

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

MAESTRÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES Y MEDIO AMBIENTE 1ra. Ed.



**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
MADRID**

TESIS DE MAESTRÍA

**DETERMINACION DEL MODELO MATEMATICO DE TRANSFERENCIA DE
CALOR PREDICTIVO PARA EL COMPORTAMIENTO TERMICO DE UN SISTEMA
DE ESTERILIZACION SOLAR PARA MATERIAL QUIRURGICO E INSTRUMENTAL
ODONTOLOGICO.**

AUTOR: ING. GUSTAVO SALOMON TORRES RIOS LAZO

INGENIERO MECANICO

TUTOR: MSc. ITALO ANDRES CORDOVA FLAMENCO

San Salvador, Mayo de 2014.

Tabla de contenido	
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCION - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
OBJETIVO: GENERAL	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
METODOLOGÍA.....	6
FUNDAMENTOS TEORICOS.....	7
CARACTERISTICAS DEL INSTRUMENTAL QUIRURGICO.....	7
PRODUCTO SANITARIO	7
CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES SEGÚN RIESGO DE INFECCIÓN QUE IMPLICA SU USO.....	9
LOS INSTRUMENTOS SIMPLES.....	9
CONTAMINACIÓN BACTERIANA.....	9
CONSIDERACIONES CON LA DEFINICIÓN DEL TÉRMINO ESTERILIZACIÓN.	9
SALUD BUCAL EN EL SALVADOR.....	11
PARÁMETROS DE ESTERILIZACIÓN.....	11
MÉTODOS DE ESTERILIZACIÓN.....	12
GENERALIDADES SOBRE EL RECURSO SOLAR.....	13
LA ENERGIA SOLAR.....	13
RADIACION SOLAR.....	16
RADIACION SOLAR EXTRATERRESTRE.....	16
VARIACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE.....	16
DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE LA RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE. 	17
INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON LA ATMÓSFERA.....	18
HORAS SOL PICO PROMEDIO ANUAL.....	19
DIRECCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR DIRECTA.....	20
ANGULOS EMPLEADOS PARA DETERMINAR LA DIRECCION DE LA RADIACION SOLAR DIRECTA SOBRE UN DISPOSITIVO.....	21

CALCULO DE LA RADIACIÓN SOLAR.....	21
DURACION ASTRONOMICA DEL DÍA Y RADÍACION SOLAR EXTRATERRESTRE.	22
DURACIÓN ASTRONÓMICA DEL DÍA.	22
VARIABILIDAD DE LA RADIACIÓN SOLAR EN EL SALVADOR.....	23
RECURSO SOLAR DISPONIBLE EN EL SALVADOR. [12].....	24
DESCRIPCIÓN DE LOS COLECTORES SOLARES.....	27
COLECTORES SOLARES PLANOS.....	27
PERDIDAS PRESENTES EN EL SISTEMA SOLAR DE CAPTACIÓN.....	28
LA RADIACIÓN ENTRE PLACAS PLANAS PARALELAS.....	32
PERDIDAS ÓPTICAS.	34
TRANSMISIVIDAD – ABSORTIVIDAD.....	35
COLECTORES SIN SEGUIMIENTO SOLAR Y ALTA TEMPERATURA.....	35
CONCENTRADORES PARABÓLICOS COMPUESTOS. (CPCS, <i>COMPOUND PARABOLIC COLLECTORS</i>).....	35
COLECTORES DE TUBOS EVACUADOS.....	36
COLECTORES CONCENTRADORES CON SEGUIMIENTO SOLAR.....	38
COLECTORES CONCENTRADORES CON SEGUIMIENTO SOLAR.....	39
CONCENTRADORES DE CANAL PARABÓLICO.....	40
CONCENTRADORES DE DISCO PARABÓLICO.....	42
RESULTADOS Y DISCUSION	43
DETERMINACION DEL MODELO MATEMATICO DEL ESTERILIZADOR.....	43
RADIACIÓN SOLAR.....	45
RELACIÓN ENTRE FOCO Y DIÁMETRO DEL PARABOLOIDE.....	46
BALANCE DE ENERGÍA TÉRMICA PARA EL SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN.....	47
ANÁLISIS DE ENERGIA PARA EL ABSORBEDOR.....	50
NUMÉRICAMENTE EL BALANCE DE ENERGÍA TÉRMICA PARA EL SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN.....	54
CARACTERIZACIÓN DEL CONCENTRADOR.....	54
RESUMEN DE LAS DIMENSIONES, VARIABLES Y PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL ESTERILIZADOR.....	55

ESQUEMA DEL SISTEMA COMPLETO DEL ESTERILIZADOR PROPUESTO. .	56
CONCLUSIONES DEL TRABAJO.....	57
GLOSARIO DE TERMINOS.	59
Captador de concentración: Captador solar que utiliza reflectores, lentes u otros elementos ópticos para redireccionar y concentrar sobre el absorbedor la radiación solar que atraviesa la apertura.	60
Cénit: Eje perpendicular al plano del observador, que pasa por el punto de observación.....	60
Declinación solar: Posición angular del Sol al mediodía solar respecto del plano del ecuador.	60
Energía solar: En el sentido más estricto, es la energía que llega a la Tierra procedente del Sol en forma de fotones.	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXOS.....	62
Anexo 3A INSTRUMENTAL Y MATERIALES DENTALES	64
Anexo 3B IMPLEMENTOS DE SUTURA Y CURACIÓN.....	65
Anexo 3C CLASIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS ODONTOLÓGICOS. ...	66
CICLO DE ESTERILIZACIÓN	66
ETAPAS DEL CICLO DE ESTERILIZACIÓN	67
ANEXO 3D.....	68
CLASIFICACIÓN DE LAS BACTERIAS	68
CRECIMIENTO Y MUERTE DE MICROORGANISMOS.....	69
RESISTENCIA DE LOS MICROORGANISMOS.....	69
Clima en San Salvador / Ilopango Históricos desde 1956 hasta 2014	71
Valores climáticos medios anuales.....	71
Interpretación valores climáticos medios anuales	72

INDICE DE FIGURAS.

