Estos pasaron a ser el medio más óptimo de utilizar la energía para mantener el ritmo de vida adquirido, con posibilidades de ampliarse. Todo esto era posible, debido a la buena capacidad de trabajo del cuerpo humano por unidad de energía consumida en forma de alimentos, es decir, por su buen rendimiento, ya que si lo comparamos con un caballo, este podía realizar cuatro veces más trabajo que un hombre, pero consumiendo 10 veces más alimentos; siendo su rendimiento menor de la mitad de un esclavo en buenas condiciones. Así, la esclavitud se consideró como la maquinaría de mayor potencia y rendimiento, por muchos siglos. Los pensadores, religiosos, filósofos, humanistas, etc. de esas épocas, nunca criticaron con tanta dureza esta práctica, ya que gracias a ella mantenían su civilización. Todas las culturas (china, griega, romana, musulmán, india, egipcia, europea y americana…) comercializaron esclavos. De hecho, esto siguió abiertamente hasta el siglo XIX.

Figura N°014: Representación gráfica de esclavos trabajando

Figura N°015: Representación gráfica de la Rueda y sus primeros usos.

Al descubrir la rueda, mejoraron entre algunas cosas la forma de desplazarse, transportar materiales, alimentos y mercancía. Comenzaron a construir calzadas para la circulación de los carros. Aparte de movilizar sus pertenencias, trasladaban ejércitos para poder conquistar otros territorios con más recursos naturales para explotar y comercializar, y en el fondo, obtener más energía.

Por otro lado, el hombre, para desplazarse por el agua, como es lógico, al principio solo usaba su energía muscular. Luego agregó la vela, con lo que sus embarcaciones podían disponer de la energía del viento (eólica) y transitar grandes rutas marinas. Claramente sacaron buen provecho a esto, aumentado el tamaño de sus barcos. Pero como todo avance tecnológico, el transporte era utilizado para el comercio y la conquista de nuevos territorios a través de las grandes batallas de sus ejércitos, que desde ese momento, no solo eran en tierra firme, sino que también se podían desarrollar por vía marítima.

Figura N°016: Representación gráfica de las primeras embarcaciones del Hombre

Algunas mentes pacíficas, a las que les despertaba curiosidad lo que ocasionaba el viento, la rueda y otros fenómenos, hizo transformar los inventos con una mirada más “científica”, donde se experimentaba para optimizar los procesos. Aunque lamentablemente, siempre se le podía dar un uso destructivo. Uno de los grandes avances pacíficos se produjo al unir los beneficios del viento con la rueda, fue la creación de los molinos de viento, con lo que se dio paso a la molienda de cada vez mayores cantidades de cereales. En los lugares en que no había mucho viento, este proceso lo hacían los esclavos o animales, moviendo grandes ruedas que funcionaban como molinos. En las orillas de los ríos, aprovechaban las corrientes, para construir ruedas hidráulicas. Desde ese momento y por toda la Edad Media, se utilizó la energía del viento y del agua para mover diferentes máquinas y realizar algunas aplicaciones; como fraguar, elevar agua, accionar grúas, para trabajos de aserradero, sistemas de riego y los ya conocidos molinos, etc.

Figura N°017: Representación gráfica de los primeros de molinos

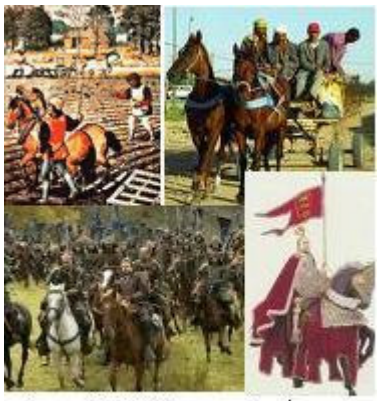

Figura N°018: Representación gráfica de los usos del caballo

Los animales de tiro, y principalmente los caballos, eran cada vez más utilizados, realizándose varias innovaciones en su herraduras y carros que mejoraban su rendimiento tanto para desplazarse como para transportar carga. Además, los caballos fueron utilizados en las guerras. También, hombres importantes como condes o exploradores que montaban a caballo como emblema de poderío y arrogancia, se les llamaban caballeros andantes. Empezaba la Era Feudal.

Figura N°019: Representación gráfica de los prosecos de la principal materia prima durante mucho tiempo

En el siglo XVI, la madera era el combustible más utilizado como fuente de energía, además de ser la principal materia prima; tanto para la construcción como para la fabricación de papel. En este punto de la historia, se estaba dando la tala desmedida de bosques, explotándose así grandes cantidades de recursos forestales, sin tomar en cuenta, los daños ocasionados al resto de los recursos naturales que están intrínsecamente asociados a estas prácticas devastadoras. También los metales y vidrios, eran fundidos en hornos que funcionaban con leña o carbón vegetal. Se percataron entonces de que el carbón tenía una gran densidad energética y mayor en relación con la leña, dándose cuenta que de un kilo de carbón podían obtener la misma cantidad de energía que en 3 kilos de leña. Pero aún se utilizaban caballos para el transporte de estas fuentes. Sin embargo, comenzó a tomar importancia el carbón, dando paso a la minería por su forma de extracción. A su vez, fueron creciendo las necesidades de los metales y se abrió una brecha por donde se comenzó a explorar el suelo y los minerales. Aquí, se empezó a construir vías férreas para vagones que permitían a los caballos arrastrar toneladas de carbón y mineral. En su momento escaseaba la madera, lo que hizo que el hierro tomara el papel de materia prima para dichas construcciones (vigas, barcos, ruedas, etc.), pero siempre dependiendo de la combustión provocada por la madera o el carbón.

Figura N°020: Representación gráfica del trabajo con los metales

El hombre, gracias a las optimizaciones e innovaciones tecnológicas para mejorar el uso de sus fuentes de energía, de su materia prima y de sus procesos productivos, comenzó a masificar el pensamiento racional y científico a tal punto que la ciencia se esmeró en demostrar el universo material, bajo las leyes de que sólo existía aquello que se podía pesar, tocar y medir. Con sus descubrimientos hace "avanzar" a la humanidad con tecnología inimaginable en sus orígenes, y así da paso a la era industrial. Esta comenzó a necesitar de la máquina de vapor para bombear agua de las minas, y era el momento para fabricarla de hierro, con precisión y a gran escala, generándose la revolución industrial, donde rápidamente la máquina de vapor se comenzó a emplear en la mayoría de los procesos productivos. Bajo el amparo del emergente sistema capitalista, la revolución industrial avanzó como avalancha, pasando a llevar todo a su paso. De la mano, se produjo un crecimiento descontrolado de la población humana en distintas partes del planeta. En el siglo XIX, el motor de vapor, fue incluido a embarcaciones marítimas y locomotoras, facilitó el transporte, los procesos productivos, y redujo los costos, apareciendo grandes industrias. Con este hecho se disparó la demanda de carbón, ya que su principio de funcionamiento requiere combustión. Así, alrededor del año 1900, la mayor parte del mundo funcionaba gracias a la energía proveniente del carbón, utilizándolo de la mano con la máquina de vapor. También en esta época, ya se estaba impulsando otra fuente; el gas natural. Todo esto, dio paso al comienzo de las altas emisiones de gases tóxicos a la atmósfera.

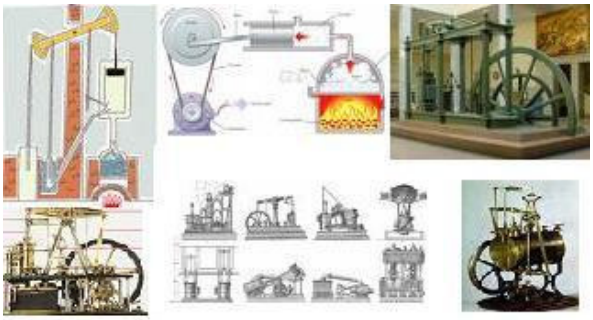

Figura N°021: Representación gráfica de algunos modelos de las primeras Máquina de Vapor

Figura N°022: Representación gráfica de otros usos a mayor escala de la Máquina de Vapor

Pasada la mitad del siglo XIX, se descubre la dínamo, siendo esta la primera máquina eléctrica. A fines de este siglo, este aparato se optimiza, construyéndose a partir de él los motores eléctricos. Acto seguido los generadores eléctricos, los que funcionaban con el mismo principio de la máquina de vapor y con las corrientes de agua como antiguos molinos. Aquí, la electricidad comienza a cobrar un papel energético.

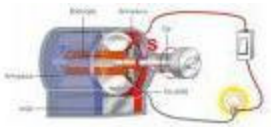

Figura N°023: Representación gráfica del Dínamo

A principios del siglo XX, todas las tecnologías relacionadas con energía y producción, empiezan a tener un increíble avance, con el hecho de aplicar los principios y leyes descritas por los científicos en los procesamientos de los materiales y la electricidad. Por esos años, se introduce el uso del petróleo como combustible y además entran en carrera el motor de explosión, el transformador eléctrico, la radio, el vuelo a motor, el teléfono, la química moderna, etc. Se crea una inimaginable cantidad de inventos (algunos de los cuales también eran destinados para los conflictos entre países), con una fiebre de expansión descontrolada. Bordeando 1930, la industria petroquímica, el radar, el motor de reacción y la electrónica se empezaron a explotar comercialmente.

Figura N°024: Representación gráfica de algunos de los inventos de principios del Siglo XX

A lo anterior se suman dos guerras mundiales que se sostuvieron con la tecnología emergente. Al final de la segunda guerra mundial la energía atómica (nuclear) demuestra su peligroso poder. Se instaura la idea de que el hombre todo lo puede, a tal punto que podía crear un arma que provocara la destrucción total del planeta ("Casualmente" surge un movimiento alternativo de jóvenes, que en su momento fue llamado la revolución de las flores. Sus posiciones eran muy distintas a lo que se estaba viviendo en el mundo, ellos eran pacifistas, sin ir más lejos, llevaban como escudo y eslogan; Paz y Amor. Respetaban la naturaleza, adoraban a cada ser vivo, disfrutaban, estudiaban, creaban arte, música, rechazaban el consumismo, el materialismo, la injusticia, la desigualdad y las guerras. Fueron catalogados como liberales, locos, drogadictos e improductivos, razón por la cual, comenzó la discriminación y represión sobre ellos). Mientras tanto y por suerte, se le dio un uso más pacífico a la energía nuclear, empleándola en plantas generadoras de electricidad, lo que desarrollo un increíble potencial de generación de energía eléctrica, el problema es que no resultaba económicamente factible.

Figura N°025: Representación gráfica de la Bomba atómica y su poder destructor

Figura N°026: Fotografías del Movimiento de Jóvenes de la Revolución de las Flores

Paralelo a esto, cada vez aparecían más yacimientos de donde extraer petróleo y este se volvía más barato. Las máquinas que se construían, aparte de hacerse en grandes cantidades, en su diseño, poco se consideraba el consumo de energía que necesitaran. Alrededor de 1970, gran parte de las ciudades del mundo contaban con automóviles, enormes industrias, grandes urbes, lujos y diversas actividades de recreación, entretención, etc., donde en todas se requería gran cantidad de energía.

Figura N° 027: Fotografías de algunas actividades masivas (extracción del petróleo, autopistas, industrias, deporte, urbanización)

Figura N°028: Fotografías de los inicios de la carrera espacial del hombre

Por esta misma época, comienza la era espacial. Las máquinas creadas por el hombre comenzaron a salir del planeta, en forma de satélites y naves. Por todos fue conocido el gran acontecimiento del primer hombre que pisó la Luna.

El sector industrial, se convirtió en el mayor consumidor de energía: la electricidad, la petroquímica, la metalurgia, los transportes terrestre, marítimo y aéreo, la producción de aparatos electrónicos y electrodomésticos, las grandes ciudades, etc. La globalización se hizo presente. Sólo había preocupación por la rentabilidad económica y la seguridad del desarrollo de la carrera espacial. A estas alturas, las diferentes actividades creadas por el hombre, en su mayoría, a gran escala, habían sido posibles por la conquista de los potenciales energéticos de los combustibles fósiles, respaldados por la ideología del consumo y alentada por la publicidad (el carbón, petróleo y gas natural, en esencia, son energía del Sol acumulada en el planeta, ya que principalmente corresponden a restos de organismos vegetales y animales antiguos, mezclados con otros minerales). En 1973 y 1979, fueron la primera y segunda crisis energética mundial. El mercado del petróleo se asusta, por ser esta la mayor fuente de energía y de hecho, era la crisis del petróleo.

Figura N°029: Representación gráfica de los sectores consumidores de mayor energía

Lógicamente, la explotación desmedida de los recursos energéticos, la quema excesiva de combustible, el despilfarro de la energía y de los residuos, la ambición, la in-conciencia y falta de respeto a la naturaleza, hace que comience a resonar, cada vez y con más fuerza la palabra; contaminación. El aire, el suelo y el agua se ensucian sin medida de los problemas que pueden provocar en un futuro de corto a mediano plazo, aumentando la temperatura del planeta, agotando e intoxicando los recursos naturales. En el mundo entero se reacciona. La posible solución era la fisión o fusión nuclear. Aunque se sigue investigando, existe el problema de los residuos radiactivos. A esto se suma el alto costo de implementación y mantención que la convierten en poco rentable. Desde entonces, a la mayoría de los países más industrializados, no les quedó otra cosa que hacer que comenzar a parar el derroche de energía, reducir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, mejorar las prácticas con respecto a la eliminación de desechos y la relación con la naturaleza. Aunque tomaron fuerza las formas alternativas de obtener energía (que de alguna manera se han usado siempre; solar, eólica, hidráulica, biomasa) y utilizarla eficientemente, en su momento fueron opacadas por el mercado de los combustibles fósiles. También hay que considerar que este despilfarro de energía, solo está al servicio de una parte del planeta, principalmente en los países en vías de desarrollo y desarrollados. Lo que demuestra que aparte del problema ambiental, existe otro muy grave, referente a la igualdad del reparto de la energía. Lamentablemente hay países, y una buena parte de la población humana mundial, que ni siquiera cuenta con la seguridad de tener diariamente la necesidad básica energética: la alimentación. Poco a poco la necesidad de hacer un cambio frente al problema de la contaminación, provocó que las prácticas sustentables ambientalmente comiencen a ganar terreno en el sector público, privado, hasta hacerse legislación. Hoy, en la mayoría de los países se está trabajando en eficiencia energética y educación ambiental. Cada día se invierte más dinero para la investigación y el desarrollo de las fuentes de energías alternativas, denominadas energías renovables (Solar, eólica, hidráulica de pasada, biomasa, mareomotriz, geotérmica, residuos orgánicos y reciclaje). Básicamente, se

Figura N°030: Representación gráfica de diferentes tipos de Contaminación

está llevando un combate contra la desertificación, que significa: degradación de la tierra, falta de agua y pérdida de los bosques y de la biodiversidad, como consecuencia de actividades humanas casi devastadoras. Somos la única especie que se supone “tiene conciencia” de sus actos, una de las pocas que come vegetales, animales y productos del mar a la vez, la única que ha creado herramientas y materiales para satisfacer sus “necesidades”. La que ha extinguido más especies, y la única que ha contaminado el planeta, provocando daños que pueden ser irreparables. Todo indica que el hombre confundió su relación directa con la naturaleza, lo que llevó a desarrollar procesos, prácticas y acciones de un lamentable e ineficiente uso de la energía. Siendo que como Ser, en esencia, es energía, al igual que todo lo que lo rodea.

A modo de resumen, en la figura N°031, se muestra la manifestación material de la Energía, donde aparece el hombre unido con el resto de la naturaleza, siendo él parte de ella. Por estar en el centro del dibujo, en ningún caso quiere decir que es lo más importante del cuadro, sino que corresponde a la evolución máxima de las manifestaciones y criaturas conocidas del Universo. Lo que ocurre es que tendemos a ver las cosas desde nuestra característica de observadores, influenciada por las cosas que se nos enseñan y nuestras creencias, lo cierto es que, por ejemplo: al ver un árbol, una flor, un animal, un pájaro, un río, una cascada, una montaña, que las vemos a una cierta distancia, pensamos que es algo fuera de nosotros, siendo que son una parte de nosotros que esta reflejándonos e interactuando dentro del planeta, tal cual lo hacen las células entre sí, en los distintos órganos dentro de nuestro cuerpo. Sin ir más lejos, compartimos los mismos átomos que circulan en el aire por todo el planeta.

Figura N°031: Representación gráfica de algunas de las Manifestaciones Materiales de la Energía

La vida depende del respeto y buen uso de la energía natural que crece en la Tierra gracias al agua, al aire, al suelo, a la Luna, a las Estrellas y principalmente, gracias al Sol.

1.4 ¿Cómo ha sido la relación del Hombre con el Sol?

Quisiera encontrar palabras que me permitan censurar
a los que ponen el culto a los hombres por encima del culto al Sol…
Leonardo Da Vinci

En gran parte de la historia en la que ha participado el hombre, se han desarrollado ingenios capaces de aprovechar de una u otra forma la energía del Sol, o rendir culto a él. De hecho, desde mucho antes de Cristo, el hombre entendió la influencia e importancia de la energía natural del Sol, en el desarrollo de la vida en la Tierra.

Figura N°032: Representación gráfica del Monumento Stonehenge

Dentro de las primeras manifestaciones registradas del hombre hacia el Sol, encontraremos la construcción del monumento neolítico (nuevo modo de trabajar la piedra) en Inglaterra, dicha obra conocida como Stonehenge, fue construida entre 2500 y 2000 a.C. en plena Edad de Bronce. A través de ésta, el hombre de esa época, hizo culto a los primeros rayos del Sol del solsticio de verano.

Según las leyendas, durante el asedio a la ciudad de Siracusa, en el 212 a.C., Arquímedes atacó las flotas romanas, logrando quemar varias de estas, concentrando la luz del Sol mediante metales pulidos que funcionaban como reflectores o espejos.

Figura N°033: Representación gráfica de los reflectores de Arquímedes

Figura N°034: Fotográfia de la Pirámide del Sol

En Teotihuacán (que significa lugar donde nacen los Dioses), esta la denominada “Pirámide del Sol”, construida entre 1-200 d.C., ésta, es la más alta de todas las que hay en ese lugar, y la segunda más voluminosa de México. Se dice que el nombre fue dado cuando ya estaba en ruinas, pero todo indica que está hecha en honor a sus conocimientos agrícolas-calendáricos.

El calendario Azteca en México, Tiahuanaco en el altiplano boliviano, las pirámides Mayas y muchos monumentos, reflejan la preocupación e importancia que el hombre dio al movimiento del Sol a través del año, y la evidente unión de la Tierra y el cielo. Entre los años 1000 y 1500, egipcios y posteriormente incas, al igual que la cultura Mapuche, veneraron al Sol como su dios más importante, donde reconocían la influencia que éste tenía en la agricultura y en las condiciones climáticas. Además, todas las culturas o pueblos antiguos, utilizaban la energía del Sol para calentar agua, secar frutos, cocer vegetales o purificar el agua.

Figura N°035: Fotografías de Monumentos de Culturas que veneraban y se regían por el Sol

Modernas teorías explican el origen de variadas y antiguas construcciones megalíticas como calendarios o instrumentos rudimentarios que calculan el paso del tiempo y determinan el año solar. En las últimas décadas de 1700, Lavoisier realizó experimentos con concentradores u hornos solares. En Chile, en el año 1872, el ingeniero Charles Wilson, en Las Salinas, en la provincia de Antofagasta, instaló un destilador solar de aproximadamente 5.000 metros cuadrados de superficie, el que producía cerca de 21.500 litros por día de agua dulce para la población que trabajaba en las faenas minerales del salitre. Esta fue la primera aplicación industrial de la energía solar en gran escala. En varios países, en los primeros años del siglo XX, se fabricaron y patentaron calentadores o máquinas impulsadas por la energía solar, las que nunca se difundieron, debido principalmente al bajo costo del petróleo.

Figura N°036: Representación gráfica de un Satélite artificial

En los satélites puestos en órbita por el hombre en los últimos años de la década del 50, iban celdas solares que convertían directamente la energía solar en energía eléctrica necesaria para los instrumentos que éstos contenían en su interior. En 1960, en Chile y desde este año en adelante, don Julio Hirschmann R. profesor de la Facultad de Mecánica de la Universidad Federico Santa María, inicia la acumulación de datos solarimétricos en nuestro país e investigaciones sobre la energía solar.

Hoy, en todo el mundo, se está llevando a cabo una ardua investigación, creación, innovación y mejora del rendimiento de los diferentes aparatos que transforman la radiación que llega diariamente del Sol para el beneficio de la sociedad y el medio ambiente.

CAPITULO II Fundamentos sobre el Sol, su radiación y su influencia en la Tierra.