FIGURA 1: Curva de muerte microbiana.....	10
FIGURA 2: Esquema de los principales métodos de esterilización, clasificados de acuerdo al tipo de agente que actúa.....	12
FIGURA 3: Salida y puesta del sol.	13
FIGURA 4. Salida y puesta del sol para fechas diferentes.	14
FIGURA 5. Equinoccio y solsticio.	15
FIGURA 6. Duración del día.	15
FIGURA 7. Espectro de Radiación solar.	17
FIGURA 8. Espectro electromagnetico.	17
FIGURA. 9. Interacción de la radiación con la atmósfera.	18
FIGURA 10. Intensidad de la radiacion solar en la superficie.....	18
FIGURA 11. Horas sol pico promedio anual.	18
FIGURA 12. TRAYECTORIA DE LA RADÍACION SOLAR TRAVES DE LA ATMOSFERA.....	19
FIGURA 13.ESPECTROS DE LA RADÍACION SOLAR BAJO VARIAS MASAS DE AIRE Y LA DE UN CUERPO NEGRO DE 6000 K	19
FIGURA 14. La dirección de la radiación solar directa sobre una superficie de orientación arbitraria.	21
FIGURA 15. Irradiancia en El Salvador.	24
FIGURA 16. Mapa de el Salvador y numero de horas de brillo solar.	24
FIGURA 17. Representacion de la transferencia de energia. <i>Convección Radiación y conduccion</i>	29
FIGURA 18. Modelos de tubos captadores.	29
FIGURA 19. Colector solar de doble capa.	30
FIGURA 20. Circuito térmico para un colector solar.	31
FIGURA 21. Balance de energia para colector de placa plana de una cubierta.	32
FIGURA 22. Porcentaje de transmision según longitud de onda.	33
FIGURA 23. superficies selectivas.	33
FIGURA 24 Tipos de absorbedor CPCs.	36

FIGURA 25. Colector CPC con absorbedor cilíndrico.	36
FIGURA.26. Colectores de tubos evacuados.	37
FIGURA 27. Tubos CPC.	38
FIGURA 28. Esquema de colector parabólico.	40
FIGURA 29. Concentrador parabólico.	41
FIGURA 30. Colector de disco parabólico.	42
FIGURA. 31 Esquema del parabolide de revolucion y seccion transversal que muestra solo una de las ramas de la parabola.	45
FIGURA 32. Parábola con eje focal al eje “y”	45
FIGURA.33. Esquema del concentrador absorbedor.	47

INDICE DE TABLAS.

TABLA 1: Efecto del tiempo de exposición y la temperatura en la destrucción de esporas.	10
TABLA 2: Parámetros de esterilización para autoclaves.	12
TABLA 3. Duración del día en El Salvador.	25
TABLA 4. Radiación promedio kWh/ m ² en El Salvador.	26
TABLA 5. Conductividad termica de materiales. <i>W/mK</i>	30
TABLA 6. Valores de h.	32
TABLA 7. Recubrimientos y sus propiedades.	35
TABLA 8. Transmisividad de materiales.....	35
TABLA 9. <i>Propiedades térmicas y ópticas de diferentes cubiertas.</i>	35
TABLA 10. Características de un sistema CTE.	37

INDICE DE ANEXOS.

Anexo 1	Implementos quirúrgicos para sutura y curación.....	62
Anexo 2	Tabla de declinación solar.....	62
Anexo 3	INSTRUMENTOS ODONTOLÓGICOS.	63
Anexo 3A	Instrumental y Materiales Dentales.....	64
Anexo 3B	Implementos de saturación y curación.....	65
Anexo 3C	Clasificación de los materiales odontológicos.....	66
Anexo 3D	Clasificación de las bacterias.....	68

Anexo 4	Clima en San Salvador / Ilopango Históricos desde 1956 hasta 2014.....	71
Anexo 5	TABLA DE VAPOR SOBRECALENTADO.	72
Anexo 6	Estaciones meteorológicas que poseen registros horarios de viento.	74

DEDICATORIA.

A la **Divinidad eterna**, por regalarme la vida, y por las bendiciones que día a día recibo, junto a mi familia.

A la memoria de mi madre Rosa Dolores Torres, por su ejemplo de lucha que me inculco siempre.

A mi padre Francisco Antonio Ríos Lazo, gracias y que Dios te tenga en su gloria.

A mi amada esposa Edith Isabel de Torres, por su incondicional y valioso apoyo en todos mis retos de la vida.

A ustedes mis queridos hijos, Tonito, Lolita, Luisito y Danielito, gracias por hacerme feliz cada día.

A ti por darme un ciclo de vida renovado, mi querido nietecito Francisco Antonio.

A mis hermanos Gladis, Angélica, Carmencita y Jorge, este esfuerzo académico lo comparto con ustedes, gracias por su apoyo.

RESUMEN

En la práctica médica odontológica el uso de instrumental adecuado para las diferentes intervenciones para el logro de una buena y satisfactoria atención del paciente y del profesional de esta área, el disponer de instrumental con la asepsia y una esterilización correcta es de obligatoriedad para potenciar el éxito y la buena práctica quirúrgica.

El presente trabajo está dirigido a ofrecer una opción para la esterilización no tradicional de dicho instrumental con la aplicación de energía alternativa, específicamente haciendo uso del recurso solar.

La estructura de este documento inicia con los aspectos por los cuales se ha desarrollado esta investigación, es decir el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos, así como la metodología implementada.

Se continúa con la información requerida para dicha investigación, como lo es la descripción del instrumental médico quirúrgico, materiales de construcción y su clasificación.

En seguida se aborda lo relacionado con la esterilización, ciclos, métodos de esterilización y los parámetros de medición para la obtención de la esterilización del instrumental.

Además se ha redactado un apartado sobre dispositivos que sirven para captar y concentrar energía solar, muy particularmente para las aplicaciones de baja, media y alta temperatura.

Se tiene también la teoría básica sobre el recurso solar y la recopilación de información sobre este recurso para El Salvador.

Obteniéndose a partir de lo anterior la propuesta del modelo matemático para el esterilizador de equipo médico odontológico mediante el uso del recurso solar en el Salvador, como también los planos de construcción del mismo para su futura implementación.

Finalizando con las conclusiones de dicho trabajo.

ABSTRACT

In dental medical practice to use proper equipment for different interventions for achieving a good and successful patient care and professional in this area, with the availability of instrumental asepsis and proper sterilization is mandatory to enhance the success and good surgical practice.

This document is aimed to provide an option for non-traditional sterilization of the instrumental to the implementation of alternative energy, specifically making use of the solar resource.

The structure of this document begins with the issues for which this research has been developed, the problem statement, justification, objectives and the methodology implemented.

It continues with the information required for such research, as is the description of the surgical medical instruments, construction materials and ranking. Then it addresses associated with sterilization cycles, sterilization methods and metrics to obtain sterilization of instruments.

It has also drafted a section on devices used for collecting and concentrating solar power, most particularly for applications with low, medium and high temperature.

It also has the basic theory of the solar resource and gathering information on this resource for El Salvador.

Obtained from the above the proposed mathematical model for dental sterilizer medical equipment through the use of solar resources in El Salvador, as well as the construction drawings of the same for future implementation.

Finishing with the conclusions of this work.

INTRODUCCION - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La salud bucal es un aspecto fundamental para la vida de las personas en todo el mundo, ya que su importancia radica por el número de enfermedades dentales como la gingivitis en las encías, halitosis, herpes bucal y oral, entre otras. En El Salvador, la caries es una de las principales dolencias que afectan a toda la población por los altos costos relacionados con el tratamiento y la posibilidad de aplicar medidas de prevención contra éste padecimiento. [1]

La asistencia clínica hospitalaria de los diferentes pacientes que asisten a solicitar un servicio en particular, a partir del objetivo de estas instituciones que es el de brindar la asistencia sanitaria de calidad y evitar nuevos problemas infecciosos derivados de su permanencia y asistencia hospitalaria, es decir, evitar el desarrollo de infecciones derivadas del servicio prestado.

La esterilización y desinfección de los materiales quirúrgicos e instrumental odontológico utilizados en hospitales y clínicas de asistencia de salud son procesos de apoyo determinantes que impactan en la atención directa de todo paciente; este proceso ha sido aceptado de manera global como uno de los determinantes en el control de las infecciones nosocomiales.

En los países en desarrollo como el nuestro, en las áreas rurales la atención primaria en salud es cubierta mediante las clínicas asistenciales, algunas no disponen de conexión a la red eléctrica comercial y la mayoría no posee asignaciones presupuestarias para la compra de equipos especializados para la atención médica u otros insumos clínicos.[2] Por ello, el contar con un autoclave de consumo de electricidad para realizar el proceso de esterilización de materiales e instrumental utilizado durante la atención en salud, en el mejor de los casos, requiere de costos de operación energéticos muy elevados que superan la asignación presupuestaria con la cual disponen la clínicas asistenciales o unidades de salud comunitarias.[3]

De aquí que este estudio pretende brindar una opción y además una gran oportunidad de realizar la esterilización mediante el uso de energía solar garantizando así una eficiente y eficaz atención en salud odontológica a la población demandante de nuestras clínicas asistenciales.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La Salud Bucal de la población salvadoreña se caracteriza por una alta prevalencia de patologías bucales, afectando la calidad de vida de las personas que las padecen. Las enfermedades bucales de mayor prevalencia son: la caries dental, las enfermedades periodontales, específicamente la gingivitis y la periodontitis, la maloclusión dental, que en un alto porcentaje es consecuencia de la pérdida de piezas dentarias y los cánceres bucales.[4]

La existencia de esterilizadores de resistencia eléctrica, a diferentes escalas y para diferentes aplicaciones en salud existentes en el mercado, aunque son altamente eficientes, no pueden emplearse en las comunidades rurales sin acceso a energía eléctrica y que poseen clínicas asistenciales o unidades de salud comunitarias de nuestro país.

Para atender la problemática de la esterilización de material quirúrgico e instrumental odontológico se plantea el uso del sistema para un esterilizador utilizando alternativas energéticas solares (energía solar térmica), partiendo de la determinación del modelo matemático de transferencia de calor predictivo para el comportamiento térmico de dicho sistema, el cual facilitara mejorar el servicio de salud a los pobladores de las comunidades rurales, mediante la garantía de calidad en asepsia en el material e instrumental debidamente esterilizado.

OBJETIVO: GENERAL

Obtener el modelo de comportamiento matemático de transferencia de calor de un esterilizador para material e instrumental médico quirúrgico y odontológico mediante la utilización de energía solar térmica, aplicando un sistema de colección solar plano de alta eficiencia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el material e instrumental médico quirúrgico y odontológico base, para el diseño del esterilizador.
- Diseñar el sistema del esterilizador mediante el uso de colectores solares plano de alta eficiencia para la esterilización de material e instrumental médico quirúrgico y odontológico
- Determinar el modelo matemático de transferencia de calor para el esterilizador.

METODOLOGÍA.

Para la realización del presente trabajo se investigó sobre los diferentes tipos de concentradores solares planos y sus aplicaciones, como también la naturaleza de los materiales e instrumental médico quirúrgico y odontológico utilizado en la atención de salud de las clínicas rurales de nuestro país.

Además se hizo énfasis en el recurso solar disponible en términos de energía aprovechable para esterilización, específicamente sobre la existencia de cartas solares en el país.

Parte fundamental está representada por la información recopilada sobre los métodos y técnicas de esterilización tradicional utilizadas en la actualidad por las unidades de asistencia en salud de nuestro país.

Se continuo con el dimensionamiento y diseño del sistema de colección de energía solar térmica para el esterilizador de materiales e instrumental tipo previamente seleccionado.

Finalmente, se realizó los ajustes teóricos necesarios para obtener el modelo matemático de transferencia de calor predictivo para el comportamiento térmico del sistema para un esterilizador utilizando alternativas energéticas solares (energía solar térmica), con su respectiva caracterización para su potencial construcción.

FUNDAMENTOS TEORICOS.

CARACTERISTICAS DEL INSTRUMENTAL QUIRURGICO.

Los instrumentos se diseñan para proporcionar una herramienta que permita al cirujano realizar una maniobra quirúrgica básica; las variaciones son numerosas. Hipócrates escribió: “Es menester que todos los instrumentos sean propios para el propósito que se persigue, esto es respecto a su tamaño, peso y precisión”.