"Fuente resplandeciente de la luz, del calor, del movimiento,
de la vida y de la belleza, el divino Sol ha recibido, a lo largo de los siglos,
los homenajes atentos y agradecidos de los mortales.
El profano lo admira porque siente los efectos de su poder y de su calor;
el sabio lo aprecia porque ha aprendido a reconocer
su importancia única en el sistema del mundo;
el artista lo saluda porque ve en su esplendor
la causa virtual de todas las armonías."

Camille Flammarion, Astrónomo.

2.1 ¿Qué es el Sol?

El Sol, es una estrella como todas las que vemos durante la noche. Tiene unos 5.000 millones de años, lo que la hace ser de un tamaño y edad mediana. La diferencia radica principalmente en que es la estrella más cercana a nuestro planeta, su presencia o ausencia determina el día y la noche, y por ende, es la que mejor se conoce.

Figura N° 037: Fotografías de la presencia del Sol en la Tierra.

El Sol es el centro del sistema solar, manteniendo en equilibrio a todos los planetas que giran a su alrededor. Aquí se da la maravillosa "casualidad" de que la Tierra se encuentra ubicada en un punto donde la energía del Sol, llega con la suficiente luz y calor, que al interactuar con la atmósfera y superficie terrestre, produce las condiciones necesarias y los fenómenos naturales que mantienen las formas de vida que conocemos en nuestro planeta. A diferencia de lo que ocurre en los planetas que están antes que la Tierra, a ellos les llega mucha energía, lo que los hace estar muy calurosos, y los que están más lejos de la Tierra, les llega menos energía, lo que provoca que estén a muy baja temperatura, provocando que no sean aptos para el desarrollo de la vida.

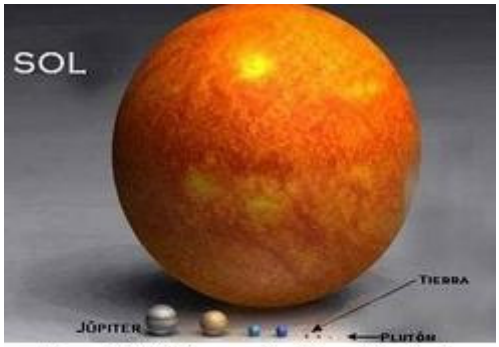

Figura N°038:Representación gráfica de la comparación del tamaño del Sol con los demás planetas del sistema solar, donde se aprecia la enorme diferencia de tamaño con la Tierra.

El Sol está ubicado a una distancia media aproximadamente de 149.000.000 [km] de la Tierra. Es una gran bola incandescente de 1.390.000 [km] de diámetro, de una masa aproximada a $1{,}9891*10^{30}$ [Kg] y de un volumen de $1{,}41*10^{18}$ [m^3], lo que corresponde a unas 109, 330.000 y 1.300 veces superior a la Tierra, respectivamente. Esta gigantesca esfera, está formada básicamente por gases altamente condensados, mayoritariamente por Hidrógeno y Helio, los que interactúan bajo los procesos a muy altas presiones y temperaturas que se dan dentro de él.

2.1.1 ¿Qué ocurre y cómo es el Sol internamente?

Debido a las altas presiones que se dan en su interior, se sabe que la temperatura del centro, supera los mil millones de grados Celsius [℃]. Estas condiciones producen espontanea e ininterrumpidamente una reacción nuclear que se denominada fusión, la que transforma 2 átomos de Hidrógeno en 1 de Helio. Este es el origen de la energía que se irradia en todas direcciones. Cada segundo, en el interior del Sol, 587 millones de toneladas de Hidrógeno se transforman en 582 de Helio. Los 5 millones de toneladas restantes se convierten íntegramente en energía radiante o electromagnética que se propaga por el espacio, la que se denomina “radiación solar”. Hasta la fecha, se estima que el Sol, ha consumido la mitad de su combustible (el Hidrógeno), lo que significa que aún tendremos Sol para unos 5.000 millones de años más.
Como se aprecia en la figura N°039, la estructura interna se puede representar desde su núcleo central hasta el exterior, en capaz llamadas; zona radiactiva, zona convectiva, fotósfera y corona.
En el *núcleo* del Sol, es donde existe la mayor temperatura, presión y densidad. En él se produce la fusión de los átomos de Hidrógeno, que se transforman en Helio a la temperatura aproximada de 15 millones de ℃. Es extremadamente denso, ocupando casi el 50% de la masa de la esfera, y se extiende hasta un 25% del radio del Sol. Aquí, se da origen a los rayos gamma. Luego tenemos la *zona radiactiva*, en la cual los rayos gamma interactúan con otros rayos, produciendo una leve pérdida de energía, transformándose en rayos X, los que siguen su camino desde el núcleo, por medio de burbujas de alta temperatura hasta el 80% del radio

esférico del Sol. Los rayos X, tienen un accidentado viaje por esta zona, lo que hace que pierdan energía por absorción, debido a la enorme presión ejercida por el centro del Sol. En este complicado transitar, algunos rayos logran atravesar hasta la *zona convectiva*, ella está situada entre el 15 y 20% más exterior del radio de la esfera. En ella los gases calientes ascienden hasta la superficie, se enfrían y desciende. Dicha superficie es la capa más delgada y única visible del Sol, la f*otosfera*. Está a unos 6.000 ºC, y desde ella, se emite luz y calor. Finalmente, en la parte más externa, se encuentra la atmosfera del Sol, denominada *corona*. Esta capa tiene directa relación con la zona convectiva, ya en ella se presentan los rayos que logran pasar la fotosfera sin perder su energía. La corona tiene mayor temperatura que la fotosfera y solo es visible de manera blanquecina brillante cuando se produce un eclipse solar.

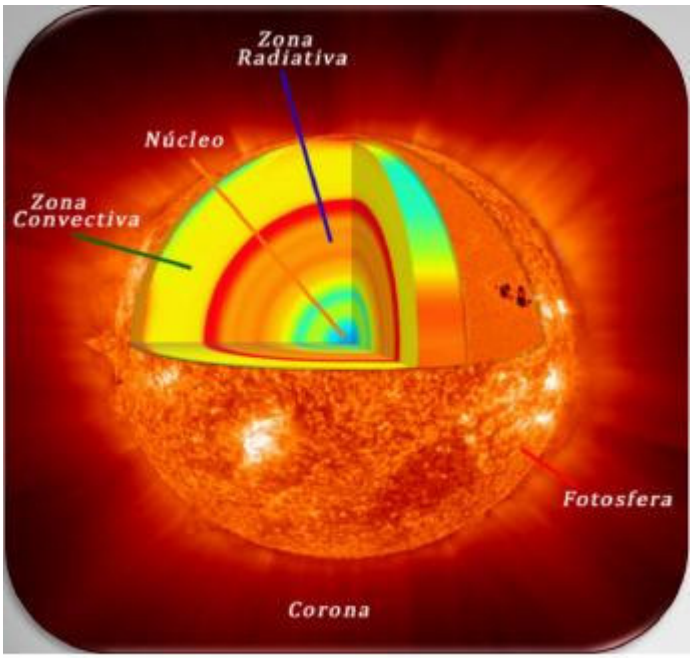

Figura N°039: Representación gráfica de la estructura interna del Sol.

2.2 ¿Qué es la Radiación Solar?

La radiación solar, es simplemente un conjunto de rayos que se emiten o liberan desde el Sol, producto de la fusión que ocurre en su interior. Alrededor de 5 millones de toneladas de energía radiante se propagan por el espacio a través de los fotones, en todas direcciones y en diferentes niveles de energía -los fotones, son las partículas sin masa de los rayos del Sol que transportan energía-. Para poder comprender la naturaleza de este fenómeno, debemos saber que cada rayo, corresponde a un tipo de onda electromagnética que vibra a diferentes frecuencias generando distintas longitudes de ondas y variados niveles energéticos que viajan a través de los fotones. Gracias a la naturaleza de las ondas electromagnéticas, se produce la propagación de los rayos del Sol por el espacio, donde parte de ellos llegan hasta la Tierra.

2.2.1 ¿Qué son las Ondas Electromagnéticas, cómo se generan y, cómo se propagan?

Las ondas electromagnéticas son un tipo de ondas existentes, que tienen la particularidad de no necesitar de un medio material para su propagación, es decir, tienen la capacidad de propagarse por el vacio. Esta capacidad es la que la diferencia de otro tipo de ondas, como lo son las ondas mecánicas; dentro de las cuales se conocen las ondas sonoras, las ondas que se propagan en el agua, las ondas producidas por cuerdas o por un péndulo, donde todas ellas, al igual que las electromagnéticas, se caracterizan por su modo de nacimiento, que tienen como base la agitación o vibración.

Las ondas electromagnéticas se generan por cargas eléctricas de los átomos que se agitan o vibran. Esta agitación o vibración se produce constantemente dentro del Sol, debido a las presiones y temperaturas elevadas. Las ondas radiadas o emitidas, están compuestas por campos eléctricos y magnéticos, los cuales forman ángulos rectos (90°) entre sí, y también ángulos rectos con la dirección de la propagación de la onda. De este modo las ondas electromagnéticas son de naturaleza transversal.

En definitiva, las vibraciones de las cargas eléctricas de los átomos generan un campo eléctrico, el cual genera un campo magnético; a su vez, este campo magnético vuelve a generar un campo eléctrico, y así sucesivamente, lo que finalmente consigue que ondas electromagnéticas se propaguen por el vacío sin necesidad de contar con un soporte material. La diferencia de agitación o vibración de las cargas eléctricas de los átomos, provocan frecuencias que generan distintas longitudes de ondas.

Figura N°040: Representación gráfica de la generación y propagación de la onda electromagnética.

En la Figura N°040 se representa lo planteado, donde se muestra la forma que toma la onda electromagnética para desarrollar su propagación, donde –q y +q son las cargas eléctricas que se agitan o vibran, **λ** es la longitud de la onda, Z es la dirección de propagación, E es el campo eléctrico y B el campo magnético. Todas las ondas electromagnéticas se propagan en el vacío, desplazándose a una velocidad constante, muy alta, de aproximadamente 300.000 [km/s]. Gracias a ello, la radiación del Sol tarda aproximadamente 8 minutos y algunos segundos en llegar a la Tierra.

2.2.2 ¿Cuáles son los tipos de ondas electromagnéticas?

La diferencia que existe entre los tipos de ondas electromagnéticas, depende de la relación que hay entre la frecuencia simbolizada por f, medida en [Hz], la longitud de onda simbolizada por λ, medida en [m], y la velocidad de propagación simbolizada por C, medida en [m/s] (1 [Hz] equivale a uno partido por segundo [1/s]. La unidad de medida "Hz ", es en honor a Heinrich Rudolf Hertz, físico alemán). La relación entre la frecuencia y la longitud de onda es inversamente proporcional, esto quiere decir, que a mayor frecuencia hay menor longitud de onda, y a menor frecuencia hay mayor longitud de onda. Matemáticamente, se puede comprobar con la simple formula C= f*λ en [m/s]. Dependiendo de los datos conocidos se puede reemplazar y despejar, quedando de la siguiente forma; λ=C/f en [m], o f=C/λ en [1/s o Hz]. Esto da origen al denominado espectro electromagnético, el cual representa, en función de los parámetros ya descritos, el conjunto existente de ondas de naturaleza electromagnética. En la Tabla N°01, se indica la longitud de onda, la frecuencia y la energía, de cada uno de los tipos de estas ondas.

	Longitud de onda (m)	Frecuencia (Hz)	Energía (J)
Rayos gamma	< 10 pm	>30.0 EHz	>19.9E-15 J
Rayos X	< 10 nm	>30.0 PHz	>19.9E-18 J
Ultravioleta Extremo	< 200 nm	>1.5 PHz	>993E-21 J
Ultravioleta Cercano	< 380 nm	>789 THz	>523E-21 J
Luz Visible	< 780 nm	>384 THz	>255E-21 J
Infrarrojo Cercano	< 2.5 µm	>120 THz	>79.5E-21 J
Infrarrojo Medio	< 50 µm	>6.00 THz	>3.98E-21 J
Infrarrojo Lejano/submilimétrico	< 1 mm	>300 GHz	>199E-24 J
Microondas	< 30 cm	>1.0 GHz	>1.99e-24 J
Ultra Alta Frecuencia Radio	<1 m	>300 MHz	>1.99e-25 J
Muy Alta Frecuencia Radio	<10 m	>30 MHz	>2.05e-26 J
Onda Corta Radio	<180 m	>1.7 MHz	>1.13e-27 J
Onda Media (AM) Radio	<650 m	>650 kHz	>4.31e-28 J
Onda Larga Radio	<10 km	>30 kHz	>1.98e-29 J
Muy Baja Frecuencia Radio	>10 km	<30 kHz	<1.99e-29 J

Tabla N°01: Tipos de ondas electromagnéticas (monbre general en azul), con sus respectiva longitud de onda, frecuencia y energía.

En base a la frecuencia, se pueden determinar los distintos niveles de energía para cada tipo de onda. Esto es posible gracias a lo postulado por el físico alemán Max Planck, a través de la constante simbolizada por h, que lleva su apellido. La constante de Planck $h=6{,}626*10^{-34}$ [J*s], corresponde a la cantidad de energía en acción que transportan los fotones de una onda electromagnética, en relación a su frecuencia, siendo directamente proporcional a ella, lo que quiere decir que, a mayor frecuencia mayor energía, y a menor frecuencia menor energía. Esto se puede calcular fácilmente a través de la formula $E=h*f$ en [J].

Los espectros, se pueden observar mediante un aparato denominado espectroscopios, que además permiten realizar medidas sobre éste, como la longitud de onda o la frecuencia de la radiación. Existe una parte del espectro que es captado por el ojo humano, al cual se le denomina espectro o Luz visible, donde las diferencias de longitudes de onda y frecuencia, dan origen a los colores y sus niveles de energía asociados, los que van ascendiendo desde el rojo hasta el violeta. En la figura N°041, se muestra nuevamente el espectro electromagnético emitido por el Sol, haciendo una analogía gráfica del tamaño de cada onda.

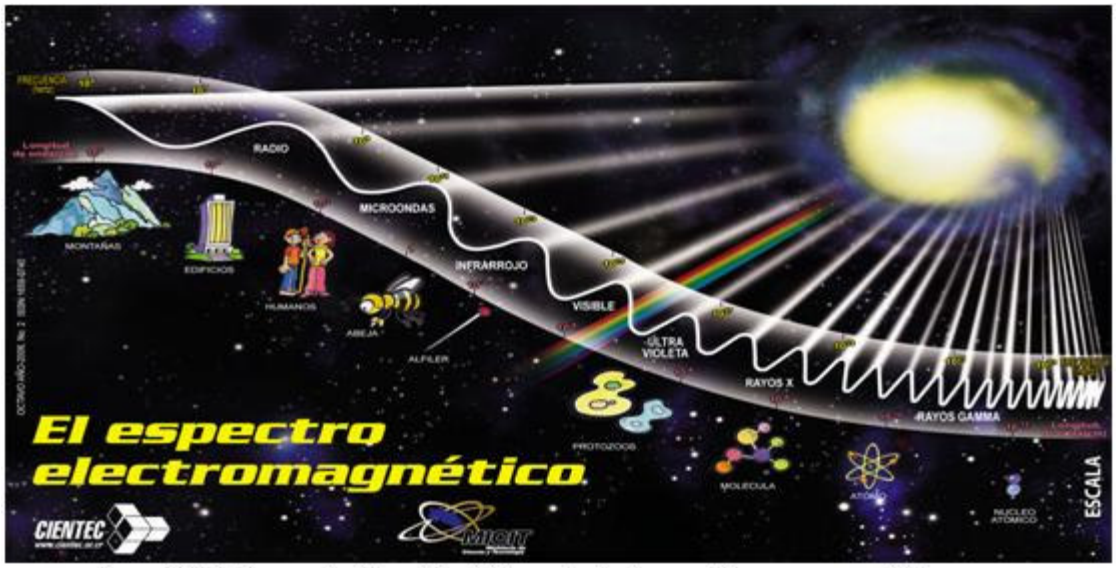

Figura N°041: Representación gráfica del Espectro Electromagnético que genera el Sol, con una comparación del tamaño de la longitud de onda de cada región del espectro.

Aquí se aprecia que nosotros podemos ver solo una ínfima parte del espectro electromagnético, por ende, de la radiación emitida por el Sol. Cabe mencionar que las ondas electromagnéticas, según su longitud de onda, tienden a rebotar en objetos o cuerpos de su mismo tamaño. Además, cuando las ondas electromagnéticas pasan a través de un medio material, los átomos o moléculas que lo componen, producen alteraciones (reflejan, desvían, absorben, filtran, transmiten) en la energía o información que lleva la onda. Cada átomo o molécula puede

provocar alteraciones según la longitud de onda específica de cada rayo, lo que origina los más diversos efectos al interactuar una onda electromagnética con la consistencia y los estados de la materia.

A modo de paréntesis relacionado a las ondas electromagnéticas, desde el descubrimiento y comprensión de su naturaleza, el hombre las ha ido reproduciendo en el planeta en conjunto con el avance de la tecnología para su beneficio cotidiano. Obviamente, para poder obtener beneficios en base a las ondas electromagnéticas, el mismo estudió y conoció las diferentes características y propiedades que poseen, llegando a la conclusión que así como la velocidad de propagación en el vacio es la misma para todo el espectro, las características y propiedades también lo son. Solo varía en que, dependiendo de su longitud de onda y del tipo y/o consistencia del medio material en cualquiera de sus estados en el que esté interactuando, pueden darse en mayor o menor proporción. Por ejemplo; en las antenas (radio, tv, internet, satélites, etc.), al circular una corriente eléctrica, provoca un movimiento, vibración o agitación de electrones, con cierta frecuencia que hace que se genere la sucesión de campos eléctricos y magnéticos, y su respectiva longitud de onda. De esta manera, las podemos utilizar para enterarnos de un suceso que ocurre a miles de kilómetros prácticamente en el instante de producirse. O también, a través de telescopios, observar la luz emitida por una estrella lejana desde hace tanto tiempo, aunque quizás esa estrella ya haya desaparecido.

En la Figura N°042, se muestran donde podemos encontrar las ondas electromagnéticas, según su región del espectro.

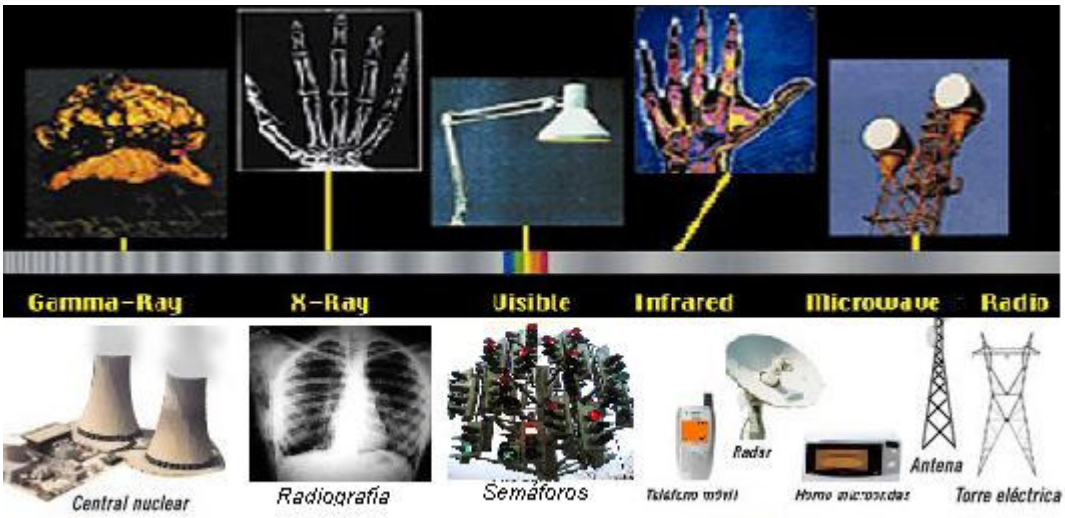

Figura N°042: Representación gráfica de los usos de las ondas electromagnéticas que a creado el hombre.