La fabricación de instrumentos quirúrgicos puede ser de titanio, vitalio u otros metales, pero la gran mayoría de instrumentos quirúrgicos están hechos de acero inoxidable, las aleaciones que se utilizan pueden tener propiedades específicas para hacerlos resistentes a la corrosión cuando se exponen a sangre y líquidos corporales, soluciones de limpieza, esterilización y a la atmosfera. [5]

Los elementos que se utilizan en la fabricación de materiales que se someten a procesos de esterilización deben reunir características que aseguren su vida útil a lo largo del tiempo. Los profesionales a cargo de los servicios de esterilización deben conocer estas características para lograr los objetivos esperados y evitar complicaciones en los pacientes derivadas del deterioro de los materiales. Los materiales que son sometidos a un proceso de esterilización deben tener características especiales que eviten resultados adversos producto de este proceso, como son: [6]

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> -Resistencia a los métodos de esterilización. -Estables. -Seguros para el operador y pacientes. | <ul style="list-style-type: none"> -Libres de toxicidad. -Con garantía e información por parte del fabricante. |
|---|--|

PRODUCTO SANITARIO

Se entenderá en función de las normas ISO lo que representa un producto sanitario:

“Producto sanitario: Cualquier instrumento, dispositivo, equipo, material u otro artículo, incluidos los programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento, destinado por el fabricante a ser utilizado en seres humanos a fines de:

- a. Diagnóstico, prevención, control, tratamiento o alivio de una enfermedad,

compensación de una lesión o de una deficiencia.

- b. Investigación, sustitución o modificación de la anatomía o de un proceso fisiológico.
- c. Regulación de la concepción.

y que no ejerza la acción principal que se desee obtener en el interior o en la superficie del cuerpo humano por medios que alcanzan su pretendida acción principal en o sobre el cuerpo humano por medios farmacológicos, inmunológicos ni metabólicos, pero a cuya función pueden contribuir tales medios.”

La redacción es exigente pero todo el instrumental, tanto simple como complejo, debe ser contemplado bajo esta óptica.

Por otra parte, la norma UNE-EN 1639: 1996, define:

1. “Instrumento dental: instrumento especialmente diseñado para el uso en el ejercicio de la odontología. Puede ser accionado manualmente a motor o de ambas maneras”.
2. “Instrumento dental accionado a motor: instrumento dental diseñado para ser accionado mediante una fuente de energía interna o externa de la que recibe la potencia necesaria para la función prevista”.
3. “Instrumento dental accionado manualmente: instrumento dental diseñado para funcionar respondiendo a los movimientos del operador sin ninguna otra fuente de energía”.

Los instrumentos utilizados en odontología son múltiples. La mayoría proceden o han surgido de la propia práctica odontológica. Sin embargo, otros tienen su origen en la cirugía general, o en alguna de sus especialidades, y han sufrido las adaptaciones pertinentes. Al hablar en general de instrumental suele pensarse únicamente en los llamados instrumentos o “herramientas” que maneja manualmente el operador. Pero la tecnología moderna ha puesto a nuestra disposición muchos otros tipos. Por ello, hay que recurrir al artificio de dividirlos en dos grandes grupos: los llamados instrumentos **simples** y los denominados como instrumentos **complejos**. [7]

CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES SEGÚN RIESGO DE INFECCIÓN QUE IMPLICA SU USO.

- a.- Materiales considerados críticos: Aquellos en contacto con tejidos, cavidades estériles, o sistema vascular del paciente: instrumental quirúrgico, gasas, catéteres,...
- b.- Materiales considerados semicríticos: Aquellos en contacto con piel no intactas o mucosas: ambu, laringoscopio,... Precisan desinfección de alto nivel.
- c.- Materiales considerados no críticos: Aquellos en contacto con piel intacta: camilla, termómetros, manguito de tensión arterial,... Precisan desinfección de nivel bajo o intermedio.

LOS INSTRUMENTOS SIMPLES

Hay muchas variedades. Puede decirse que, en la práctica, cada ámbito odontológico o tipo de intervención tiene sus propios instrumentos. Una forma sencilla de clasificarlos y describirlos (ver anexo 2) es:

- Instrumentos de un solo componente.
- Instrumentos de dos componentes.
- Instrumentos de más de dos componentes.
- Instrumentos especiales. Esta clasificación no engloba todos los instrumentos odontológicos sencillos, pero permite una primera aproximación con un criterio de perspectiva general.

CONTAMINACIÓN BACTERIANA

En términos comunes contaminación bacteriana es la transmisión de gérmenes entre personas animales u objetos, es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del ambiente y que puede afectar la vida humana y de otras especies.

Las Bacterias son microorganismos unicelulares y microscópicos, son muy pequeñas, entre 1 y 10 micrómetros (μm) de longitud, y muy variables en cuanto al modo de obtener la energía y el alimento. Están en casi todos los ambientes: en el aire, el suelo y el agua. (Ver Anexo 3D)

CONSIDERACIONES CON LA DEFINICIÓN DEL TÉRMINO ESTERILIZACIÓN.

Teóricamente si se asume que el número de microorganismos es infinito y

considerando que muere el mismo porcentaje de microorganismos cada minuto, la esterilización entendida como la eliminación completa de toda forma de vida microbiana nunca puede ser lograda. Si se parte con una carga de 1 millón de microorganismos y se reduce cada minuto el 90% de ellos quiere decir que cada minuto se produce la reducción de un logaritmo. En el momento que quede 1 sobreviviente aún cuando se extienda el tiempo de esterilización, siempre habrá una probabilidad que una fracción de la carga permanezca viva. Figura 1 y Tabla 1.

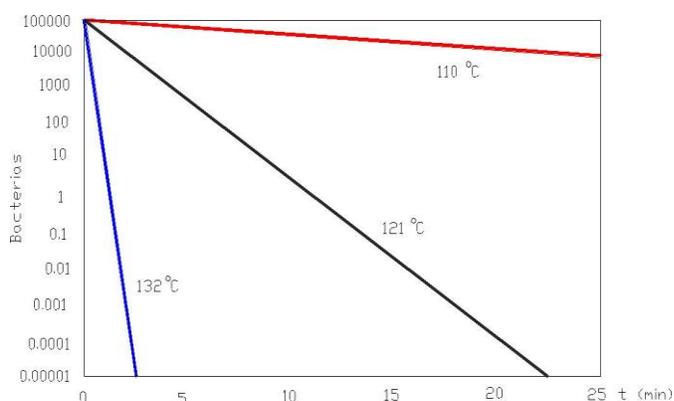


FIGURA 1: Curva de muerte microbiana

Fuente: Manual de Esterilización y Desinfección.