Haciendo un recorrido rápido por el espectro electromagnético, podemos nombrar algunas de las utilidades que le da el hombre a las ondas electromagnéticas que ha reproducido. Dentro de

las *ondas de radio* existen las ultras altas, muy altas, onda corta, media y larga, en relación respectiva a su longitud. Es este tipo de ondas con las que se trabaja principalmente en telecomunicaciones, donde se transmiten señales de TV, radio, señales satelitales, ionosféricas, telefónicas, de naves espaciales, entre otras. Luego tenemos las *microondas*, donde podemos encontrar una amplia gama de aplicaciones, entre las que destacan: radio y televisión, radares, meteorología, comunicaciones vía satélite, internet inalámbrico, medición de distancias, investigación de las propiedades de la materia y calentar y/o cocinar alimentos. Siguen los *rayos infrarrojos* que se utilizan en fotos termo-gráficas, a las que se le dan las más diversas aplicaciones. En la industria textil, por ejemplo; se utilizan para identificar colorantes, en la detección de falsificaciones de obras de arte, en telemandos, en estudios de aislantes térmicos, en estudios de predicción de la resistencia y vida útil de materiales, etc. La *luz visible*, viene siendo una de las más utilizadas por el ser humano, ya que es la perceptible al ojo; dentro de algunas aplicaciones tenemos por ejemplo, la iluminación artificial, los semáforos, la forma de distinción de uniformes, estructuras, códigos de colores, entre otros. Los *rayos ultravioleta* son utilizados para esterilización, control de plagas, ciencia forense y espectrofotometría. Dentro del control de plagas, la luz ultravioleta se encarga de atraer algunos mosquitos, para que reciban descargas eléctricas. En la ciencia forense se puede detectar rastros de sangre, orina, semen y saliva. Y la espectrofotometría es ampliamente usada para el análisis de estructuras químicas. Continuando con el espectro, los *rayos X* se utilizan principalmente en 3 áreas; Investigación científica, industrial y médica. Dentro de la investigación científica, el estudio de los rayos X ha desempeñado un papel primordial en la física teórica, sobre todo en el desarrollo de la mecánica cuántica. En el área industrial son ideales para verificar el estado de diversos materiales, sin alterarlos ni destruirlos. Y en la medicina, es conocida su aplicación para el diagnostico de enfermedades. Finalmente, los *rayos gamma*, son utilizados principalmente para la esterilización de equipamiento médico. También se suelen utilizar para matar bacterias e insectos en productos alimentarios tales como carne, setas, huevos y vegetales, con el fin de mantener su frescura. Y una última aplicación se denomina gammagrafía, la cual, es una exploración que permite obtener una imagen de la glándula tiroides, para diagnósticos médicos.
Para finalizar el paréntesis, me parece prudente mencionar que se da un fenómeno interesante, precisamente en el espectro de radiación visible, este corresponde a que es el único inocuo para nuestro organismo, ya que si nos sometemos a la radiación de mayor frecuencia, sufriremos alteraciones en un poco rato de exposición, como lo que pasa con el UV cercano al extremo que logra llegar directo del Sol, dañando ojos y piel, claramente, al imitar este tipo de

radiación, nos termina produciendo los mismos efectos. Además, mientras más alta es la frecuencia, la radiación es más dañina. Para el caso de las ondas de menor frecuencia a la luz visible, nuestra exposición a ellos, de manera prolongada y a través del tiempo, ya es comprobada científicamente que trae repercusiones al organismo. Por ello, también hay que considerar que en las ciudades, en nuestras casas y en nuestras manos, aunque nos brinden beneficios, la contaminación electromagnética no la vemos ni escuchamos, pero está presente. Pero este trabajo está enfocado al aprovechamiento de las ondas electromagnéticas que llegan directamente del Sol hasta la atmósfera y superficie terrestre, es decir, ondas electromagnéticas naturales. Sobre ellas, y los fenómenos asociados a sus características, propiedades, beneficios y formas de aprovecharlas, indagaremos en el avance de este capítulo y los siguientes.

2.3 ¿Cuál es la influencia del Sol sobre la Tierra?

Es necesario conocer la influencia astronómica que tiene el Sol sobre la Tierra, en relación a sus movimientos, trayectorias y efectos, los cuales, van de la mano con su radiación.

Partiendo de la base que nuestro planeta gira sobre sí mismo, movimiento denominado como rotación, y al mismo tiempo gira alrededor del Sol, movimiento denominado como traslación, se puede determinar el tiempo y las estaciones, las que a su vez, son una fiel muestra de la influencia del Sol en nuestro planeta, y como iremos viendo, también es debido a su presencia por medio de su radiación. Es muy sabido que el tiempo se mide en horas, días, meses, estaciones y años, pero ¿respecto a qué se cumple esto?, veamos. Esto se debe a que el movimiento de rotación de la Tierra se da sobre su eje imaginario, durando 24 horas en dar una vuelta completa a este, determinando así el día y la noche, el cual, depende si estamos de frente o de espalda al Sol respectivamente, lo que demuestra la presencia o ausencia de su radiación en la superficie terrestre. Además, se debe a la órbita ligeramente elíptica descrita por el movimiento de traslación de la Tierra en torno al Sol, lo que al completar una vuelta, da origen al año, divido en 12 meses de entre 28 y 31 días, y en 4 estaciones de 3 meses.

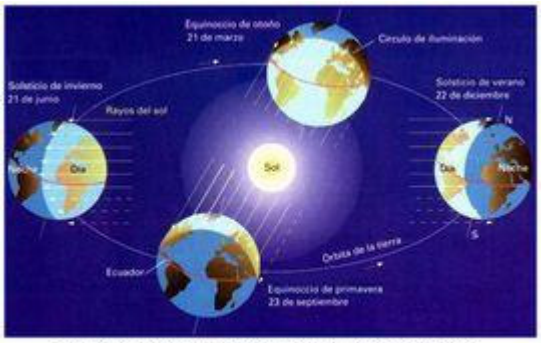

Figura N°043: Representación gráfica de los movimientos de la Tierra alrededor del Sol.

Ahora, como se percibe fácilmente, la duración del día y de la noche, varía a lo largo del año. Además, se sabe que cuando el hemisferio norte está en verano, el hemisferio sur está en invierno y vice versa, produciéndose lo mismo con la primavera y el otoño, pero ¿A qué se debe esto? Principalmente, tiene que ver con que el eje de la Tierra no es perpendicular al Sol. Dicho eje, está inclinado unos 23°30” con respecto al plano de la órbita alrededor del Sol, y a su vez, influye la incidencia de su radiación que llega la superficie o suelo en distintos ángulos, según la posición de la Tierra en la trayectoria que describe a los largo del año. Esto da origen a las diferencias climáticas de los hemisferios y zonas geográficas del planeta producto de las estaciones. Un ejemplo para asimilar la duración de los días y las diferencias climáticas, lo podemos percibir en relación los solsticios de verano e invierno y a los equinoccios de primavera y otoño. Alrededor del 21 de Diciembre y de Junio, se dan los únicos momentos del año donde el Sol, sale en el mismo punto que el día anterior y donde el Sol, en el medio día alcanza su mayor y menor altura con respecto al suelo dependiendo del hemisferio, dando paso al día más largo y más corto, y determinando el verano o invierno respectivamente. Entre el 20 y 23 de Septiembre y de Marzo, se dan los únicos momentos del año en que la duración del día y de la noche, y el ángulo de posición del Sol con respecto al suelo, es igual, dando paso al otoño y primavera, dependiendo del hemisferio.

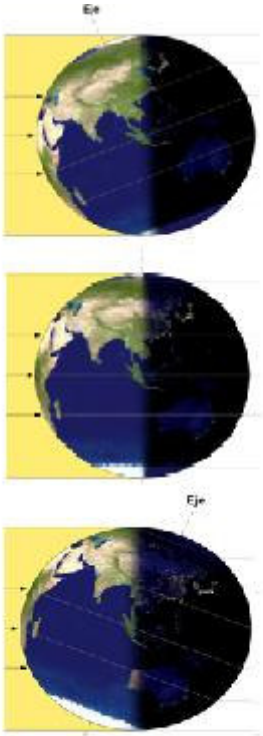

Figura N°044: Representación gráfica del Solsticio de Junio, Equinoccio y Solsticio de Diciembre respectivamente

Entonces, la inclinación del eje de rotación de la Tierra y su movimiento de traslación alrededor del Sol, va determinado la duración de los días, las noches y la posición del Sol con respecto al suelo. En resumen, si el día es más largo, el Sol tendrá un mayor recorrido y alcanzará una mayor altura, lo que provocará que llegue más radiación durante el día y en un ángulo que la hace más directa. Por ende, habrá más y mejor luz y calor, esto es específicamente lo que pasa en verano. Se subentiende que en invierno, serán los días más cortos, de menor recorrido y de menor altura del Sol con respecto al suelo, llegando menos radiación y en un menor ángulo durante el día. Pero independiente de la estación del año, el Sol siempre está presente, regalándonos cada día su luz y calor en forma de onda electromagnética, dándonos la oportunidad de aprovecharla para nuestro beneficio.

2.3.1 ¿Qué radiación llega a la Tierra?

Como se mencionó anteriormente, la radiación solar, por su naturaleza electromagnética, viaja por el vacío a la velocidad constante de 300.000 [km/s], casi sin alteraciones por no tener que atravesar un medio material en el espacio interestelar. Pero estas, al llegar a la atmosfera terrestre, comenzaran a chocar con los átomos y moléculas que componen sus distintas capas y el aire, dando origen a fenómenos de absorción, difusión, dispersión, rebotes y filtraciones, las que a su vez, dan origen a las condiciones climáticas y las diferentes maravillas que podemos apreciar en la superficie de la Tierra.

Figura N°045: Representación gráfica de la radiación solar que viaja hasta la Tierra

Los rayos gamma, X y ultravioleta extremo interactúan en la parte superior de la atmosfera terrestre. El ultravioleta cercano de menos longitud, interactúa en otra parte de la atmosfera terrestre mucho más cercana de superficie. El ultravioleta cercano de mayor longitud de onda, el espectro visible (luz) y el infrarrojo (radiación térmica o calor) cercano y parte del infrarrojo medio llegan hasta la superficie de la Tierra con muy importante incidencia. Las ondas de mayor longitud, como el infrarrojo medio restante, el infrarrojo lejano, las microondas y todas las ondas de radio, tienen mínima incidencia en la superficie de la Tierra por su bajo nivel de energía, además de que la mayoría de las ondas de radio, son reflejas por la capa superior de la atmosfera.

Figura N°046: Representación gráfica de una aproximación de la radiación solar que llega hasta la atmosfera y superficie terrestre.

Entonces, el espectro electromagnético de radiación solar que incide en la atmosfera de la tierra, va desde las longitudes de onda de los 10 [nm] hasta 1 [mm], dentro de los cuales están las longitudes de onda que va desde los 250 [nm] hasta los 3 [um], estas son las que específicamente llegan a la superficie de la tierra. El total de radicación del espectro electromagnético del Sol que llega a la superficie terrestre, la podemos dividir en porcentajes aproximados que corresponde a un 7% de ultravioleta, 50% de visible y 43% de infrarrojo.

Además, podemos dividir la radiación solar total, en directa e indirecta o difusa. La radiación directa, corresponde a los rayos recibidos en la superficie de la Tierra, sin que hayan sufrido alteraciones importantes al atravesar la atmosfera.

Esto se da principalmente en los días despejados, donde la energía que transportan los rayos del Sol, llegan casi íntegramente hasta el suelo. La radiación indirecta o difusa, corresponde a la que llega con menor energía a la superficie de la Tierra, tras haber perdido su fuerza en desviaciones y reflejos provocados por los choques con partículas, donde los rayos se han dispersado y se mueven a cualquier dirección. Esto ocurre por ejemplo, cuando el Sol esta tras un cerro o un edificio, pero principalmente cuando existen muchas nubes, lo que puede llegar a filtrar hasta un 80% de su radiación. Pero siempre pueden ser aprovechables. En definitiva, la radiación total que llega a la Tierra, es la suma de la radiación directa y difusa.

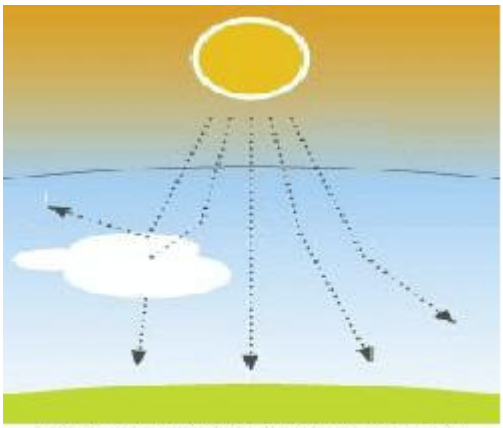

Figura N°047: Representación gráfica de la Radiación total que incide en la superficie terrestre

2.3.2 ¿Cuáles son los fenómenos naturales que se producen en la atmósfera y superficie terrestre, por la radiación solar?

Como ya adelantamos, las diferentes condiciones climáticas, producto de la inclinación del eje de la Tierra, su trayectoria alrededor del Sol y la interacción de la radiación solar con la atmosfera y superficie terrestre, provoca uno de los fenómenos naturales que ocurren en nuestro planeta, pero básicamente, todos tienen este mismo origen. También se adelanto algo sobre fenómenos provocados por la interacción de los rayos del Sol al chocar en las capas de la atmósfera. Sobre estos últimos, y los fenómenos naturales que tienen relación con la radiación que llega a la superficie de la Tierra, se hará alusión en las siguientes líneas.

2.3.2.1 Ionización en la Atmósfera

Uno de estos fenómenos es conocido por el nombre de *fotoionización*, esto significa que los fotones de los rayos, ionizan o mejor dicho, cargan eléctricamente la parte superior de la atmosfera, incidiendo de esta manera en cada región de las distintas capas que forman la

ionosfera (nombre por el cual se le conoce a esta parte de la atmósfera), y según la longitud de onda. Aquí se provocan dos efectos; uno corresponde a la absorción de la radiación de onda corta, es decir, ultravioleta extremo, rayos X, rayos gamma y rayos cósmicos (son rayos provenientes de fuera del sistema solar), esta absorción, favorece impidiendo que estos rayos lleguen a la superficie terrestre, haciendo un daño tal que no permitiría la presencia de la vida. El segundo corresponde a que la ionósfera refleja la radiación de onda larga, esto permite las comunicaciones por ondas de radia dentro de la Tierra. Todo esto se produce entre los 85 [km] y los 700 [km] sobre la superficie de la Tierra. Otro fenómeno que se produce por los choques en la atmosfera, se da lugar entre los 15 [km] y 30 [km] de altura, aquí se sitúa la capa de ozono, la cual absorbe la radiación ultravioleta cercana, con el beneficioso efecto de evitar la penetración de estos rayos que dañan de al ojo humano y provocan las quemaduras de la piel (vale mencionar que hay gases, que disminuyen la capa de ozono, estos existen naturalmente en la atmosfera, pero el hombre también los ha creado para diversos uso. El problema está en que su presencia masiva en la atmosfera, provoca que la disminuya más de lo que se regenera naturalmente).

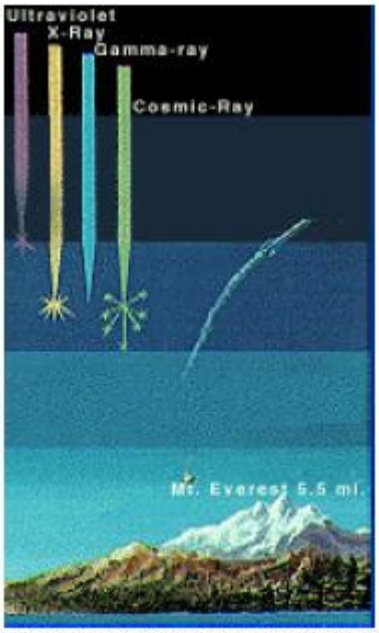

Figura N°048: Representación gráfica de la radiación de efecto fotoionizante

2.3.2.2 Efecto invernadero

Este es otro fenómeno natural que se produce en la atmosfera, de hecho, es uno de los fenómenos importantes que permite el desarrollo de la vida en nuestro planeta, manteniendo una temperatura promedio de 15 ℃. Se origina gracias a los rayos del sol que logran llegar a la superficie terrestre. La Tierra, como todo cuerpo que se calienta por la radiación Solar, emite hacia el espacio radiación infrarroja (calor), pero de una longitud de onda más larga que la que recibe. Una parte de esta, es absorbida por gases que están en la atmosfera y re-emitida a la superficie terrestre. Entonces, el *efecto invernadero,*

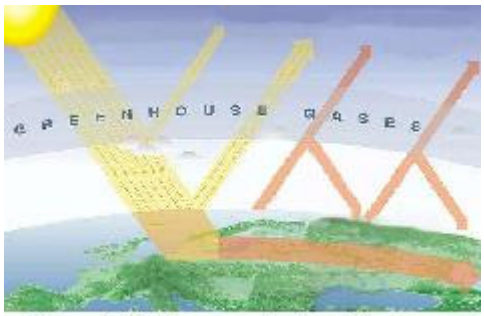

Figura N°049: Representación gráfica del Efecto Invernadero.

básicamente es el fenómeno que permite retener parte de la energía proveniente del Sol. Aquí también ha entrado a repercutir la acción del hombre, donde en sus actividades, generan gases provocados por la quema de combustibles fósiles que aumenta este efecto.

2.3.2.3 Viento

El *viento*, es uno más de los fenómenos naturales que se da origen en la atmosfera. Tiene relación con la radiación que llega a la superficie del planeta, además de ser una mezcla de los rayos absorbidos directamente por la atmosfera y los infrarrojos emitidos por la superficie. El *viento*, básicamente es el movimiento de masas de aire, que se produce por diferentes de temperatura. El aire caliente se eleva, y el espacio que dejo esa masa de aire que se elevo, es llenado por aire frío. Existen vientos globales o planetarios, regionales y locales. Los vientos locales, son los que se les puede sacar mejor provecho, ya que se presentan a una altura más alcanzable del suelo. Por poner un ejemplo, en las zonas costeras, siempre se tendrá una cierta continuidad de viento. Esto se debe a que la superficie del agua demora más en calentarse que la superficie del suelo, y a su vez, demora más en liberar la temperatura, provocando diferencias que permiten el movimiento de masas de aire.

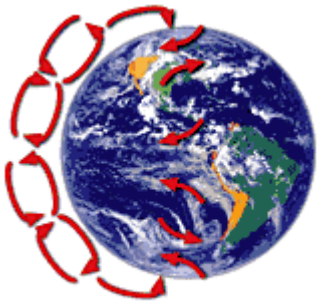

Figura N°050: Representación gráfica de los vientos globales y regionales.

2.3.2.4 Ciclo del Agua

El ciclo del agua también se produce de manera natural por la influencia de la radiación solar, haciendo que este vital elemento pase por sus tres estados (Sólido, líquido y gaseoso). El ciclo ocurre debido a que los rayos del Sol evaporan el agua líquida contenida en el océano, la que en estado gaseoso o en forma de nube se desplaza por el aire, pudiendo pasar de su estado gaseoso a sólido por la nieve y quedando en las montañas para luego ser derretida por los mismos rayos del

Representación gráfica del Ciclo del Agua.

Sol y filtrarse o escurrirse como cascada y/o río hasta la los lagos y volver al océano. O bien, pasar de su estado gaseoso en las nubes a su estado líquido tras precipitarse hacia el suelo como la lluvia, y unirse al los ríos o lagos para llegar nuevamente al océano y repetir el ciclo.

2.3.2.5 Fotosíntesis

La *fotosíntesis*, es el fenómeno natural que se da en la superficie de la Tierra, gracias a los rayos del espectro visible del Sol, la Luz solar. Este fenómeno es la base de la mayor parte de la vida de nuestro planeta. Básicamente, es el proceso mediante el cual, las algas, las plantas, los arboles y algunas bacterias, usan, captan o absorben la energía que viaja en los fotos de la luz del Sol, para convertir agua que toman de la tierra y gas del aire (CO_2), en alimento (azúcar o glucosa $C_6H_{12}O_6$) para su propio crecimiento y del que las coma, además, los vegetales, de este misma operación producen oxigeno respirable (O_2). Gracias a la luz del Sol, el suelo, el agua y el aire; crece el pasto, las plantas, los árboles y sus frutos, formando el primer eslabón de la cadena alimenticia y la mayor concentración de energía en la Tierra, que mantiene la vida desde millones de años.

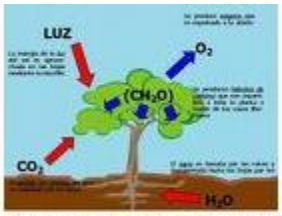

Figura N°051: Representación gráfica de la fotosintesis.

CAPITULO III Fundamentos sobre la Energía Solar, su presencia en la Tierra y aspectos a considerar para aprovecharla.

Desde los albores de la evolución, el ser humano
sólo a conocido y aprovechado una fuente de energía, el Sol:
la comida, la leña, el agua, el viento, el carbón, el gas, el petróleo…
son todos energía solar en diferentes estados y formas.

José Manuel Jiménez.

3.1.- ¿Qué es la Energía Solar?

Como ya se adelanto en el capítulo anterior, la *Energía Solar*, es aquella que viaja en los fotones de radiación que se libera en forma de onda electromagnética a todo el espacio, producto de la fusión nuclear que se genera dentro del Sol. Aproximadamente 5 millones de toneladas se irradian a cada segundo, llegando parte de ella a nuestro planeta, mientras que al Sol, aún le queda combustible para seguir haciéndolo unos 5.000 millones de años más.

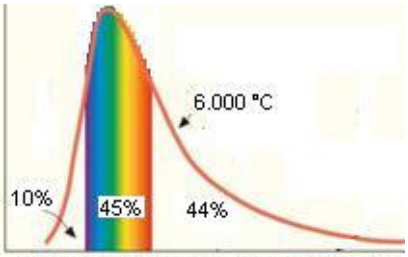

Figura N°052 Representación gráfica de los niveles de enegía por región espectral irradiados por la fotosfera.

La mayor cantidad de energía que libera el Sol se da precisamente en las longitudes de onda del espectro ultravioleta (10%), visible (45%), e infrarrojo (44%), formando el 99% de la energía irradiada por el Sol hacia el espacio en todas direcciones, las cuales se emiten desde la fotosfera. Esta superficie se encuentra a unos 6.000 [℃] aproximadamente, como lo muestra la curva en la Figura N°052. El resto de la energía que corresponde a las otras regiones del espectro, forman el 1% restante, teniendo una mínima incidencia en la superficie de la Tierra. En total, el Sol emite aproximadamente unos $3{,}73*10^{23}$ [KWs] de energía radiante.

La E*nergía Solar*, es la que dirige los ciclos geofísicos, biofísicos y bioquímicos que mantienen la vida en la Tierra, es decir; los ciclos del clima, del oxigeno, del agua y del carbono. Básicamente, induce las condiciones meteorológicas, el movimiento del viento, el movimiento del agua, el crecimiento de las plantas, el suministro de alimentos para todos los seres vivos y el aire que respiramos. Ha sido origen de casi todas las fuentes de energía que utilizamos. Además, es y seguirá siendo origen de la mayoría de las fuentes de energía renovable.

3.2 ¿De manera natural, en qué fuentes de energía se transforma la energía solar en la Tierra?

En el capítulo anterior, se habló sobre la influencia del Sol en la Tierra y se explicaron algunos fenómenos naturales que ocurren gracias a su radiación. En base a ello ya se sabe que la energía solar se transforma en fuentes de energía como el viento (eólica) y en biomasa. A ésta última, corresponde la materia orgánica originada de un proceso biológico, espontáneo o provocado, y que es utilizable como fuente de energía. Dos ejemplos muy claros de la biomasa natural, son los alimentos vegetales y la leña extraída de los bosques u arboles. Otro ejemplo de biomasa, que la denominan residual, son los residuos orgánicos de los animales y de los procesos agrícolas y forestales.

Figura N°053: Representación gráfica de las fuentes de energía en que se transforma el Sol

Otra fuente natural es la energía del agua (hidráulica) que circula en los ríos, debido principalmente al deshielo en las montañas y a las lluvias. También es necesario tener presente que los combustibles fósiles, son energía solar que se transformó en materia orgánica u organismos vivos como vegetales y animales, y que se fueron almacenando durante millones de años en las diferentes capas sedimentadas del suelo terrestre. Pero estas últimas, sabiendo que son económicas, actualmente muy accesibles y relativamente eficientes, lamentablemente su uso masivo e indiscriminado es el que ha estado repercutiendo de manera negativa en los ciclos naturales de nuestro planeta. En resumen, se puede decir que la energía solar es la fuente de energía por excelencia.

3.3 ¿Cuánta energía del Sol llega a la Tierra en forma de radiación?

Como se mencionó en el capítulo anterior, la radiación del Sol que llega a la atmosfera y superficie terrestre, sufre variación en relación a su interacción con el medio según la longitud de onda. Esto provoca que se pierda energía. Una de las formas que se utilizan para comprobarlo, es a través de la medición de la energía que llega hasta la superficie externa de la atmósfera y la que llega a la superficie de la Tierra. A la energía que se puede medir en la parte externa de la atmosfera, se la llama *constante solar*, y es la cantidad total de energía recibida

por segundo en un plano de una superficie de 1 [m^2] perpendicular a los rayos del Sol. Esta equivale a un promedio de 1.400 [Ws/m^2]. La energía que llega a la superficie de la Tierra después de atravesar la atmósfera, se determina de la misma manera, variando principalmente según la época del año, la latitud y nubosidad del lugar, entre los 1.000 [Ws/m^2] y 10 [Ws/m^2] en promedio. En la figura N°053, se muestra un gráfico que representa lo explicado, tomando como referencia un día despejado. En base al gráfico se puede concluir que es precisamente la radiación de la región del espectro visible, la que transporta la mayor energía que llega a la superficie terrestre (50% aproximadamente). La energía en forma de radiación solar directa o difusa que llega a la superficie terrestre durante un momento del día, la podemos calcular de manera rápida considerando un promedio de radiación de 500 [Ws/m^2] y una superficie de suelo terrestre de aproximadamente 149.000 millones de [m^2], lo que arroja un resultado de $7{,}45*10^{12}$ [Ws]. Esta enorme cantidad de energía llega distribuida por toda la superficie del suelo del planeta, así es que depende mucho de cómo y por medio de que la queramos aprovechar.

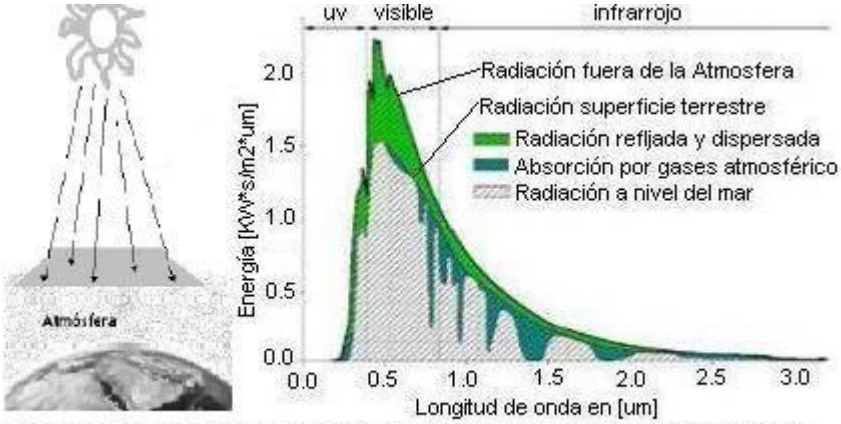

Figura N°054: Representación gráfica de la forma de medir la constante solar y de la energía feura de la atmosfera y en la superficie terrestre.

3.4 ¿En qué hay que basarse para aprovechar la energía solar en forma de radiación?

Lo primero que se debe conocer para aprovechar la energía solar, es que debido a las características y propiedades de su radiación como onda electromagnética, al incidir en un cuerpo u objeto material, puede ser reflejada, absorbida o transmitida. Entonces, bajo algunas leyes físicas, se puede decir que; la energía radiante que llega a un cuerpo material, será igual a la suma de la fracción de energía reflejada, más la fracción de la energía absorbida, más la fracción de la energía transmitida.

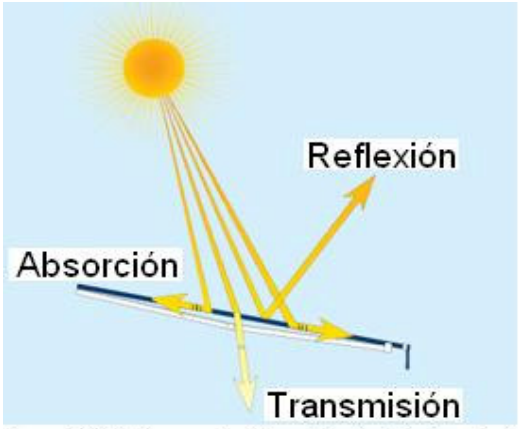

Figura N°055: Representación gráfica de la incidencia de la radiación solar en un objeto o cuerpo material.

Como la radiación de espectro visible o luz, es la que transporta mayor cantidad de energía que llega a la superficie terrestre, y a su vez, la única que podemos ver, se utilizará para explicar con más claridad y entender de mejor manera estos principios físicos, a través del comportamiento de la luz en los objetos. Lo que finalmente servirá para poder ejecutar cualquier aplicación que aproveche la energía solar incidente en forma de radiación.

3.4.1 La Luz

Antes que nada, es conveniente conocer el fenómeno por el cual podemos ver. Este se produce gracias a que los campos electromagnéticos de las ondas de luz, “excitan” o agitan los electrones de los átomos de nuestra retina, haciendo que se comuniquen con el exterior y permitiendo que nuestro cerebro a través de los impulsos eléctricos provocados por las diferentes frecuencias o longitudes de ondas de los colores, "construya" el escenario del mundo en que estamos. Básicamente, lo que vemos, es solo la radiación no absorbida, o mejor dicho, reflejada por la superficie de los objetos o cuerpos materiales.

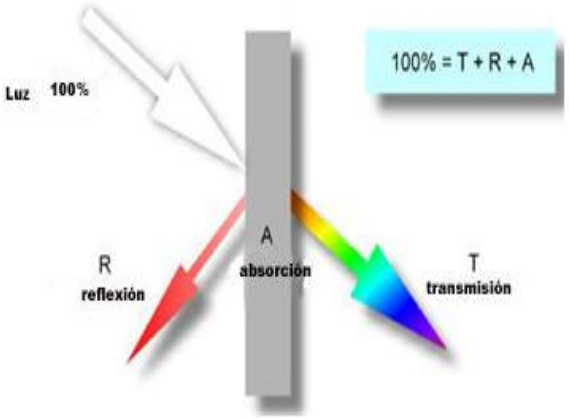

Figura N°056: Representación gráfica de la incidencia de la luz solar en un objeto material y sus fenómenos asociados.

Entonces, al incidir un rayo de luz en un objeto, ocurren los fenómenos de reflexión, absorción y transmisión en distintas proporciones, dependiendo del tipo de material (el material reflector, es brillante, el material absorbente, es opaco y el material transmisor, es transparente). En la práctica, nunca se da la absorción total, reflexión total o transmisión total, siempre se presentan estos tres fenómenos con algún porcentaje de cada uno.

Existen algunas particularidades referentes a la reflexión, absorción y transmisión que serán útiles conocer. Para el caso de la reflexión, hay una ley básica. Esta indica que el ángulo de incidencia de un rayo lumínico es el mismo con que se refleja el rayo, pero en sentido contrario. En base a esta ley, y a las características de la superficie reflectora, surgen cuatro tipos de reflexión de la luz.

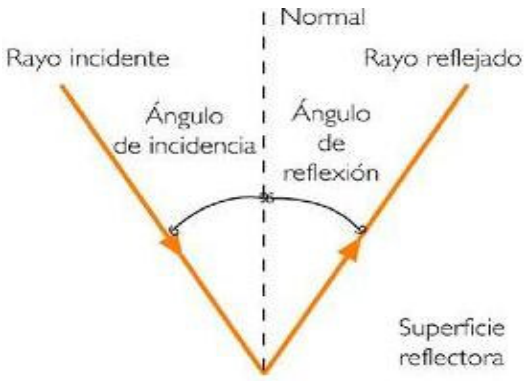

Figura N°057: Representación gráfica de ley de reflexión de un rayo de luz.

La reflexión de los espejos es la que más se acerca a la perfecta, los espejos y superficies muy pulidas pueden ser capaces de reflejar la luz de forma directa. En reflectores de menos calidad solo se verán rasgos pronunciados, en malos reflectores, apenas se verán siluetas. La calidad del reflector depende de la superficie que posee, ya que al tener relieves, por pequeños que estos sean, provocarán que los rayos de luz se reflejen en ángulos diferentes, dando origen a los diferentes tipos de reflexiones; especular o directa, dispersa, semidifusa y/o difusa. También existe otra particularidad de la reflexión, en relación a la forma de la superficie reflectora, la cual dependerá de la curvatura de esta. Como se muestra en la Figura N°058, la reflexión de rayos de luz directos, se puede concentrar en un punto específico.

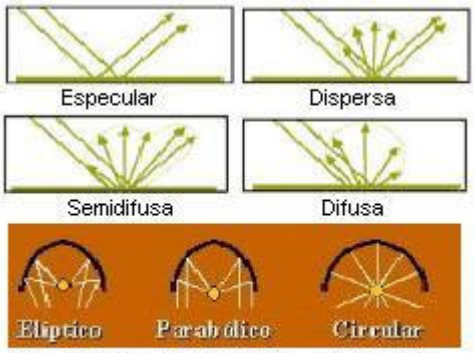

Figura N°058: Representación gráfica de los tipos de reflexión de la luz.

La transmisión de los rayos de luz, también tiene sus leyes, que se dan en sustancias como el agua y otros líquidos, en algunas membranas naturales, y en otras artificiales, como el plástico y el vidrio, que todas tienen la propiedad de dejar pasar la luz a través de ellas. Los rayos de luz, al pasar por un medio diferente al aire o transparente, pueden sufrir desviaciones, denominada refracción, la cual, se da cuando los rayos de luz inciden de manera oblicua (con un alguna inclinado) en estos medios, lo que provocará una variación en el ángulo del rayo transmitido. La mejor forma de reconocer este fenómeno, es a través de ver lo que ocurre cuando se coloca un objeto inclinado dentro de un vaso con agua, como se aprecia en la Figura N°059. Podemos ver la refracción convergente (la que nos interesa para el aprovechamiento de la radiación sola, porque existe la divergente), la cual corresponde a la transmisión de los rayos de luz, generalmente por un vidrio curvo, con el que se pueden focalizar los rayos en un punto específico (bajo las leyes de refracción se diseñan los lentes ópticos). Se le llama dispersión, a lo que ocurre con la luz en base a la refracción. Este, se produce cuando los rayos de luz pasan por un medio oblicuo, ejemplo un prisma o el agua (para el caso del arcoíris), con lo cual, la luz blanca que proviene del Sol (por ser ese su color original) se descompone en sus longitudes de onda, que se manifiesta en sus distintos colores.

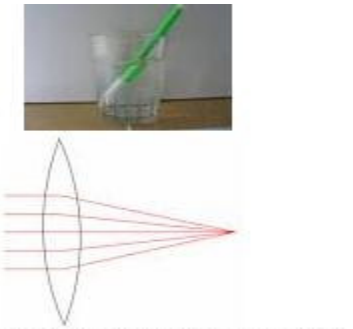
Figura N°059: Representación gráfica de la refracción de los rayos de luz.

Figura N°060: Representación gráfica de la dispersión de la luz.

La absorción, la podemos ejemplificar en base a los colores. Como se mencionó en el inicio de este apartado referido a la luz, nosotros vemos los colores que son reflejados en los objetos, esto significa que cada objeto absorbe las longitudes de onda del espectro visible que no son reflejadas. Al ver un objeto de color blanco, quiere decir que la pigmentación de la superficie de ese objeto, es capaz de reflejar prácticamente todos los colores, lo que provoca que en nuestro cerebro se cree la sensación de color blanco. Para el caso del color negro, el cual lo relacionamos con la oscuridad o falta de luz, corresponde a las superficies cuyas pigmentaciones son capaces de absorber la luz de manera total. En este último caso, es precisamente donde existe otra de las propiedades que se requiere considerar para aprovechar la energía solar, ya que los cuerpos negros al absorber totalmente la luz, están absorbiendo la energía radiante del Sol, por lo tanto, aumentan el calor y en consecuencia la temperatura del objeto en el cual incide. Esto lo podemos notar fácilmente en un día de Sol, si tocamos la superficie de un auto de color negro y la de otro de color más claro, notaremos que después de un tiempo de exposición a la radiación, el de color negro estará mucho más caliente que el o los de los otros colores.

Cabe mencionar que a los cuerpos también los podemos ver por la radiación que emiten. Esto se da para el caso de los cuerpos que tienen cierta temperatura interior. Por ejemplo, una barra de metal frio, solo lo veremos al haber luz, pero si esta se caliente, se comenzará a ver rojo por su radiación infrarroja ascendente. A medida que se vaya calentando y llegue hasta los 1.500 [℃], emitirá una luz de color amarillenta y brillante. Ahora, sí logra llegar a los 6.000 [℃], aparte de fundirse, la radiación que emite se verá de color blanco (como el Sol). Por este mismo fenómeno vemos las llamas del fuego.

Figura N°061: Representación gráfica del color emitido por un metal caliente.

3.4.2 El Calor

Otro de los fenómenos que hay que considera si queremos sacarle mejor provecho a la energía solar a través de la radiación que emite, es el calor, ya que este está ligado a lo explicado en el apartado anterior, referente a la absorción de la luz en los cuerpos de color negro. Por lo cual, debemos entender el concepto de calor y las propiedades que posibilitan la transmisión.

El calor, es la forma de energía que existe a través del movimiento (cinética) de moléculas y átomos que integran los cuerpos o fluidos. Cuando se le aporta calor a un cuerpo, fluido o medio material, se producen tres efectos. Uno corresponde a la dilatación, debido a la energía

térmica que actúa en el interior separando las moléculas y aumentando el volumen del cuerpo. Otro corresponde a la fracción de la energía que actúa externamente, y que hace frente a la resistencia del medio a la dilatación. Y otra que corresponde a la fracción restante que aumenta la velocidad del movimiento de las moléculas, incrementando la energía cinética en su masa, y que va produciendo la elevación de la temperatura.

Es necesario saber diferenciar el concepto de calor, con el de temperatura. La temperatura es un concepto relativo y se relaciona con la sensación de frio o calor. La temperatura, es solo un indicador de la energía cinética media que poseen las moléculas de un cuerpo o fluido. Por ejemplo, las moléculas de un cuerpo o fluido están absolutamente quietas, solo a los 273 grados bajo cero (-273 [℃], 0 absoluto), el agua detiene su movimiento molecular a los 0 [℃]. El calor, es la suma de la energía cinética de cada una de las moléculas de un cuerpo o fluido. Para entender lo anterior, podemos imaginar el siguiente ejemplo, el cual, se puede representar con un par de ollas, donde en una hay un litro de agua, y en la otra hay dos litros de agua. Si queremos que ambas estén a 100 [℃], se lograra en tiempo diferentes, para lo cual, se necesita que la olla de dos litros absorba más calor, por ende, se necesita mayor energía, lo que finalmente se traduce en que las dos tienen la misma temperatura, pero almacenan distinta cantidad de calor. Entonces, todo cuerpo que eleva su temperatura, es porque está recibiendo una cierta cantidad de calor, y todo cuerpo en el que desciende su temperatura es porque está cediendo una determinada cantidad de calor.

Figura N°062: Representación gráfica de las formas de transmitir calor.

En base a las leyes de la termodinámica, se explican las formas de traspasar el calor de un cuerpo a otro, donde básicamente la superficie del cuerpo que esté a mayor temperatura, le traspasará calor al otro de menor, y la dirección de la transferencia es del objeto o fluido más caliente, al más frio. En base a esto, se puede explicar cada forma de transmitir la energía térmica o calor, las que en la mayoría de los casos, suelen darse combinadas.

Transmisión por Convección: esta se produce cuando el calor pasa de un cuerpo caliente a un fluido y al revés, cuando un gas o líquido caliente entra en contacto con algo frio. Este es un proceso natural en los gases y líquidos, donde el calor, hace que se agiten las moléculas de los fluidos, ocupando más espacio y haciéndolos más livianos, provocando que suban. Como el fluido frio es más pesado, bajará y ocupará el espacio que dejó el fluido cálido. Este es el principio por el cual se da origen al movimiento de las masas de aire o viento, el que se puede provocar de manera forzada en pequeños espacios. También se puede apreciar fácilmente

cuando se pone a hervir el agua de una olla, ya que es el resultado de la gran movilidad de moléculas de agua que fueron agitadas por el calor, haciendo que suban, algunas se evaporan, otras se enfrían, bajan y vuelven a subir. Un ejemplo que tiene relación con el aprovechamiento de la energía solar, bajo este principio, es el que se da cuando tenemos un cuerpo negro como superficie, y dentro circula un fluido. La radiación que absorbe el cuerpo negro se traspasa al fluido, y produce su movimiento.

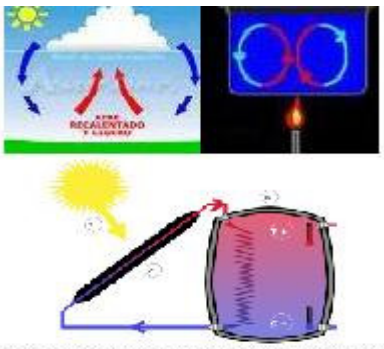

Figura N°063: Representación gráfica de la transmisión de calor por convección.