TABLA1: Efecto del tiempo de exposición y la temperatura en la destrucción de esporas.

Tiempo (minutos)	Bacterias Vivas	Bacterias sobrevivientes Muertas
0	1000000 0	Sobrevivientes Muertas
1	-900000 100000	Sobrevivientes Muertas
2	-90000 10000	Sobrevivientes Muertas
3	-9000 1000	Sobrevivientes Muertas
4	-900 100	Sobrevivientes Muertas
5	-90 10	Sobrevivientes Muertas
6	-9 1	Sobrevivientes Muertas
7	-0,9 1	Sobrevivientes Muertas
8	-0,09 0,01	Sobrevivientes Muertas
9	-0,009 0,001	Sobrevivientes Muertas
10	-0,0009 0,0001	Sobrevivientes Muertas
11	-0,00009 0,00001	Sobrevivientes Muertas
12	-0,000009 0,000001	Sobrevivientes Muertas

De lo anterior surge el concepto teórico que ningún método de esterilización puede asegurar la eliminación completa de microorganismos sino que sólo la posibilidad que exista un microorganismo o una carga contaminada es extremadamente baja. [5]

SALUD BUCAL EN EL SALVADOR.

La salud bucal es un aspecto fundamental para la vida de las personas en todo el mundo, ya que su importancia radica por el número de enfermedades dentales como la gingivitis en las encías, halitosis, herpes bucal y oral, entre otras. En El Salvador, la caries es una de las principales dolencias que afectan a toda la población por los altos costos relacionados con el tratamiento y la posibilidad de aplicar medidas de prevención contra éste padecimiento.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) afirmó que las enfermedades bucodentales como la caries son un problema mundial debido a que más de cinco mil millones de personas han sufrido esta dolencia. En El Salvador, cerca de medio millón de personas tiene caries detalló el estudio sobre la situación epidemiológica de la caries del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS).

María de la Paz de Gutiérrez, Higienista Dental de la Unidad Dental del Seguro Social de Atlacatl aseguró que: “cerca del cien por ciento de los pacientes que consultan en la unidad del ISSS es por causa de la caries”.

La investigación epidemiológica de caries y fluorosis del MSAPS del 2006 tomó como muestra 2000 escolares de diferentes centros educativos, tanto del área rural como urbano entre las edades de 6,7 y 8 años, 12 y 15 años dio como resultados que cerca del 61 por ciento de los alumnos tiene caries.

Sólo el 28 por ciento de los estudiantes de 6 años tiene la dentadura sana. Los niños y niñas de 12 años tienen un promedio de 1.3 piezas dentales afectadas por caries y esta cifra asciende cuando se tiene más edad porque los jóvenes de 15 años tienen cerca de 2.4 a 3.0 dientes afectados por esta enfermedad detalló el informe. [1]

PARÁMETROS DE ESTERILIZACIÓN.

A continuación se detallan los parámetros de esterilización para los autoclaves, para ello la siguiente relación Tiempo/Temperatura/Presión se recomienda para la esterilización en autoclave.

Tabla 2: Parámetros de esterilización para autoclaves

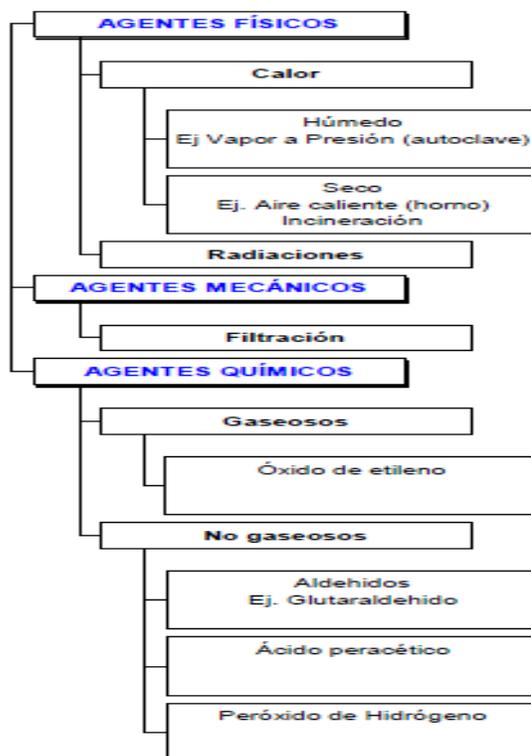
Tiempo desde que alcanza temperatura y presión (min.)	Temperatura °C	Presión Atm.
15	121	1,5
10	126	2,0
3	134	2,9

Fuente: Mspas, Manual Normas Esterilización y Desinfección,

MÉTODOS DE ESTERILIZACIÓN.

Métodos Físicos: aplicación directa de energía: Vapor de agua, calor seco o radiaciones ionizantes.

Métodos Químicos: productos catalizados por condiciones físicas que aumentan su reactividad: óxido de etileno, vapor de formaldehído o plasma gas.

**FIGURA 2:**

Esquema de los principales métodos de esterilización, clasificados de acuerdo al tipo de agente que actúa.

GENERALIDADES SOBRE EL RECURSO SOLAR.

LA ENERGIA SOLAR.

Las tecnologías que se han desarrollado para la conversión de la energía solar en energía utilizable por el hombre, dependen sustancialmente de la disponibilidad de la radiación solar que varía de manera importante en los diferentes climas y regiones. Para seleccionar y diseñar la tecnología más apropiada para una región en particular, se tiene como necesidad básica el caracterizar los diversos aspectos de la radiación solar en esa región.

Datos confiables de radiación directa normal y de radiación global son necesarios para el dimensionamiento de una gran cantidad de sistemas de energía solar así como para el estudio comparativo de sitios de ubicación de los sistemas. Estos datos de radiación solar deberán estar disponibles junto con otros parámetros meteorológicos como la temperatura ambiente, temperatura de bulbo húmedo y velocidad del viento, los cuales también pueden afectar el comportamiento de algunos tipos de sistemas solares.

El movimiento diario aparente del Sol fig. 3, es salir por algún lugar del este, levantarse, alcanzar una máxima altura, atravesar el cielo y ponerse por algún lado en el horizonte del oeste.

Debido a este movimiento cíclico del Sol, se definió el día como el intervalo de tiempo entre dos posiciones sucesivas del Sol por la misma posición aparente en el cielo.