Transmisión por Conducción: esta se produce cuando el calor se propaga a través de la masa de un cuerpo, sin que sus moléculas cambien de posición relativa. La energía calórica pasa de una molécula a otra al haber contacto físico o choques. Por ejemplo, al calentar una barra de hierro en un extremo, al poco rato se sentirá el calor en la otra punta.

Figura N°064: Representación gráfica de la trasmisión por conducción.

Existen materiales que son mejores conductores de calor y por ende con mayor resistencia a cambiar de estado, dilatarse o incinerarse, como lo que ocurre con la madera. Pero en general, los metales son los mejores conductores de calor y resistentes a él.

Transmisión por Radiación: como ya se ha mencionado, el calor se puede transmitir por ondas electromagnéticas, de igual forma que lo hace el Sol. El ejemplo más tangible para esta forma de transmisión de calor, es el de una fogata, donde esta, emitirá radiación térmica, la cual, al entrar en contacto con un cuerpo, al igual que la radiación luminosa, una parte será reflejada, otra absorbida y otra transmitida. Ahora, la radiación térmica de una fogata no la vemos, ya que corresponde a una longitud de onda mayor a las de la región visible. Si esta empieza a radiar energía de ondas cada vez más cortas y frecuentes, comenzaremos a ver el calor al presentarse al rojo vivo. Si sigue aumentando el calor, se verán los otros colores, pero siempre en el centro de la fogata, lo que corresponde a la irradiación de calor por onda corta. Las que se propagan como calor de onda larga, corresponden a la región infrarroja del espectro, y son ellas las que se perciben a cierta distancia de la fogata. La diferencia que tiene este tipo de transmisión de calor con respecto a los anteriores, es debido a que está no requiere de un medio físico para que se produzca su propagación. Esto se verifica por medio de la energía térmica que llega desde el Sol a nuestro planeta, viajando por el vacio.

Figura N°065: Representación gráfica de la transmisión por radiación.

3.4.3 Aislamiento Térmico

Otro principio que será de muy buena utilidad, y que depende del tipo de material, y que tiene directa relación con el calor o energía térmica, es el aislamiento térmico. Con él, se puede conseguir que la temperatura de un cuerpo o fluido se mantenga, sin necesidad de estar aplicando constantemente calor. Esto es debido a que el material con propiedades aislantes, reducirá la transmisión de calor al mínimo. El mejor obstáculo para la conducción de calor, será disponer de la menor cantidad de moléculas entre las superficies de contacto, debido a que la conducción se produce de molécula a molécula. Se puede decir con mucha seguridad que el peor conductor de calor, y por ende, el mejor aislante térmico es el vacio. Este, generalmente se usa en los termos para mantener agua o productos fríos o calientes. El que sigue, a modo de escala de mayor a menor calidad, sería el aire. Este, es muy bueno en la convección, pero al mantenerlo quieto o sellado en un volumen pequeño entre superficies, funcionará bien. Siguiendo la escala descendente, desde este mismo concepto de aislante térmico por medio de la quietud del aire, nacen los aislantes materiales, tanto naturales como artificiales, debido a que estos, logran encerrar pequeña bolsas de aire que no convergen, lo que logra limitar en grandes cantidades la manifestación de la convección.

Dentro de los aislantes naturales podemos encontrar la paja, la madera, el cartón, el corcho, el papel, los pelos de los animales, algunas plantas, etc. Para el caso de los artificiales, la tecnología ha conseguido sintetizar materiales aislantes especialmente diseñados para cumplir esta función, como el poliestireno, la espuma de poliuretano, la lana mineral, la fibra de vidrio, el boro-silicato y algunos plásticos esponjosos que obtienen buen volumen con poca masa.

Un factor que puede incidir negativamente en la aislación térmica, es la transmisión de calor por radiación, ya que ni el aire ni el vacio son barreras para ello. Pero como toda onda electromagnética, se puede reflejar, y a su vez, la reflexión funciona como un componente más de la aislación térmica.

En resumen, para lograr un buen aislamiento, o en último caso, que dure el mayor tiempo posible, se deben mezclar los diferentes materiales y formas de aislar, para obstaculizar a las formas de transmisión del calor, ya que en definitiva, el ambiente externo en algún momento (por prolongado que sea, como en noche muy heladas o muchos días seguidos con demasiada e intensa nubosidad) logrará que las leyes de la termodinámica jueguen en contra de uno, a través del equilibrio térmico. Aunque si se procede bien, siempre será de una gran y a veces inimaginable ayuda.

3.4.4 Efecto Invernadero

Sin duda, el fenómeno natural en la atmósfera que mantiene la temperatura adecuada para la vida en la Tierra, es un muy buen ejemplo a seguir (considerándolo sin la acción desfavorable del hombre). Ya que por todos es muy bien sabido que se pueden generar microclimas para la producción de vegetales en cualquier zona y época. Recordando lo explicado en el capítulo anterior, sabemos que la energía solar atraviesa la atmosfera principalmente con la radiación de onda más corta, o sea la luz visible, la que justamente contiene más energía de las que llegan a la superficie. Luego, parte de la energía será absorbida por las plantas para desarrollar la fotosíntesis, pero también, una buena parte de esta, será absorbida por lo opaco del suelo o tierra, la que al calentarse, emitirá radiación de onda larga o infrarroja, la cual se encontrará con una barrera que la hará rebotar. Dicha barrera y en el caso de la atmosfera, son los gases, el vapor de agua, etc. pero para el caso del invernadero casero, será el material transparente que sirva de transmisor de la luz del sol y reflector de la radiación infrarroja que emita el suelo o tierra del invernadero, con lo que se genera un muy buen efecto que servirá para la auto producción de alimentos vegetales, en su mayoría verduras.

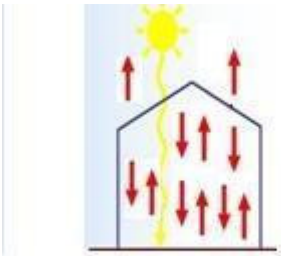

Figura N°066: Representación gráfica del efecto invernadero "casero".

Dentro de los materiales adecuados para imitar este fenómeno natural que se transforma en un aplicación de gran utilidad y beneficio, tenemos por ejemplo el vidrio común, el cual, deja pasar desde un 80 hasta un 90 por ciento de la luz radiada por el Sol, en una incidencia perpendicular de los rayos, el que su vez, actúa como material relativamente opaco ante la radiación infrarroja, con lo que logra que una parte se la absorba y en su mayoría sea reflejada. Cualquier cristal transparente funcionará para estos efectos, al igual que el conocido nailon o plástico transparente.

En resumen, lo que se logra imitando este efecto, es mantener encerrada por algún tiempo la energía del Sol que llega por medio de los rayos de luz. En base a esto, se pueden construir distintos aparatos a modo de cajas calientes, que sirvan de “trampas” de luz solar, en las que se puede aumentan y mantener la temperatura durante el día. Consiguiendo un buen diseño y construcción, mezclando este efecto con un buen aislamiento, se puede superar fácilmente los 50 [°C] en días de poca nubosidad, llegando hasta los 120 [°C] con radiación constante y directa.

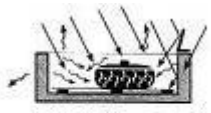

Figura N°067: Representación gráfica de una trampa de luz solar usada para cocinar.

3.4.5 Efecto Fotoeléctrico o Fotovoltaico

Este fenómeno fue uno de los últimos descubiertos y recién, alrededor de 1954 fue posible convertir directamente la energía solar en energía eléctrica, ya que su tecnología está ligada a la física cuántica y específicamente a los materiales semiconductores, con los que la electrónica y la investigación espacial se desarrollo de manera inimaginable.

Básicamente, corresponde al efecto que produce el movimiento de electrones, cuando inciden los fotones de luz solar en un material semiconductor, como por ejemplo el silicio, convertido en una celda o célula. Esta, se elabora formando una especie de oblea separada en dos capas dopadas con impurezas de distinta naturaleza, lo que provoca que las capas tengan distinta carga eléctrica. La capa delantera se denomina capa N, debido a que se carga negativamente, esto quiere decir que le sobran electrones. La capa trasera, denomina capa P, se dopa dejándola carga positivamente. En la unión de ambas capaz N-P, se crea una zona de equilibrio que no permite el intercambio de electrones por la naturaleza del material semiconductor (esto quiere decir que solo conducirá electrones en una dirección). Al incidir la energía de los fotones que viajan en los rayos de luz solar, provocará que los electrones sobrantes de la capa N salgan de sus orbitas del núcleo atómico, generando una diferencia de potencial entre ambas capas, la que puede ser extraída por medio de materiales conductores conectados a sus extremos, formando así una corriente eléctrica. Se logra entonces transformar la energía lumínica del Sol en energía eléctrica y aprovecharla para sus múltiples usos finales.

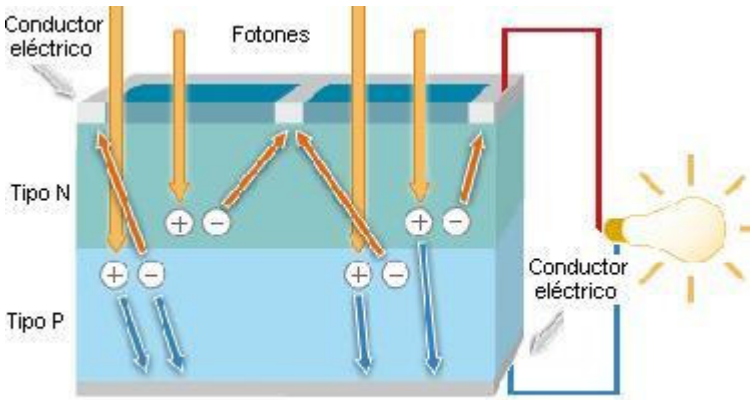

Figura N°068: Representación gráfica del efecto fotovoltaico.

Como se puede apreciar, la mayoría de los principios explicados en los cuales hay que basarse para el buen aprovechamiento de la radiación del Sol, son fenómenos naturales, los que se pueden imitar y mezclar para utilizar en nuestro beneficio cotidiano. Esto, conlleva la gran ventaja de que la energía de la cual nos estaríamos abasteciendo diariamente, ni más ni menos, es la fuente esencial de la vida en la Tierra. La que es natural, es limpia y a escala humana, es inagotable; la Energía Solar.

3.5 ¿Qué factores hay que considerar para aprovechar la energía solar en forma de radiación?

Indudablemente, los factores siempre serán muchos, pero se pueden consideración los que incidirán de manera más relevante. La Tierra en forma de onda electromagnética, la que corresponde a un sinnúmero de rayos, donde cada uno transporta energía a través de los fotones. Podemos imaginar que diariamente recibimos una lluvia de fotones, donde su intensidad y ángulo de incidencia variará en relación a diferentes factores, los que determinarán de alguna manera el criterio que se debe tener para optimizar el aprovechamiento de la energía solar, independiente del aparato, sistema o construcción que se quiera implementar. Se debe considerar la: ubicación geográfica, distinta época del año, orientación e inclinación de los sistemas. Claramente, siempre existe un alto grado de relación entre los factores involucrados. Por ejemplo, la ubicación geográfica y la época del año, están estrechamente relacionados y dan origen a los criterios que se debe tener en la orientación e inclinación, independiente que generosamente el Sol, nos regala su luz y calor diariamente en cualquier punto de nuestro Planeta.

3.5.1 Ubicación Geográfica y Época del año

Necesariamente, al momento de querer implementar alguna aplicación de la energía solar es fundamental saber donde se está parado, ya que nuestra ubicación en el globo terráqueo no indicará ciertas características de la zona geográfica en la cual se quiera llevar a cabo alguna aplicación de la energía solar con muy buenos resultados.

Básicamente se deben tener conocimientos generales de las características climatológicas del lugar, lo cual repercutirá directamente en la intensidad de la radiación solar según la nubosidad que esté presente durante el año en la zona, pero recordando siempre que este no es un impedimento para la luz del Sol, ya que hasta su radiación difusa se puede aprovechar en varias de sus aplicaciones. Otro aspecto relacionado con la ubicación geográfica, corresponde al conocimiento de los parámetros de altitud, longitud y latitud, siendo esta última la de mayor importancia, por el hecho de que con ella, se puede obtener el ángulo que funcione mejor como plano perpendicular a la radiación solar.

La época del año, aparte de presentar las condiciones climáticas de los distintos momentos, nos indicará el nivel de nubosidad que está íntimamente ligado a la zona geográfica y determinará el recorrido del Sol y la duración de las horas de luz de los días en relación al punto de ubicación. Esto conlleva el factor involucrado del ángulo de incidencia de los rayos del Sol por las diferentes alturas que describirá en su trayectoria anual. Claramente en verano, aparte de haber más horas de luz, se observará que el Sol se presentará con una mayor altura, lo que provocará que la radiación incida con un ángulo más cercano al perpendicular. Al contrario, en el invierno, se tendrá menos horas de luz y el Sol se presentará en un ángulo menor, donde su radicación incidirá relativamente inclinada. En otoño y primavera se presentará en un punto medio de ambos. En la Figura N°069, se pueden apreciar las diferentes alturas que describe el Sol, en las distintas épocas del año al medio día, y en diferentes latitudes.

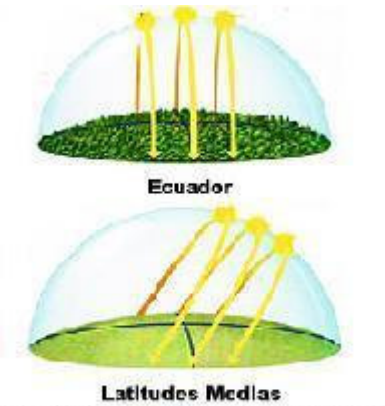

Figura N°069: Representación gráfica del recorrido del Sol a los largo del año en distitas latitudes.

3.5.2 Orientación e Inclinación

Estos factores demandan un cierto grado de importancia para hacer efectivo lo relacionado a la época del año y ubicación geográfica. Idealmente, si se cuenta con aparatos que puedan seguir el recorrido del Sol, en último caso de manera manual, se tendrán mejores resultados, pero la mayoría de los aparatos, sistemas o construcciones, quedarán fijas en una misma posición, lo que requerirá qué, a la hora de dejarlo instalado o implementado, se tomen las precauciones adecuadas para ubicarlo en una posición tal, que su inclinación y orientación este en un punto, donde se aproveche mejor la presencia del Sol con menores ángulos de incidencia.

Primero, se debe tener presente el hemisferio. Para el caso de Chile, hemisferio Sur, toda orientación e inclinación deberá ser en relación al Norte geográfico. Esto se obtiene al hacer un seguimiento al recorrido del Sol alrededor del medio día solar (este variaría según época del año y nunca es el que indica la hora convencional, pero siempre está entre las 12:00 y las 14:00 horas), con una vara que se ubique perpendicular al suelo. La sombra más corta y recta que genere la vara, indicará la dirección del Norte geográfico con seguridad. Así, se deben orientar de cara al Sol

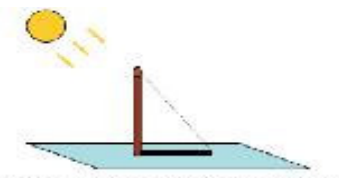
Figura N°070: Representación gráfica de la determinación del Norte Geográfico.

todos los aparatos, sistemas y construcciones.

Segundo, para el caso de la inclinación, conociendo la latitud exacta del lugar, basta con sumarle 10° a esta, para posicionarla en un punto donde a la incidencia del ángulo de la radiación de los meses de invierno, se le pueda sacar el mayor provecho, ya que para los mejores meses estará casi asegurado su éxito de captación de radiación de verano.

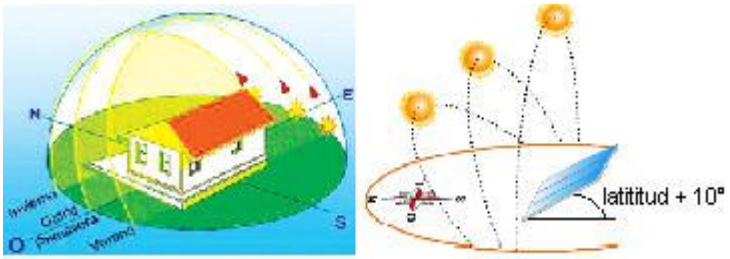

Figura N°071: Representación gráfica de la orientación e inclinación de construcciones, sistemas y aparatos.

Por lo tanto, es conveniente posicionarlos con la inclinación que saque mejor provecho en las épocas de “escases” de radiación y ángulo de incidencia de esta misma. A su vez, todo diseño, construcción e implementación, tiene que estar pensando para que funcione en las peores condiciones de radiación.

Sin duda, a través de los datos del promedio de radiación del lugar en los diferentes meses del año, la consideración de los factores de manera matemática, y los cálculos de las reacciones de estos en los componentes materiales a utilizar, darán una buena aproximación de la fidelidad del aparato que se quiere diseñar, construir y/o implementar, y sin duda, hoy genera un desmesurado respaldo en base a la teoría. Pero la experiencia indica que entre la teoría y la práctica, existe una diferencia que es necesaria conocer. De hecho, ¿hay mejor satisfacción que ver o comprobar las cosas por uno mismo?, ya que por más bonita que se pinte la historia o por más espectacular que sea un cuento, a nadie se le puede generar mejores sensaciones que las de haber vivido la experiencia. A lo que invito (y personalmente me sumo), a que más allá de la tecnología que se ofrece hoy, la cual está limitada por el factor económico visto en un corto plazo, y que de todas maneras hay que implementar sin escatimar gastos, es más bien, a aventurarnos en el diseño e implementación de los propios aparatos y construcciones pequeñas, de cara a obtener provechos del astro que nos cobija. Con todo esto, no solo se conseguirán satisfacciones propias, sino que también se dará una mano al cuidado del medio ambiente, y un tremendo ejemplo a los descendientes.

En el siguiente capítulo, se ilustra y explica una variedad de aplicaciones y utilidades, en grande y pequeña escala, donde en esta última, se pueden obtener modelos inspiradores.

CAPITULO IV La Energía Solar: Aplicaciones y Utilidades

"La Energía Solar puede satisfacer todas nuestras necesidades.
No sería racional no intentar aprovecharla por todos los medios técnicos posibles,
esta fuente energética gratuita, limpia e inagotable, que puede liberarnos
definitivamente del petróleo o de las otras alternativas poco seguras,
contaminantes o, simplemente, agotables"
Censolar (Centro de Estudios de la Energía Solar).

4.1 ¿En qué se puede aprovechar la Energía Solar?

Existe una amplia gama de aplicaciones y utilidades, a veces poco creíbles, en las que se puede sacar provecho a la Energía Solar que llega en forma de luz y calor. La mayoría que se conocen hoy, son posibles gracias a los avances tecnológicos, que vienen de la mano con el planteamiento científico que rige la física, la química y la matemática. Pero también, es y seguirá siendo posible como lo han hecho todos nuestros antepasado, sin tanta tecnología ni profundos cálculos. Solo apelando a los conocimientos del funcionamiento de la naturaleza, las capacidades artesanales y la experiencia práctica.

La energía que arroja el sol sobre el suelo, puede ser aprovechada directamente, esto quiere decir, su radiación ultravioleta (en algunos casos), visible e infrarroja, o bien en base a una reacción que provoquen estas, siempre, convirtiéndola en otra forma de energía, como por ejemplo, la calórica, mecánica o eléctrica, incluyendo todos los usos que le damos actualmente. También, se puede aprovechar de manera indirecta, a través de sistemas o aparatos basados en el aprovechamiento del movimiento del aire o viento, del movimiento del agua y de la biomasa.

Al hacer una primera aproximación a las diferentes aplicaciones y utilidades básicas que se pueden obtener de los generosos rayos del Sol, y que siempre se pueden combinar, mezclar o acoplar para otros usos, por nombrar algunos tenemos:

Invernadero	*Destilación*	*Desalinización*
Secado	*Pasteurización*	*Cocción de alimentos*
Calentamiento de agua	*Climatización*	*Calefacción*
Refrigeración	*Electricidad*	*Iluminación*

4.2 ¿Cómo se clasifican las formadas directas de aprovechar la Energía Solar?

El aprovechamiento directo de la Energía Solar, actualmente es clasificado en dos tipos, denominados; *Energía Solar Pasiva* y *Energía Solar Activa,* en los cuales, se incluyen todas las formas básicas para aprovechar su radiación tanto directa como difusa.

La *Energía Solar Pasiva*, corresponde al proceso de captación de la radiación solar, a través de sistemas de almacenamiento y aprovechamiento sin elementos mecánicos para su transformación en energía térmica. Estos sistemas, se basan en un diseño adecuado de construcción, donde la arquitectura está compuesta por materiales con características necesarias para la captación, acumulación y circulación de la energía calórica. En estos podemos encontrar las construcciones o arquitecturas bioclimáticas. Dentro de los sistemas de construcción o arquitectura bioclimática, o simplemente climatización pasiva, existen los denominados sistemas de ganancia directa y de ganancia indirecta. Como ganancia directa se entienden aquellas construcciones donde se utilizan materiales transparentes para que ingrese la radiación y sea almacenada en el espacio interior. Y por ganancia indirecta se entienden aquellas construcciones donde se utilizan materiales en muros y/o techumbres, que absorben la radiación para traspasarla al espacio interior. La *Energía Solar Activa*, corresponde al proceso de aprovechamiento de la radicación solar, a través de sistemas compuestos por artefactos o dispositivos que la transforman, almacenan y distribuyen en energía térmica, mecánica o eléctrica. Por ejemplo, sistemas de calentamiento de agua y sistemas de generación de electricidad. También se pueden diseñar los denominados S*istemas Mixtos*, los cuales corresponden a la utilización de sistemas activos y pasivos combinados.

4.3 ¿En qué se aplican y/o utilizan, y cómo funcionan los aparatos y sistemas que aprovechan la Energía Solar?

A continuación se explicarán varias de las formas de aprovechar la radiación solar, apoyándonos en representaciones gráficas e ilustraciones de diferentes aparatos, sistemas, construcciones e instalaciones. Con el fin de familiarizarnos en relación a los principios utilizados en el diseño y confección de estos, y darnos cuenta que son total y absolutamente comprobados y posibles de desarrollas, además de conocer sus diferentes aplicaciones y utilidades.

4.3.1 Invernaderos Solares

Los invernaderos, son una aplicación para la agricultura. Estos, corresponden a la construcción de recintos con materiales transparentes que permiten el paso de la luz solar, y mantienen el calor dentro del espacio, imitando el efecto invernadero natural que mantiene la vida en la Tierra. Con ellos, se consiguen las condiciones adecuadas para el cultivo de plantas y hortalizas que se desarrollan por el proceso de la fotosíntesis. Sin duda, es fundamental satisfacer las necesidades alimenticias, y esta es una muy buena opción para obtener de manera autónoma alimentos vegetales, naturales y saludables, en cualquier ubicación geográfica, además de poder cultivar algunas flores y plantas de jardinería y, realizar germinación de vegetales.

La temperatura adecuada para los espacios internos de los invernaderos, fluctúa entre los 10 y 30 [℃], considerando que la germinación de semillas debe realizarse entre los 18 y 25 [℃].

Existes algunas diferencias de construcción, las que funcionan adecuadas a las condiciones climáticas de la zona donde se quieran implementar. Dentro de estas, se pueden nombrar las que son de una altura considerable, con lo que se logran temperaturas menores para zonas cálidas, y por ende, de menor altura para mantener el calor en zonas menos calidad, tomando en cuenta el tamaño necesario para la atención y mantenimiento de los vegetales. Ahora, la forma del invernadero también tiene relación con lo anterior, ya que para el caso de las que son como túneles o semicilíndricos, dejan pasar una mayor cantidad de radiación. Las con techo en "Λ" o dos aguas, son recomendables para zonas donde exista una mayor diferencia de temperatura entre el día y la noche.

Figura N°072: Representación gráfica de Invernaderos

En lugares y días que sea demasiada la radiación, se pude contar con algún tipo de lona o plástico de color para el techo que actúe como material de sombra, evitando el ingreso masivo de luz y mantenga una temperatura más adecuada. También, existe una alternativa para lugares y días con poca radiación, esta consiste en tener paredes interiores oscuras, con el fin de absorber más luz y emitirla como infrarrojo dentro del invernadero y, en la estructura, utilizar materiales blancos para que reflejen la radiación y que provoquen el mínimo de sombra posible.

Siempre se requiere tener como ventilarlo, con el fin de que el aire se renueve y se pueda controlar la temperatura interior, principalmente en verano. Esto puede ser directamente con agujeros en la parte baja y alta del invernadero en lugares cálidos, o por medio de alguna especie de ventana que sea del mismo material y que se abrá, lo que permitirá que sea mucho más manejable la temperatura y el aire interior.

También es necesario considerar la eventual existencia de viento en forma de corrientes de aire frías, para lo cual es conveniente instalar cortinas cortavientos para evitar que las corrientes terminen haciendo descender la temperatura. En el caso de existir mucho viento, es recomendable poner algo que proteja la construcción, y simplemente desvíe el viento.

Independiente de la altura, forma, tamaño y ventilación, siempre se debe orientar en dirección Norte-Sur (para el caso de nuestro hemisferio, al igual que todo aparato, sistema o construcción).

4.3.2 Desalinización y Destilación Solar

La desalinización y destilación, es otra forma de aprovechar la energía solar, imitando un fenómeno natural que el Sol provoca continuamente. Este, se manifiesta en el ciclo hidrológico, donde el agua de los mares y zonas húmedas, al ser calentados por los rayos del Sol, se evaporan, dando origen a las nubes y la humedad relativa de la atmosfera. Luego se enfrían, condesándose en gotas de agua que se precipitan hacia el suelo. El agua de lluvia es casi pura, solo pasarán a quedar algunos restos de partículas que estén dispersas en el aire. Estas gotas de lluvia, en algún momento volverán a evaporarse, condensarse y continuando el ciclo permanentemente (es posible que hoy estemos consumiendo agua que fue parte de la dieta de un dinosaurio, o del baño de algún Faraón).

Entonces, la desalinización y destilación solar, es el proceso por el cual se puede obtener agua potable y darle sus múltiples usos finales; a partir del agua de mar, de agua de lluvia, de agua “sucia” sin componentes contaminantes como sólidos, metales pesados o minerales radiactivos, y de la generación de un ambiente muy húmedo de manera forzada.

Para la confección de estos aparatos que funcionen con agua, ya sea de mar, de lluvia o sucia, se debe considerar que la energía del Sol, tiene que provocar una evaporación y condensación natural acelerada, lo que se logrará superando los 40 [℃]. Esto es posible, basándose en los principios del efecto invernadero y absorción de radiación, llegando en algunos casos a los 60 [℃].

Como se muestra en la Figura N°073, el aparato debe constar de un material transparente en la parte que hace de cubierta, dejando pasar la luz y reteniendo el calor (infrarrojo). Para aumentar el efecto invernadero se coloca una superficie negra, de preferencia metálica, en la parte inferior, con el fin de que absorba la radiación, y se emita como calor. Además, en esta superficie negra, se pone el agua que será utilizada para el proceso de desalinización o destilación. Al aumentar la temperatura interna, se comenzará a desarrollar un proceso de convección, que hará que por medio del vapor, al ser un estado del agua más liviano, llegue hasta la superficie interna de la cubierta.

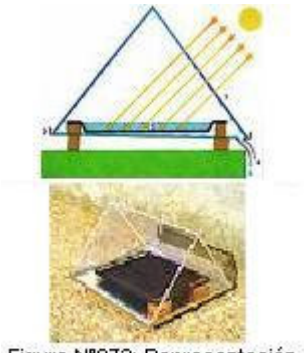

Figura N°073: Representación gráfica de un destilador común

Para lograr que esta se acumule en películas de agua que se deslicen por dicha superficie hasta los costados, y evitar que sean gotas que caigan sin alcanzar a desplazarse, se debe diseñar la cubierta con un ángulo de 20 a 30 grados de inclinación por lado. En los costados, se tienen que poner canales que reciban el agua condensada. Y destinar una parte de los canales para que escurra el agua hacia el exterior.

En zonas cálidas se alcanzará rápidamente la vaporación y condensación, aumentado su producción. En zonas frías, tardará más tiempo y será menos la producción, pero siempre las zonas menos calurosas, cuentan con mejores recursos hídricos.

Para las zonas muy calurosas o días de mucho Sol, como en el desierto o pampa, se puede improvisar una alternativa que consta de hacer un hoyo en la tierra de unos 50 por 50 [cm] de ancho y profundidad, colocando un recipiente en la parte más baja, extendiendo un plástico o bolsa por fuera del agujero, y poniendo un peso, que puede ser una piedra, en el centro, justo encima del recipiente. Aquí, se genera un ambiente húmedo formado, haciendo el efecto invernadero a través de las capacidades de absorción y aislamiento de la tierra. A la desalinización y destilación, también se les pueden dar usos en sistemas de regadío, para abastecimiento de agua en casa o pequeñas comunidades, para uso de aguas residuales y en industrias. Por ejemplo, en industrias pesqueras, perfectamente se puede combinar con bombas que permitan la obtención de agua del mar y que distribuyan el agua desalinizada para los diferentes usos finales.

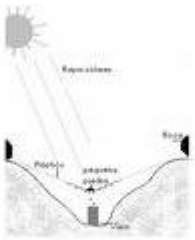

Figura N°074: Representación gráfica de un destilador inprovizado

Figura N°075: Representación gráfica de otros modelos de destiladores solares

4.3.3 Secado Solar

De alguna manera, todos hemos usado el Sol para secar, ya sea a nosotros mismos después de un baño o para secar nuestra ropa exponiéndola directamente a sus rayos. Así, un secado solar, es una excelente forma de aprovechar la radiación del Sol, para transformarla en aire caliente, utilizándola principalmente para la deshidratación y secado de heno, cereales, frutos y hierbas para su conservación. Un secador solar, está sujeto a fenómenos y principios ya descritos. Apoyándose de la Figura N°076, se puede explicar fácilmente su sistema de funcionamiento. Para el día, se mantiene abierta la tapa que se muestra en la zona inferior, por la cual, se produce el ingreso de aire frio. La parte inclinada o placa solar de aire caliente, está compuesta de un vidrio o material transparente y una superficie negra, con el fin de dejar pasar y absorber la radiación respectivamente. La superficie negra, así como absorbe, emite la radiación en forma de calor, lo que hace que el aire se caliente y circule hacia el armario de secado construido en sus bordes con una capa de material aislante térmico (esto se presenta con la parte amarilla del esquema) y compuesta por rejillas. En la primera rejilla, se colocan piedras o ladrillos que vayan absorbiendo parte del aire caliente y manteniendo la temperatura. El aire caliente, al ser más liviano, sigue su curso ascendente, pasando por las demás rejillas portadoras de los componentes a secar, y saliendo por la parte superior al tenerla relativamente abierta, llevándose consigo la humedad interior y deshidratando los alimentos o compuestos. Durante la noche, también se puede continuar con este proceso. Aquí, se cierran las puertas y entra a jugar el calor acumulado por las piedras o ladrillos, los que mantendrán la temperatura interna a medida que vayan emitiendo el aire absorbido. En el caso de una noche despejada, la luna aportará al aparato, por el hecho de que en ella se reflejan los rayos del Sol, siendo aprovechados por el sistema de traspaso y absorción de radiación, provocando la convección del aire. Claramente se pueden diseñar modelos con los que se obtengan resultados más productivos y de mayor escala.

Figura N°076: Representación gráfica de un secador solar elemental.

Figura N°077: Representación gráfica de varios modelos desecadores solares

4.3.4 Pasteurización Solar

La Pasteurización es un proceso por el cual se aumenta la temperatura de los alimentos y líquidos, a un punto menor al de ebullición (alrededor y superior a los 70 [℃]), con el fin de eliminar los microorganismos y bacterias que son nocivas para la salud y evitar dañar o alterar la composición y cualidades del líquido (el nombre es en honor al químico francés Luis Pasteur). Este proceso es posible aplicarlo principalmente a la leche y el agua. Para el caso de la leche, es recomendable llegar a los 71 [℃] y mantenerlo unos 30 minutos en esa temperatura. Para el caso del agua, basta con elevar la temperatura de estos a los 65 [℃] y mantenerlos por unos pocos minutos. Lo que sí, es necesario tener en cuenta, que la pasteurización no elimina sustancias químicas dañinas como algunos pesticidas o residuos industriales, los que son responsable de otro tipo de enfermedades. Luego, se debe dejar enfriar el líquido dentro del mismo envase o recipiente para evitar re-contaminarlo.

Entonces la pasteurización solar, no es más que exponer estos líquidos al Sol, en algún recipiente, envase y/o aparato que produzca el aumento de la temperatura interna superior a los 65 [℃]. En la Figura N°078, se muestra un recipiente tipo olla, y otro tipo frasco, esencialmente deben ser negros. También sirve cualquier envase de vidrio que se pinte con pintura lo menos tóxica posible. Como será un poco complicado saber con exactitud la temperatura a la que está el agua, es recomendable poner una cinta adhesiva antes de pintar, y retirar una vez que está pintado, con el fin de poder utilizar un indicador de pasteurización de agua compuesto por una cera especial (aparato denominado WAPI por sus siglas en inglés, el cual es fácil de usar, construir, económico, seguro y duradero, o utilizar algún termómetro de agua. En la figura se muestran algunos tipos de reflectores que serán indispensables para alcanzar eficazmente la pasteurización. Lo que será posible para cualquier día soleado con un diseño simple, además, para lugares con poca radiación y ángulo de incidencia en invierno o alejados del trópico, es posible aplicar el efecto invernadero para asegurar el proceso, a través de plásticos transparentes que rodeen los aparatos reflectores.

Figura N°078: Representación gráfica de utensilios para la pausterización solar.

4.3.5 Cocción Solar de alimentos

Como ya se debe haber previsto, la pasteurización solar está a un paso de cocción de alimentos por medio de la energía Solar, siendo esta, la forma más económica, ecológica y saludable de cocinar. Ya se sabe, que superando los 70 [°C], los alimentos quedarían idealmente sin bacterias ni microorganismos dañinos, pero al superar los 135 [°C], pueden perder las propiedades benéficas de estos, lo que hace que las cocinas solares, sean las mejores para estos efectos. Por un lado, está lo que ocurre con la vaporación que hará que la humedad baje la temperatura, evitando su aumento como si estuviera en aire seco, y por otro lado esta que el recipiente u olla que contenga los productos alimenticios, sea el que mantenga la temperatura adecuada para la cocción, en general que supere levemente la de ebullición del agua, 100 [°C]. El rango de cocción comienza en los 80 [°C], y para que las cocinas solares tengan un buen resultado será entre los 100 y 130 [°C]. En una cocina solar, se aplican los mismos fenómenos y principios ya explicados en las aplicaciones anteriores, ya que la cocción solar de alimentos, es una combinación de estos, hecha de una manera eficiente, los que variarán según la zona geográfica y sus características climáticas. Además, se pueden construir diseños que permitan un buen resultado aún en invierno. Claro que al igual que para la pasteurización, es indispensable un día de nubosidad mínima.

Se puede percatar que ya se han utilizado reiteradas veces el efecto invernadero, transmisión, reflexión y absorción de radiación, ahora, a esto se le suma el aislamiento térmica que ya fue usado de manera vaga en el secado solar, pero este merece una pequeña aclaración para sacarle mejor provecho. En base a lo anterior, podemos dar una leve mirada a los beneficios de las cajas térmicas, que simplemente funcionan manteniendo la temperatura y principalmente, evitando que se escape el calor. Básicamente se necesita construir una caja que internamente tenga la forma del recipiente que se quiere conservar temperatura. Para esto existen materiales como cartón, corcho, paja o heno, cajas de tetra pack, etc. Con esto se logra un buen ahorro de energía, ya sea, para el caso de cocción, donde una olla previamente calentada al punto de ebullición, se puede guardar en una caja diseñada para ella, y continúa la cocción de los alimentos sin necesidad de seguir expuesta al calor. A esto se le puede dar otro uso relacionado a mantener temperaturas bajas, o cercanas a cero, para conservar alimentos o especias.

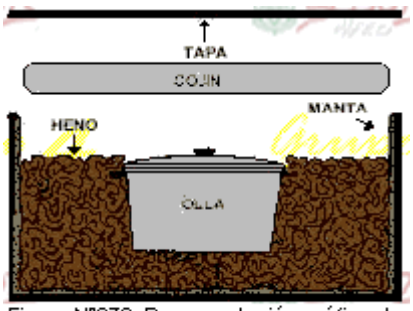

Figura N°079: Representación gráfica de una caja térmica a base de heno o paja

En la Figura N°080, se muestran múltiples modelos de construcción, los principalmente son basados en vidrio, madera, cartón, materiales aislantes y algunos materiales reflectores. Entonces, un buen diseño de una cocina solar está dado por una eficiencia de transmisión, absorción, efecto invernado y aislamiento térmico, con lo que se conseguirá para alcanzar y mantener la temperatura adecuada para la cocción de alimentos por medio de los rayos solares. Para zonas con alta radiación llegará a ser innecesario hacer un sistema de efecto invernadero y aislamiento, solo bastará con unos buenos reflectores, y la ubicación del recipiente que contiene el alimento a un punto en que se concentren los rayos reflejados. Todos los modelos se pueden construir con materiales reciclados. Pero si se quiere alcanzar una cierta sofisticación tanto energética como estética, tenderá a encarecer el aparato final.

Figura N°080: Representación gráfica de distintos modelos de cocinas solares.

Un factor que hay que considerar en el uso de las cocinas solares, es el de la paciencia, ya que los alimentos demorarán más de lo se suele demorar al estarle aplicando fuego directo. Esto en primera instancia trae un beneficio económico-energético, al evitar consumir gas, leña o electricidad, para estos efectos. Además, se puede dejar la olla que siga su curso normal, ya que nunca superará temperaturas de quemado, y para el caso de alimentos que no requieren que se estén revolviendo frecuentemente, estará listo sin preocuparse de estar encima. Aquí vale considerar que la mejor hora para cocinar es entre las 11:30 y 15:30 hrs, así es que, la hora de comer tenderá a variar. Si no se consume a la hora que esté lista, se puede mantener dentro de una caja térmica hasta el otro día, o guardar la cocina y recalentarla. Esto tendrá sus variaciones según la zona geográfica, ya que en lugares de buen ángulo de radiación se podrá tener a una hora normal de almuerzo, si se expone la cocina al Sol desde temprano. Además de que se debe tener en cuenta que para un óptimo funcionamiento, debe haber un día despejado y la ubicación de la cocina tiene que estar en un lugar en que se eviten las sombras. A esto se puede sumar que, al utilizar reflectores, estos se pueden ir moviendo cada 15 o 20 minutos de manera que los rayos inciden lo más perpendicular posible.

4.3.6 Calentamiento de agua Solar

Con la pasteurización ya se adentró en el calentamiento de agua, solo que el problema está sujeto a que este, entrega cantidades limitadas como para uso domiciliario y más aún, para uso industrial. Estos son precisamente los usos que se le pueden dar a las diferentes formas de calentar cantidades considerables de agua con el Sol. Perfectamente, con aparatos relativamente fáciles de construir podemos obtener agua con la temperatura suficiente para ducharnos (entre 35 y 40 [℃], acorde con la temperatura de nuestro cuerpo) o usarla en lavado de loza, sin recurrir al calefón a gas, duchas eléctricas, o calentarla con fuego o electricidad. Ahora, utilizando los aparatos y sistemas tecnológicos, podemos usarla de apoyo a los calefones, y también reemplazarlos definitivamente. Esto siempre está sujeto a la zona geográfica. Pero la optimización de estos sistemas ha logrado que se tengan muy buenos resultados en distintas latitudes y bajo varios días de nubosidad. Sin ir más lejos, tienen una excelente acogida en materia de aprovechamiento solar, entrando competitivamente al mercado mundial y ofreciendo muy buenos resultados económicos. Claramente, los sistemas de calentamiento de agua más sofisticados, en días soleados alcanzaran muy altas temperaturas, lo que se traducirá en un mayor rendimiento del agua para el caso de lavado de loza o ducha, ya que si nos ponemos en el caso de un estaque acumulador de 200 litros, supera los 80 [℃], este necesariamente se deberá mezclar con agua fría, duplicando su capacidad de uso. En aplicaciones industriales, puede variar la temperatura que se requiera, pero de seguro se conseguirán resultados favorables. A su vez, se pueden implementar estos sistemas en casas particulares, edificios, centros acuícolas, talleres, establecimientos educacionales, militares, policiales, deportivos, para agua de piscinas, etc.

El sistema de funcionamiento de estos se basa en la ya renombrada transmisión, absorción, emisión de radiación, características termodinámica de los materiales y retención de temperatura o aislamiento térmico. En la Figura N°081, se muestra un sistema típico. En ella se aprecia que los rayos solares ingresan a la superficie oscura absorbente, denominada colectores solares. El calor que se genera por la absorción, se transmite al agua que está dentro y, esta comienza a moverse por convección, llegando hasta el

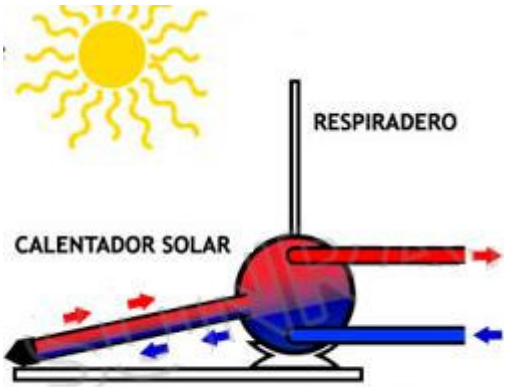

Figura N°081: Representación gráfica de un sistema típico de calentamiento de agua.

estanque de almacenamiento, quedando listo para ser distribuida y utilizada. El respiradero sirve para que salga el vapor cuando se llegue a la temperatura de ebullición. El estaque de almacenamiento, consta de un sistema de aislación térmica eficiente para mantener el agua caliente durante la noche.