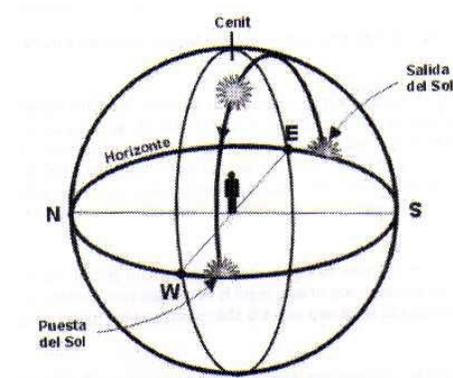


FIGURA. 3. Salida y puesta del sol.

Si hemos estado observando el lugar por donde sale y se pone el Sol, vemos que no lo hace siempre por el mismo sitio, y que cambia de día a día. Hay épocas en que el Sol

se mueve cada vez un poco más hacia el Norte, después invierte el sentido de su movimiento y se va dirigiendo hacia el Sur. Esto se va repitiendo a lo largo del año. [8]

Aplicando esto a la fig. 4 sería:

- Imaginar que se está mirando hacia el este y que comienza a la salida del Sol durante días. Suponiendo que empieza el día 22 de diciembre.
- En los meses siguientes se ve que el Sol no sale por el mismo sitio, sino que va saliendo un poco más al norte.
- Alrededor del 21 de junio alcanza el punto más alejado hacia el norte, y a partir de aquí invierte el sentido del movimiento. Esto lo hace durante los meses de julio, agosto y septiembre.

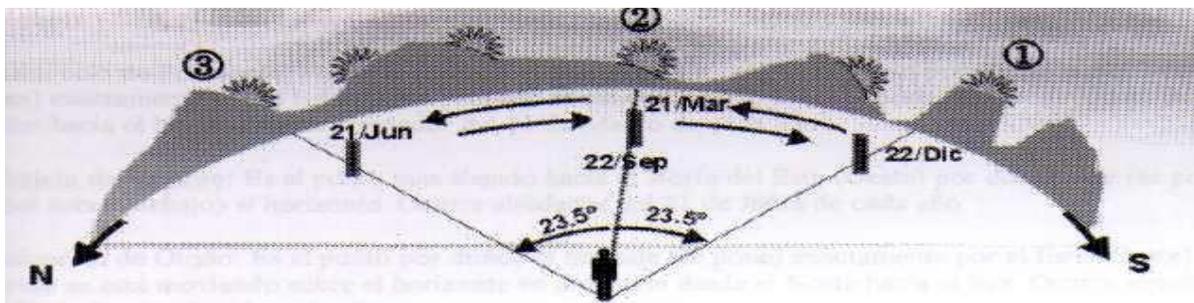


FIGURA 4. salida y puesta del sol para fechas diferentes.

Este movimiento periódico a lo largo del año nos sirve para definir el año trópico y las estaciones.

El año trópico es el período de tiempo que tarda el Sol en desplazarse sobre el horizonte entre dos solsticios y dos equinoccios. Dura aproximadamente 365 días y 1/4 de día.

Solsticio de invierno: FIGURA. 5. Es el punto más alejado hacia el Sur del este o del oeste por donde sale o se pone el Sol sobre o debajo el horizonte. Suele ocurrir alrededor del 21 de Diciembre.

Equinoccio de primavera: También se llama equinoccio vernal. En este momento el Sol sale exactamente por el Este cuando se está moviendo en dirección desde el sur hacia el norte. Ocurre alrededor del 21 de Marzo.

Solsticio de verano: Es el punto más alejado hacia el Norte del Este por donde sale el Sol. Suele ser alrededor del 21 de Junio.

Equinoccio de otoño: El Sol sale exactamente por el Este, en dirección desde el norte hacia el sur. Es alrededor del 22 de Septiembre.

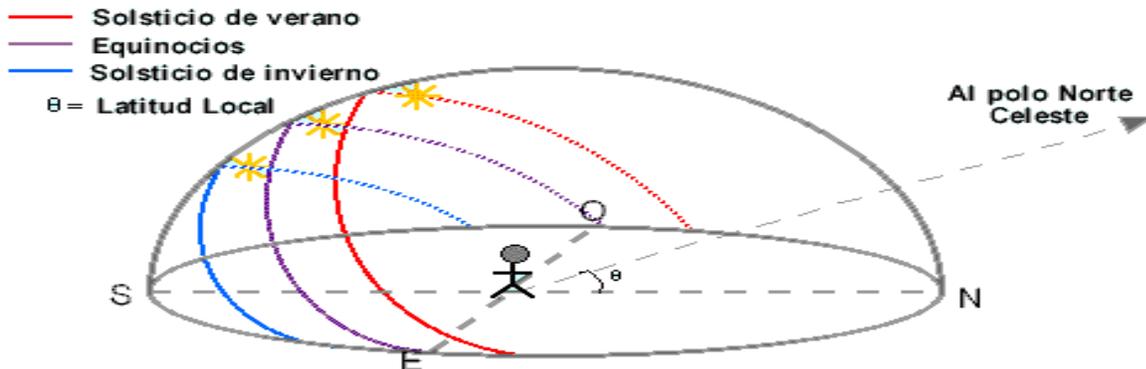


FIGURA 5. Equinoccio y solsticio.

En el Círculo Polar Ártico, el Sol se pone durante las 24 horas del día en que se produce el solsticio de verano. Este día, el Sol a medianoche pasa rozando el horizonte, pero vuelve a subir sin ocultarse. El día del solsticio de invierno pasa lo contrario, el Sol no se ve en esa jornada. Fenómenos iguales pero en fechas opuestas ocurren en el polo Sur, en el Círculo Polar Antártico.

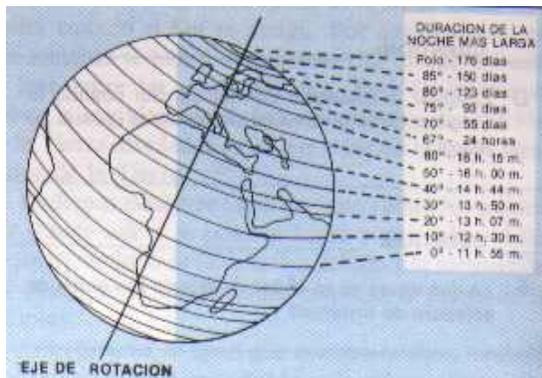


FIGURA 6. Duración del día.

Este es un dibujo donde se ve la duración de la noche más larga del año (21 diciembre) en diferentes latitudes del Hemisferio Norte.

El término solsticio significa sol quieto, y proviene del hecho de que en esos puntos parece que el Sol se detiene en su ascenso y alcanza la altura máxima en verano, reanudando luego su carrera en sentido contrario hasta alcanzar su mínima altura en invierno.

Al solsticio de verano también se le llama punto Vernal y cae en el hemisferio boreal (norte), y el que cae en el hemisferio austral es el solsticio de invierno o punto hienal. Esto sirve de referencia para delimitar aproximadamente las 4 estaciones en los hemisferios Norte y Sur.

RADÍACION SOLAR.

INTRODUCCION.

El estudio de las características de la radiación solar, los factores que la afectan, su medición y los métodos de estimación de la energía solar sobre superficies horizontales son determinantes para las aplicaciones de aprovechamiento solar térmico.

RADÍACION SOLAR EXTRATERRESTRE.

CONSTANTE SOLAR.

La constante solar, I_{sc} , está definida como la cantidad de energía solar que incide perpendicularmente por unidad de tiempo sobre una superficie de área unitaria, colocada fuera de la atmósfera terrestre a una distancia del sol igual a la distancia promedio sol-tierra.[8]

La referencia radiométrica mundial WRR (WRR: World Radiometric Reference) del WRC (World Radiation Center) es:

$$\begin{aligned} I_{sc} &= 1367 \text{ W/m}^2 && \text{Ecuación 1} \\ &= 433.3 \text{ Btu}/(\text{ft}^2 \cdot \text{h}) \\ &= 1.96 \text{ cal}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min}) \end{aligned}$$

Con una desviación estándar de 1.6 W/m^2 y una desviación máxima de $\pm 7 \text{ W/m}^2$.

VARIACIÓN DE LA RADÍACION SOLAR EXTRATERRESTRE.

Debido a que la intensidad de la radiación solar varía de manera inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, la variación de la distancia tierra sol durante el año da lugar a una variación de la radiación solar extraterrestre. [8]

$$G(n): G(n) = I_{sc} \times [1 + 0.333 \times \text{Cos}(360 \times n/365)] \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde: n es el número del día ($1 < n < 365$). Esta función tiene una variación de 3.3 %, con el máximo de 1412 W/m^2 el 1 de enero y el mínimo de 1322 el 1 de julio. [8]

DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE LA RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE.

La radiación solar son ondas electromagnéticas de diferentes longitudes de onda.[9] La constante solar es la energía total por unidad de área y de tiempo, considerando todas las longitudes de onda de la radiación solar. Para muchos propósitos como por ejemplo, fotosíntesis, aplicaciones termosolares y celdas solares, es conveniente conocer como está distribuida esa energía de acuerdo a su longitud de onda o frecuencia, es decir, su distribución espectral. La Fig. 7, muestra el espectro de la radiación solar extraterrestre (en el tope de la atmósfera), comparada con la de un cuerpo negro a 5777 K.

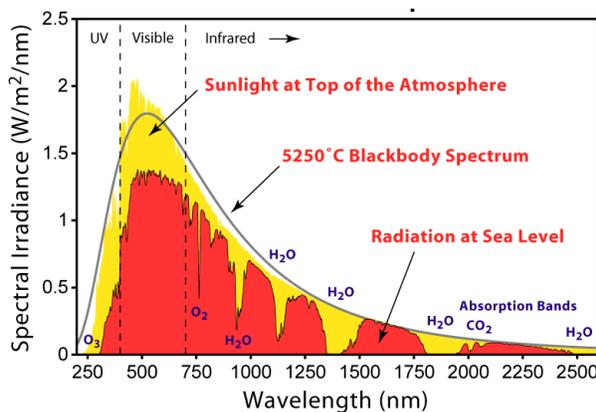
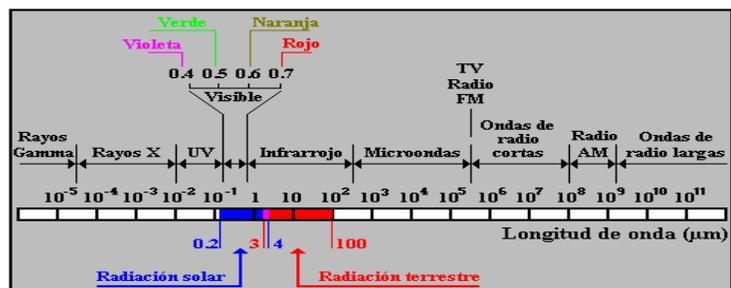


FIGURA 7. Espectro de Radiación solar.

El espectro se suele dividir en las tres regiones siguientes, FIGURA 8:

1. La región llamada **visible** ($0.38 \mu\text{m} < \lambda < 0.78 \mu\text{m}$) porque es el rango que puede detectar el ojo humano y dentro del cual están los colores violeta ($0.42 \mu\text{m}$), azul ($0.48 \mu\text{m}$), verde ($0.52 \mu\text{m}$), amarillo ($0.57 \mu\text{m}$), anaranjado ($0.60 \mu\text{m}$) y rojo ($0.70 \mu\text{m}$).
2. La región invisible más allá del rojo ($\lambda > 0.78 \mu\text{m}$), conocida como **infrarrojo lejano** o región de las ondas de calor.
3. La región invisible antes del violeta ($\lambda < 0.38 \mu\text{m}$), denominada **ultravioleta**.

FIGURA 8. Espectro electromagnético



De acuerdo a lo anterior, a cada

región corresponde una fracción de la constante solar, distribuida así: 7 % al ultravioleta (95.7 W/m²), 47.3 % al visible (646.6 W/m²) y 45.7 % al infrarrojo (624.7 W/m²).[9]

RADÍACION SOLAR TERRESTRE.

La energía solar es afectada por la atmósfera terrestre tanto en su dirección como en su intensidad.

FIGURA. 9. Interacción de la radiación con la atmósfera.

INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON LA ATMÓSFERA.