La manera de distribuir el agua puede variar dependiendo del tipo de sistema de calentado de agua. Existe el denominado atmosférico, que hacen que el agua se distribuya por gravedad. Otro es el termosifón, que hace que circule el agua debido a la diferencia de peso específico que se provoca por el agua caliente acumulada y el agua fría de retorno. También está el denominado de circulación forzada, en el cual, se ocupan bombas que permitan el abastecimiento de agua. Todos estos sujetos a variados modelos de fabricación e implementación. En la Figura N°082, se muestran algunos de estos. Por nombrar un par de tipos de fabricación tenemos, los por tubos de vacío y los por colectores planos. También se pueden diseñar y construir sistemas de calentamiento de agua artesanales, utilizando materiales desechados o accesorios relativamente económicos. Por ejemplo: ocupando mangueras negras enrolladas, utilizando neumáticos, radiadores estanques pintados, etc. A estos se les puede aumentar su rendimiento fabricándolos como captadores acumuladores, influenciado el efecto invernadero y aislamiento térmico.

Figura N°082: Representación gráfica de variso modelos y sistemas de calentamiento de agua solar.

Figura N°083: Representación gráfica de calentadores de agua atesanales.

4.3.7 Climatización Solar

La climatización solar, se desarrolla por medio de la arquitectura bioclimática, con la cual se diseñan construcciones con ubicación y materiales adecuados para el aprovechamiento de la energía solar y aislamiento térmico. Estos pueden ser aplicados desde construcciones pequeñas, pasando por casa, viviendas, hasta edificación grandes. Estos diseños se clasifican en sistemas de ganancia directa, semi directa, indirecta e independiente.

En la Figura N°084, se muestran los diferentes sistemas, donde el 1, corresponde al de ganancia directa. Este funciona aprovechando la radiación que ingresa por ventanas orientadas al norte. Generalmente la construcción cuenta con piso y paredes de materiales que absorben la radiación para luego emitirla como calor, denominada masa térmica de la construcción. En estos se pueden hacer una especie de aleros con los que se evite el ingreso de radiación de verano, ya que esta provocaría más calor del necesario.

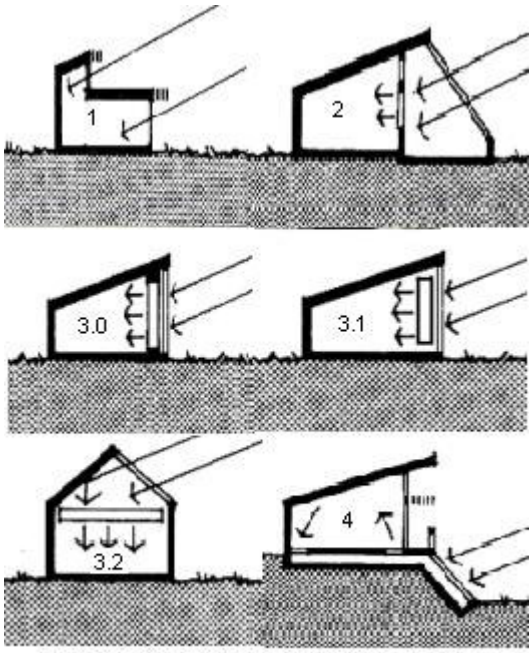

Figura N°084: Representación gráfica de los sistemas de climatización solar.

En el numero 2, tenemos el sistema de ganancia semi directa, la cual funciona básicamente con hacer un efecto invernadero previo a la entrada de la parte habitable de la casa, el que traspasará con menor energía hasta adentro, contando con la misma masa térmica en paredes y piso. Con el ambiente previo que se genera antes, se puede disponer de un sistema de cerramiento de las ventanas interiores variable en relación a las necesidades de calor interno. Si se requiere más calor se mantendrán abiertas para que se convierta en un solo ambiente, al contrario de cuando se requiere menos calor, donde se tendrán cerradas las ventanas para separar los ambientes y mantener el interno más fresco.

Los 3.0, 3.1 y 3.2, son diferentes sistemas de ganancia indirecta. En el 3.0 y 3.1, tenemos que la radiación incide en una ventana que llega directa a un muro compuesto por masa térmica, el cual absorbe y emite hacia el interior. La diferencia de estos radica en que el 3.1 tiene un sistema de ventilación que se adapta a la circulación natural del aire por convección. El 3.2, es un sistema en cual, las ventanas o superficies que atraviesan los rayos del Sol, llegan por el techo y son absorbidos por masa térmica ubicada en el techo, para ser emitida hacia el interior de la habitación. Siempre se pueden combinar los sistemas, con la ventilación interna o externa.
El numero 4, muestra el sistema de ganancia independiente, el cual se basa en la captación de la radiación transformada en calor, haciendo un precalentamiento del aire por debajo del piso de la casa, donde el calor pasa directamente.

4.3.8 Calefacción Solar

La arquitectura bioclimática sin duda es una forma de calefacción solar, correspondiendo a la clasificación de los sistemas de energía solar pasiva que fueron explicados como climatización solar. Para la energía solar activa, también existen sistemas que se pueden adaptar para la calefacción. Estos se basan en el calentamiento de agua y calentamiento de aire, con aparatos y sistemas de las mismas características que los explicados en los apartados de calentamiento de agua solar y secado solar. Solo que estos, tienen un destino final a cajas acumuladores de aire caliente o radiadores de agua.

En la Figura N°085 se muestra un sistema de calefacción solar por medio de piso radiante, combinado con un sistema de abastecimiento de agua caliente para uso doméstico. Básicamente, se capta la radiación solar a través de los colectores planos situados en el techo, que llevan el agua a un estanque acumulador de agua caliente, y desde este es distribuida el agua para sus diferentes usos. Gracias a este esquema se puede imaginar que el sistema de calefacción puede ser por radiadores situados entre muros o en ubicaciones especificas que sean adecuadas para su máximo provecho.

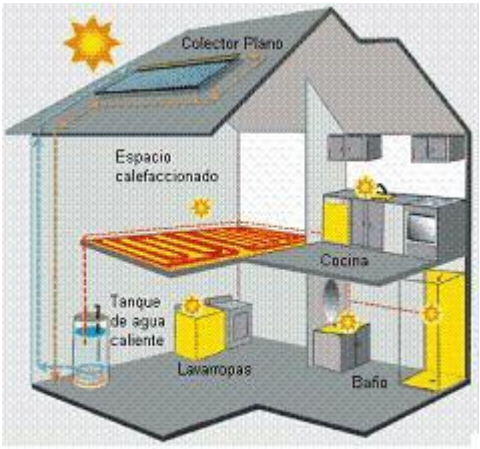

Figura N°085: Representación gráfica de calefacción solar por calentamiento de agua.

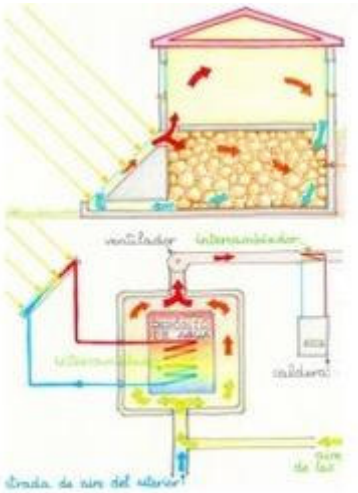
Figura N°086: Representación gráfica de sistemas de calefacción solar por aire.

En la Figura N°086 se muestran dos sistemas de calefacción solar por aire. El de arriba, es muy similar al explicado en la climatización, con la diferencia que en este, parte del aire entra directo y el resto se almacena en base a piedras o materiales de masa térmica.

El de abajo representa un sistema de calefacción por aire con el fenómeno termosifón, las diferentes presiones de aire en relación a sus pesos, hará que el aire caliente circule por el espacio donde se requiere calefacción.

Los sistemas de calefacción siempre deben ser diseñados acorde a la zona geográfica y acompañados de un sistema de ventilación natural y buen aislamiento térmico de la construcción.

4.3.9 Refrigeración Solar

La refrigeración solar se puede aplicar y utilizar para acondicionamientos de espacios en casas o edificios y para una cámara o cajas de refrigeración de alimentos, tanto para uso domestico como industrial. Existen algunas formas como; por el diseño arquitectónico bioclimático a través de sistemas de ventilación natural. Por sistemas de absorción de aire y captación por colectores solares y equipos de enfriamiento por procesos naturales.

En la Figura N°087, se muestran construcciones con diferentes sistemas de ventilación natural, donde se aprecia que solo es un juego de circulación de aire que se debe considerar en el diseño arquitectónico.

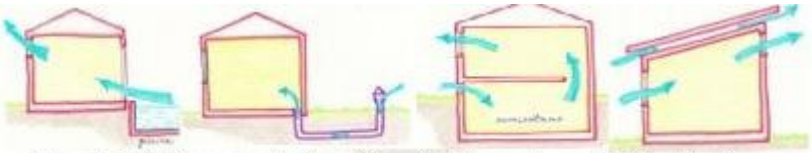

Figura N°087: Representación gráfica desistemas de ventilación natural.

En la Figura N°088, se muestra el esquema de funcionamiento de un sistema de absorción y captación. Este en primera instancia opera captando la radiación solar para calentar el aire y provocar su movimiento por convección, en conjunto con una entrada adición de aire caliente de alguna parte de la casa, con lo que se ingresa aire a un intercambiador de calor. Un intercambiador de calor, realiza un proceso de transferencia de temperatura por medio de dos fluidos que no están actuando físicamente, esto significa que existe un material intermedio que logra el intercambio. Este entregará aire frio, en la parte superior del espacio, al mismo tiempo que toma aire frio en la parte inferior.

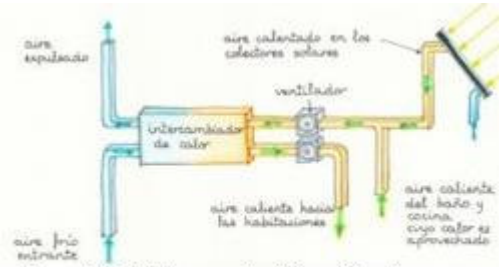

Figura N°088: Representación gráfica de un sistema de absorción y captación de aire.

En la Figura N°089, se muestra el esquema de funcionamiento de un sistema por medio de captación solar y bombas de calor. Este tiene la particularidad de funcionar en verano como refrigeración y en invierno como calefacción. Básicamente la bomba de calor actúa extrayendo calor y cediéndolo. Al haber ambientes con diferencia de temperatura se produce un juego de aire o fluidos que producirán un equilibrio térmico en el espacio que se quiera aplicar.

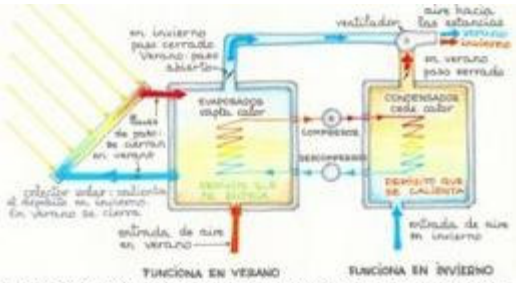

Figura N°089: Representación grafica de un sistema de refrigeración y calefacción por capatación de radiación y bombas de calor.

4.3.10 Electricidad Solar

La electricidad como tal, tiene una amplia variedad de aplicaciones y utilidades basadas en su transformación a luz, calor, frio, movimiento y la gran cantidad de aparatos electrodomésticos y electrónicos que se mezclan con los principios mecánicos, térmicos y lumínicos. Sin ir más lejos, es el tipo de energía más utilizado en el mundo, debido a su facilidad de generación, transmisión y distribución. Pero lamentablemente, la mayoría de los procesos actuales de generación son basados en prácticas contaminantes.

Existen dos formas de obtener electricidad en base a la radiación solar directa, una de las formas es por el efecto fotovoltaico y la otra es por un sistema solar termo-eléctrico, lo que la convierte en un par de formas limpias de generarla. El fotovoltaico, tiene una muy buena aplicación para sistemas alejados de la red y algún tipo de iluminación independiente o para otros usos a una pequeña escala, también con muy buenos resultados a gran escala en zonas de bastante radiación diaria, pero esto, se irá mejorando rápidamente con la investigación y optimización del rendimiento de estos, que ya están logrando aprovechar la radiación difusa. El Solar termo-eléctrico, tiene una clara y necesaria aplicación para generación a gran escala en zonas de alta radiación diaria, como por ejemplo en desiertos.

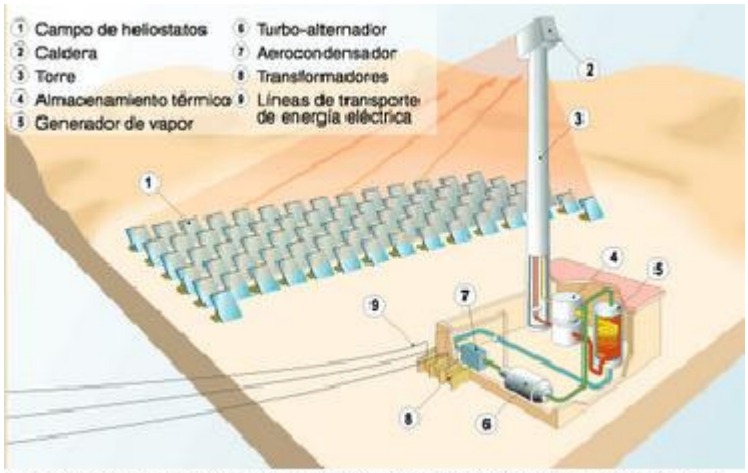

Figura N°090: Representación gráfica de una central solar termo-eléctrica.

En la Figura N°090, se muestra un esquema de funcionamiento central de generación de electricidad, a través de la transformación solar termo-eléctrica. Donde se puede apreciar que básicamente, por medio de un campo compuesto por reflectores de radiación, se hace converger en una torre compuesta por una caldera que contiene un fluido, que al interactuar con las enormes temperaturas que se provocan, harán que este circule en forma de vapor, haciendo que una turbina gire, transformando la energía mecánica en eléctrica, y así transmitirla. Existen otras alternativas donde el reflector es curvo y hace que el fluido pase por la zona de convergencia de la radiación reflejada, calentándolo y haciéndolo circular hasta una zona donde tengan los equipos de generación.

En la Figura N°091, se ilustran centrales solares termo-eléctricas en funcionamiento. La de la izquierda, corresponde a una central denominada de torre. La de la derecha, a una central denominada de colectores cilindro-parabólicos.

Figura N°091: Representación gráfica de centrales termosolares.

En la Figura N°092, se muestra el esquema básico para la generación, almacenamiento y distribución de electricidad solar por medio del fenómeno fotovoltaico, y sus múltiples aplicaciones. En ella se puede hacer un seguimiento de la energía, donde la radiación provoca el efecto fotovoltaico, generando una corriente eléctrica que pasa un regulador de corriente, este tiene dos de salida, un es directa a aparatos que funcionen con corriente continua, y otra que circula hasta un banco de baterías para ser almacenada y luego pasada un inversor que convierte la corriente en alterna y puede ser utilizada por la mayoría de los aparatos eléctrico, electrodomésticos y electrónicos.

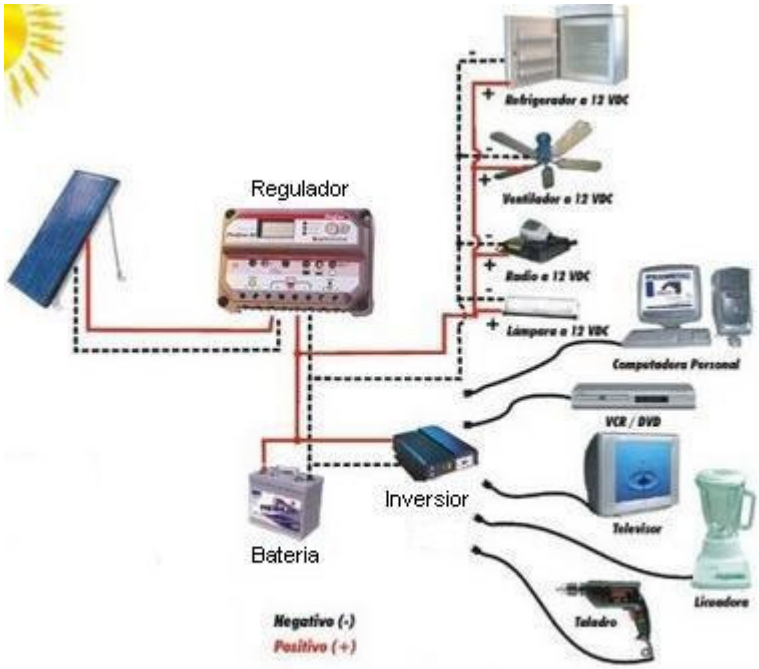

Figura N°092: Representación gráfica del esquema de funcionamiento de un sistema fotovoltaico y sus múltiples usos.

Los dimensionamientos de los sistemas de generación de electricidad fotovoltaica, van de la mano con las necesidades de consumo, a excepción de las grandes plantas de generación.

También existe una alternativa de aplicación sin la utilización de inversor, para iluminación en base a focos LED (diodos emisores de luz, por sus siglas en inglés). Esta es una muy buena apuesta emergente en el mercado de iluminación.

Figura N°093: Representación gráfica de una planta de generación y de un foco de iluminación fotovoltaica.

4.3.11 Iluminación Solar

La iluminación solar, tiene su área de aplicación y utilidad en los edificios y construcciones con muchos pasillos o pisos, en los cuales, se crean espacios sin la posibilidad de tener ventanas, por lo que terminan requiriendo de iluminación durante el día. Para evitar el consumo de electricidad en estos efectos, los sistemas de iluminación solar son muy eficientes y económicos, ya que estos son posibles bajo la reflexión de los rayos de luz solar.

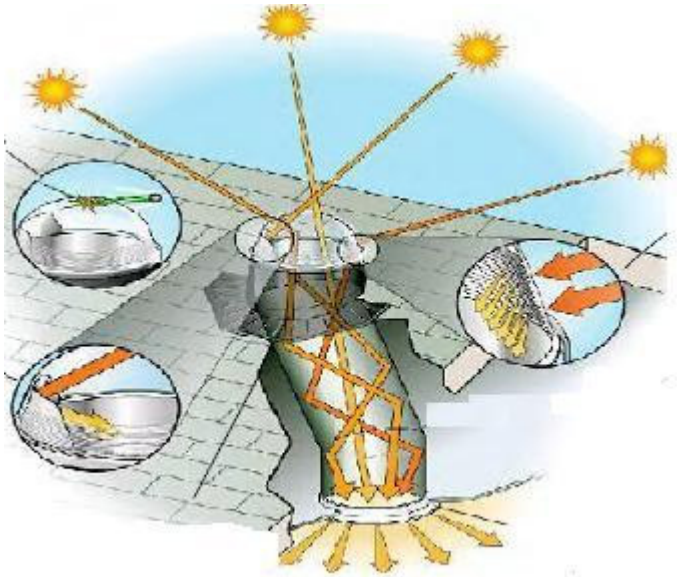

Figura N°094: Representación gráfica del sistema de iluminación solar

En la Figura N°094, se muestra un esquema de funcionamiento de este sistema de iluminación, el cual consta de un domo que se ubica generalmente en el techo de la edificación, el cual, aparte de ser resistente a los materiales pesados como piedras o granizos, permite la transmisión de la radiación solar. Esta ingresa a una superficie de reflexión fabricada con aluminio tratado, con lo que se logra el máximo aprovechamiento de la luz. Luego, estos rayos se guían reflejándolos por tubos cilíndricos hasta la superficie del cielo raso de los distintos espacios que se quieran iluminar.

En la Figura N°095, se muestra ilustraciones de algunos diseños de para la iluminación final, y algunos espacios que están funcionando actualmente con esta tecnología.

Figura N°095: Ilustraciones de diseños de iluminación solar y algunas aplicaciones funcionando actualmente.

4.3.12 Otros aprovechamientos de la Energía Solar indirecta

Por nombrar algunos sistemas que aprovechan la energía solar indirecta, tenemos los basados en las fuentes de energía que se transforman de manera natural por la acción de la radiación solar en la atmosfera y superficie terrestre. Estos son los conocimos como *Energía Eólica, Energía Hidráulica y Biomasa.*

Para el caso de la *Energía Eólica*, sabemos que desde hace siglos se, utiliza para la molienda y para el desplazamiento de embarcaciones marítimas. Hoy, se aplica en la generación de electricidad. Básicamente, por medio de las denominadas turbinas eólicas o aerogeneradores (ver modelos en Figura N°096) que aprovechan el potencial energético del viento, provocando el movimiento de las aspas sujetas a las turbinas que transforman la energía mecánica en energía eléctrica, ocupando el mismo sistema de almacenamiento que la electricidad solar, compuesto por un regulador de carga (en este caso para corriente alterna), un banco de baterías y un inversor.

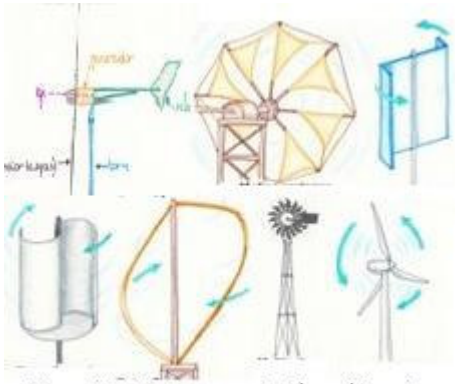

Figura N°096: Representación gráfica de diferentes modelos de aerogeneradores.

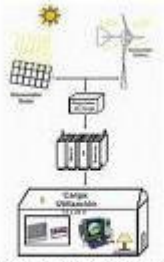

Figura N°097 Representación gráfica de un sistema híbrido.

En la Figura N°097, se muestra el esquema básico de funcionamiento de un sistema elemental, el cual es similar al fotovoltaico. También existe la posibilidad de combinarlos con paneles fotovoltaicos, este sistema de generación se denomina híbrido.

Existe un gran potencial eólico en muchas zonas geográficas, del cual, se puede sacar amplio provecho a través de la conversión mecánica a la electricidad y sus múltiples usos finales.

En la Figura N°098, se ilustran sistemas híbridos y parques eólicos funcionando actualmente.

Figura N°098: Representación gráfica de sistemas híbridos y parque eólicos.

Para el caso de la *Energía Hidráulica*, de manera similar a la eólica, se utiliza desde hace varios siglos, para diversas aplicaciones. En el siglo pasado, se le comenzó a dar aplicación en la generación de electricidad, construyéndose para ello grandes represas que embalsaman los ríos aumentando y regulando la presión de sus caudales y por ende, el potencial energético de los mismos para transformarlos en electricidad a gran escala. Estas gigantes represas, traen problemas a los ecosistemas donde se instalan, por el hecho de afectar la circulación natural del agua. Pero sí se pueden utilizar a una escala menor, con las denominadas centrales hidroeléctricas de pasada, las que sin alterar significativamente el río, toman una parte de este, para darle la caída potencial suficiente para una generación considerable de energía eléctrica, y devolver el agua ocupada al cauce. El principio de funcionamiento, es el mismo que para el eólico, donde a través de un fluido, en este caso el agua, se hace girar una turbina que transformará la energía mecánica en eléctrica.

Figura N°099: Representación gráfica de una centra hidroeléctica de pasada.

En el caso de la *Biomasa*, este ha sido, es y será una fuente de energía para nuestra especie, ya que en primera instancia, los alimentos vegetales nos brindan sus recursos energéticos, luego la leña extraída de los bosques nos vienen acompañando desde hace varios cientos de miles de años, las plantaciones para biocombustibles, siguiendo con los residuos orgánicos domiciliarios, agrícolas forestales e industriales, tienen un relativamente nuevo y considerable papel energético. Pero acotándolo al potencia existe los residuos orgánicos, que se puede aprovechar para la generación de gas, calor, electricidad y abono, a través de la biodigestión. La biodigestión, es un proceso por el cual la materia orgánica alcanza un grado de fermentación, que le permite liberar energía y poder ser transformada.

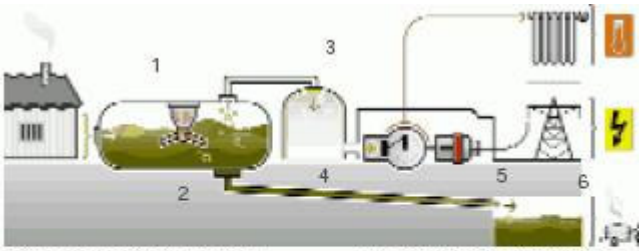

Figura N°100: Representación gráfica del esquema de un sistema de biodigestión.

CAPITULO V La Energía Solar: Posibilidades y Conclusiones.

¿Por qué pagar por tener agua caliente,
electricidad, calefacción, refrigeración...
si las puede obtener gratis?
ACHES (Asociación Chilena de Energía Solar).

5.1 Posibilidades

El solo hecho de pensar en la cantidad de energía solar que llega hasta la Tierra, debería bastar para darse cuenta que es la fuente de energía de la cual hay que sacar el máximo provecho ya que presenta las mejores posibilidades y proyecciones. Para interiorizar esto, será conveniente conocer lo planteado en estudios realizados por expertos en el tema.

El estudio realizado por el Consejo Europeo de Energía Renovable, en conjunto con el Panel Intergubernamental por el Cambio Climático y Greenpeace, denominado *[r]evolución Energética, Perspectiva Mundial de la Energía Renovable*, indica que: *"Según la Asociación para la Investigación sobre Energía Solar, se está produciendo energía de forma masiva a una velocidad de 2.850 veces más de la que se necesita en el mundo hoy día. En un día la luz solar que llega a la tierra equivale a la suficiente energía para satisfacer durante ocho años los requisitos energéticos actuales en el mundo. Y aunque sólo es técnicamente accesible un porcentaje de ese potencial, es aún suficiente para generar casi seis veces la energía necesaria en el mundo, hoy día. La cantidad de energía a la cual hay acceso con las actuales tecnologías, corresponde a 3.8 veces con Solar, 0.5 veces con Eólica, 0.4 veces con Biomasa y 0.15 veces con hidráulica, la demanda global".*

A nivel nacional, el Programa de Estudios e Investigaciones en Energía del Instituto de Asuntos Públicos de la Universidad de Chile y el Núcleo Milenio de Electrónica Industrial y Mecatrónica Centro de Innovación en Energía de la Universidad Técnica Federico Santa María, en su estudio titulado *"Aporte Potencial de: Energía Renovable No Convencional y Eficiencia Energética a la Matriz Eléctrica 2008-2025"*; concluyo que si se adoptan políticas y medidas adecuadas, éste aporte, el 2025 puede llegar a ser un total de 70,8% entre ambas opciones, basados en tecnología actual y económicamente viable.

Con la investigación para el desarrollo de la energía solar por zonas geográficas específicas, el continuo avance de la tecnología en esta materia, la instauración de políticas apropiadas y la capacitación para la existencia de mano de obra calificada, sin duda, se aumentará considerablemente la demanda mundial de este tipo de energía como así también el mayor porcentaje de aporte de la energía renovable y la eficiencia energética para el mundo en los próximos años. Un par de ejemplos dignos de seguir con relación al apoyo gubernamental y a políticas apropiadas para el desarrollo de la energía solar, es el caso de Alemania y España. En dichos países se llevó a cabo una campaña denominada tejados fotovoltaicos, esta fue subsidiada por el gobierno y respaldada por un Decreto que definía la especialización técnica y administrativas sobre la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, facilitando a todo ciudadano el acceso a la energía solar.

En términos de costos, existen hoy aplicaciones como el calentamiento de agua y los sistemas de calefacción que son total y absolutamente competitivos con los sistemas convencionales. La generación de electricidad a través de sistemas solares termoeléctricos en lugares de mucha radiación, han logrado excelentes resultados en términos económicos. Sin ir más lejos, es una de las mejores opciones a las que puede optar Chile utilizando el desierto de Atacama de cara a la generación de energía eléctrica a gran escala. Por otro lado, en la mayoría de las zonas geográficas, se pueden hacer construcciones bioclimáticas en las que la inversión inicial se recupera en un mediano plazo con ahorros significativos por el resto de la vida útil de los materiales. Caso similar ocurre en algunas zonas privilegiadas con la radiación solar, donde las aplicaciones a una escala pequeña pueden generar un ahorro significativo en un mediano plazo, después de recuperada la inversión, lo que se traduce en la producción de energía gratuita. Para las zonas rurales, o alejadas de la red eléctrica y del suministro de fuentes de energía convencionales, el aprovechamiento de la energía solar de manera directa o indirecta, es la solución más económica, beneficiosa y limpia. En general, toda aplicación de la energía solar tendrá beneficios sociales y ambientales, los beneficios económicos dependerán en primera instancia de la zona geográfica, y en segunda instancia de la magnitud de la implementación que se quiera desarrollar, ya sea para abastecer una casa, una población, una ciudad grande o un sistema interconectado que suministre energía a varias ciudades e industrias a la vez.

5.2 Conclusiones

La energía, es aquello que sostiene a la materia, que la concentra, que hace que adquiera forma y tenga un funcionamiento. Posibilitando el movimiento, la permanencia y la transformación de todo lo existente. La energía, es la fuerza o capacidad que tienen los objetos, cuerpos o sistemas para generar, producir o realizar trabajos, acciones o actividades. En la historia de la evolución de nuestra especie, el hombre siempre ha necesitado su energía y la de su entorno natural para sobrevivir y expandir su desarrollo. En un principio, lógicamente solo ocupó la energía que adquiría de los alimentos, luego ocupó la de los bosques, la de los animales que domesticó, la de sus pares como esclavos, la del movimiento del viento, la del movimiento del agua y la del carbón. Durante los últimos tres siglos, masificó el uso de los combustibles fósiles y las grandes centrales hidroeléctricas para sostener la industrialización, de la mano de ello provocó un incremento desmesurado de la población humana y de las necesidades energéticas para sustentar todas las actividades de la civilización, lo que trajo consigo las consecuencias casi devastadoras que estamos viviendo. Básicamente, por confundir su relación con la naturaleza al haberle dado de alguna manera la espalda al Sol, y al haber comenzado a desequilibrar la madre Tierra tras extraer y explotar recursos de su interior y su superficie de manera desmesurada. Somos la única especie del planeta que se supone "tiene conciencia" de sus actos, una de las pocas que come vegetales, animales y productos del mar a la vez, la única que ha creado herramientas, máquinas y materiales para satisfacer sus "necesidades", la que ha extinguido más especies, y la única que ha contaminado el planeta provocado daños que pueden ser irreparables, amenazando su propia persistencia y la de los demás seres vivos.

Es tiempo de poner la suficiente fuerza de voluntad o energía interna para hacer un cambio de conciencia y actitud. En el cual debemos reconocer que la Tierra es un organismo vivo, como una gran planta que se alimenta diariamente de la luz y el calor del Sol, albergándonos con mucho amor. La Tierra nos hospeda como una más de las comunidades de especies que la forman cumpliendo funciones en conjunto con las otras que habitan en ella, como una más de las comunidades de células que forman los órganos de nuestro cuerpo cumpliendo funciones en conjunto con otros órganos. Es tiempo de reconocer que somos parte de un Todo, y que lo que hagamos repercutirá de una u otra manera en este Todo y a todos. Es tiempo de hacer como los demás seres vivos que solo toman los recursos necesarios del entorno para su vida diaria, y que solo aprovechan la energía del Sol que se manifiesta en la naturaleza.

Los beneficios más importantes que presenta el uso y aprovechamiento de la energía solar, de la energía renovable en general y de la eficiencia energética, es referente a la enorme disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, pudiendo así, evitar que la temperatura media de la tierra llegue al punto de los 18° Celsius, lo que traería consecuencias catastróficas para las generaciones que estén presente, y no solo a ellas, sino que para gran cantidad de especies que habitan y deben seguir habitando la Tierra.

De gran parte de la historia en la que ha participado el hombre, se pueden obtener ejemplos dignos a seguir. Ya sea de las culturas ancestrales, de nuestros antepasados o contemporáneos. Los que han desarrollado ingenios capaces de aprovechar de una u otra manera la energía del Sol y han rendido culto a él. De hecho, desde mucho antes de Cristo el hombre entendió la influencia e importancia del Sol en el desarrollo de la vida en la Tierra. Aprendió a dar gracias, a valorar y a respetar la naturaleza que crece en el planeta, a convivir con ella y colaborar para que se mantenga. Hoy, necesitamos retomar estos principios de una manera consciente y comprometida.

El Sol, es la fuente de energía que regula todos los procesos naturales que permiten la vida en la Tierra. La radiación solar u ondas electromagnéticas que alcanzan la superficie terrestre, suman una enorme cantidad de energía que llega distribuida por todo el planeta con una relativa igualdad de proporción, variando principalmente según las condiciones climáticas de la zona geográfica y las latitudes. Siendo aprovechables en cualquier parte del mundo, más allá de que hoy no podamos sacar un integro provecho a esta gran cantidad de energía que puede satisfacer muchas veces todas nuestras necesidades. Sin embargo, los fundamentos físicos, los factores, las consideraciones y la amplia gama de aplicaciones y utilidades que describen los expertos en energía solar, son total, absoluta y ampliamente comprobadas. A esto se suman las innovaciones tecnológicas en que se está trabajando y las que vendrán por la necesidad latente y la naturaleza creativa del hombre. Confirmando que la energía solar es la opción con las mejores posibilidades y proyecciones, y la más limpia, viable y necesaria de desarrollar para la sustentabilidad económica, social y ambiental. No obstante, esto requiere de una estrategia de desarrollo para la enseñanza y el aprovechamiento de los recursos naturales y energéticos que derivan de la energía solar por zona geográfica, de una manera tal, que induzcan su masificación en un corto plazo. En dicha estrategia se deben considerar acciones y programas que involucren la educación, la capacitación práctica y el fomento de un desarrollo local a pequeña escala. Además, se deben crear asentamientos humanos armónicos con su entorno natural.

La Educación debe tomar un carácter ambiental. Así se contribuirá a desarrollar el punto de conciencia que se necesita para entender nuestro papel como una de las especies que tiene mayor influencia en la Tierra. En base a la educación ambiental, se logrará que los actuales y futuros usuarios de las fuentes de energía, opten por la que genere los mayores beneficios y menores perjuicios para todos. Es necesario partir entregando un conocimiento integro referente a la energía, al Sol, a la naturaleza y a las formas sustentables de utilizar sus recursos. Relacionando todo directamente con situaciones prácticas y tangibles, aparte de cambiarse a un sistema de aprendizaje más activo, es decir, que haga interactuar al alumno con lo que se le está transmitiendo o queriendo enseñar. Se debe hacer que los estudiantes sean partícipes de su propio aprendizaje, donde sus sentidos, emociones y habilidades creativas, estén incluidas en las enseñanzas.

Las Capacitaciones Prácticas para la mano de obra calificada y especializada, serán de suma importancia en el trabajo correspondiente a la instalación de los aparatos y sistemas tecnológicos que funcionan con la energía solar. Además, se deben desarrollar talleres para toda la sociedad sobre la confección de aparatos capaces de aprovechar los rayos del Sol. Dichos talleres, en su mayoría se pueden realizar utilizando materiales reciclados, ya que existe un enorme potencial en la “basura” para estos efectos; como el cartón, el papel, el vidrio, el plástico, el metal, la madera. En general, todo tipo de material que fue desechado para hacer espacio o porque simplemente pasó de moda y que terminan yendo al vertedero, se pueden reutilizar y con ellos construir muchos de los aparatos que han sido expuestos en este trabajo. Si bien es cierto, no se logrará un grado de sofisticación que alcance y menos supere los aparatos tecnológicos, pero si se podrá obtener uno que otro beneficio del Sol al alcance de todos. También podría haber algún problema relacionado con la estética del artefacto que se confeccione con esto materiales, ya que obviamente será difícil conseguir las perfecciones de diseños visuales que caracterizan a la tecnología emergente, pero sin duda, dará mucha satisfacción a personas conscientes tener aparatos construidos con materiales reciclados, y mejor aún, evitando consumir, ahorrando dinero y disminuyendo la contaminación.

El Fomento de un Desarrollo Local a Pequeña Escala, debe venir principalmente de parte del estado y de las políticas apropiadas para estos efectos, donde será necesario que el gobierno subsidie los sistemas y aparatos a instalar. Con ello, se logrará que cualquier ciudadano tenga

acceso para sacar provecho de la energía solar. Además, esto será de vital importancia para la generación de empleos de la mano de obra calificada. El hecho de fomentar el desarrollo a pequeña escala, generará una independencia energética para las localidades y ciudadanos, en conjunto con un ahorro de dinero que en estos tiempos tanto se necesitan. Sin embargo, la situación actual del planeta, en estricto rigor, requiere de una proliferación de las fuentes de energía limpia sin escatimar los costos de inversión involucrados.

Considerando que las ciudades son las zonas más pobladas por el hombre y que suman una mínima superficie del suelo terrestre, deben crearse espacios demostrativos en áreas de dimensiones relativamente pequeñas, donde se implementen asentamientos humanos autosustentables y amigables con el ambiente, la tierra y la salud de las personas. Donde se puedan utilizar de manera adecuada los recursos disponibles en el sector, las aplicaciones, las utilidades y los diferentes beneficios que nos brinda la Energía Solar. En dichos asentamientos se deben mostrar formas de obtener alimentos sanos, de suplir las necesidades básicas, de reutilizar los desechos, de reproducir especies vegetales, de recuperar espacio degradados, de desarrollar prácticas donde se comparta de manera justa y solidaria el exceso de productos y de hasta usar algunas de las comodidades, como el internet, que brinda la tecnología actual y que se ha vuelto “indispensable” en nuestra civilización. De manera tal, que sean un hermoso ejemplo para las futuras generaciones, y que de paso les asegure la saludable permanencia en el planeta.

Todo parece indicar que el hombre, aparte de mejorar su relación con la naturaleza, debe convertirse en un artesano solar…

BIBLIOGRAFIA

[01] Mónica Simone – Jorge Bertuccio. *Energía, el principio del Universo.* 2003.

[02] Deepak Chopra. *Jamás Moriremos.* 2007

[03] Claudio Escobar Cáceres. *Física para Poetas*. 2001.

[04] Carl Sagan. *Miles de Millones*. 1998.

[05] Matías Alinovi. *Historia de la Energía*. 2007.

[06] Stefen hofkin. *Historia del Tiempo.* 1988.

[07] Albert Einstein. *La Teoría de la Relatividad.* 1988

[08] Mabel Flores. *Enseñanzas Mayas.* 2007.

[09] Eduardo Lorenzo Pigueiras. *Sobre el papel de la energía en la historia*. 2006.

[10] Javier Arellano Díaz. *Introducción a la ingeniería Ambiental.* 2002

[11] Arturo Aldunate Phillips. *Hombres, Máquinas y Estrellas.* 1998

[12] Charles Darwin. *El origen de las Especies.*1988

[13] José Manuel Jiménez. *Ingenios Solares.* 1999.

[14] Pedro Sarmiento. *Energía Solar Aplicaciones e Ingeniería.* 1995.

[15] Néstor Quadri. *Energía Solar.* 2003.

[16] Pedro Serrano. *Energía Solar Para Todos.* 1991.

[17] Censolar. *Cocinas Solares. Manual de uso y construcción*. 2004.

[18] Franz Embacher. *Relojes de Sol. Teoría y Construcción.* 1992.

[19] Iain Nicolson. *El Sol.* 1982.

[20] Greenpeace. *Guía Solar.* 2005.

[22] Censolar. *La Energía Solar, Aplicaciones Prácticas.* 2005.

[23] Fundación Terra. *Hidrógeno Solar.* 2005.

[24] Michael y Hedy Wachberger. *Construir con el Sol, Utilización de la energía solar pasiva.* 1984.

[25] F. Hernández, F. Ramos, D. Tinaut, M. Rodríguez, C. Díaz-Salgado, M. Macías, M. E. Blanco. *Metodología y Cálculo de Radiación para Colectores Concentradores.* 1987.

[26] Abdrei N. Tchernitchin. Efectos de la Radiación Electromagnética sobre la Salud.

[27] Consejo Europeo de Energía Renovable, Panel Intergubernamental por el Cambio Climático y Greenpeace. *[r]evolución Energética, Perspectiva Mundial de la Energía Renovable.* 2007.

[28] Programa de Estudios e Investigaciones en Energía del Instituto de Asuntos Públicos de la Universidad de Chile y Núcleo Milenio de Electrónica Industrial y Mecatrónica Centro de Innovación en Energía de la Universidad Técnica Federico Santa María. *Aporte potencial de la energía renovable no convencional y eficiencia energética a la matriz energética eléctrica*. 2008