La atmósfera terrestre es la capa gaseosa de la tierra que se mantiene alrededor de ella por la acción de la fuerza gravitacional. La Fig. 9, muestra esquemáticamente los diferentes procesos que sufre la radiación en su interacción con la atmósfera. [11]

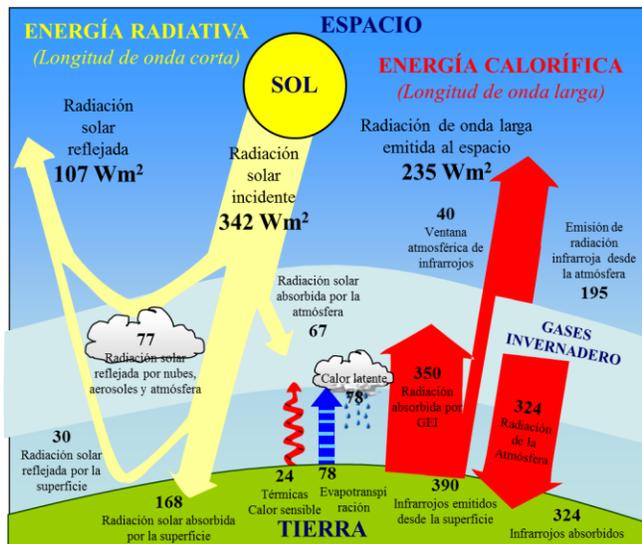


FIGURA 10. Intensidad de la radiación solar en la superficie terrestre.
<http://homepage.mac.com/uriarte/maprad.html>

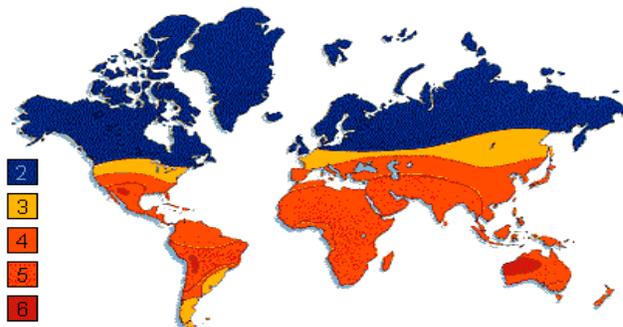
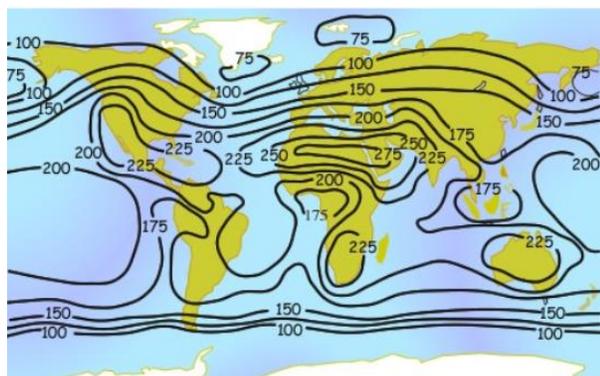


FIGURA 11. Horas sol pico promedio anual.

HORAS SOL PICO PROMEDIO ANUAL.

Una hora sol pico, fig. 11, es un índice de la radiación solar promedio diaria normalizada a este valor = Insolación / 1000w/m2, ej. Si la insolación diaria es 6 Kwh/m2, implica 6 horas sol pico.

Parte de la radiación directa incidente se transforma en difusa (o radiación sin ninguna dirección preferencial) debido al fenómeno de la dispersión, el cual se debe a la presencia en la atmósfera de vapor de agua, moléculas que componen el aire y partículas de polvo. Otra parte de la radiación solar es absorbida en la atmósfera. La absorción del ultravioleta se debe predominantemente al ozono, la de infrarrojo al vapor de agua y dióxido de carbono, y la del visible nuevamente al ozono.

Como resultado de la interacción con la atmósfera, la radiación solar recibida sobre una superficie horizontal terrestre se compone de radiación solar directa y radiación solar difusa (radiación solar global). [8]

La atenuación y el cambio en el espectro dependen de la masa de aire atravesada. Esta se suele designar por AMn (Air Mass n). AMn (Fig. 12) está dada por:

$$AMn = AM(\sec \theta_z) \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde: θ_z es el ángulo cenital.

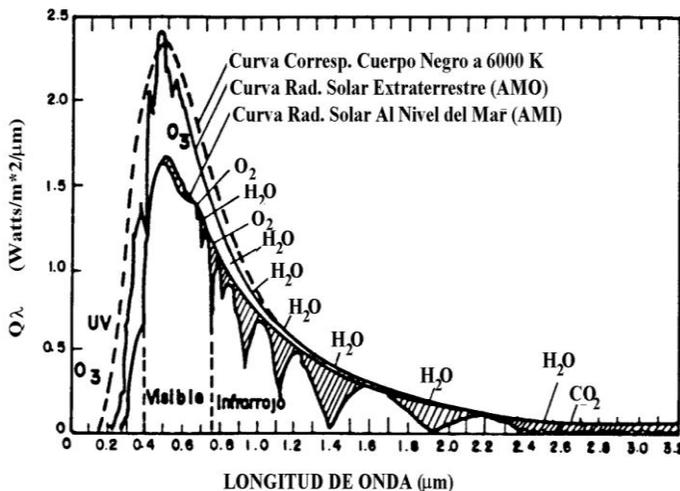
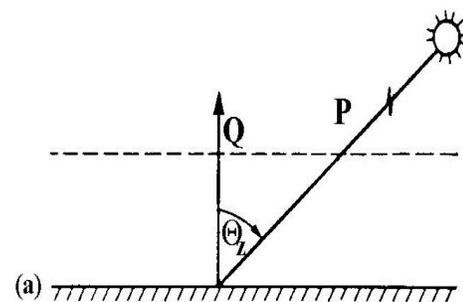


FIGURA 13.
ESPECTROS DE LA RADÍACION SOLAR BAJO VARIAS MASAS DE AIRE Y LA DE UN CUERPO NEGRO DE 6000 K

FIGURA 12. TRAYECTORIA DE LA RADÍACION SOLAR TRAVES DE LA ATMOSFERA (atmósfera no refractiva)



Así, AM0 corresponde a la radiación solar extraterrestre, AM1 a la masa atravesada por la radiación cuando el sol está en el cenit y el observador a nivel del mar a presión atmosférica de 760 mm Hg. La Fig. 13, muestra el espectro solar bajo diferentes masas de aire AM.

DIRECCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR DIRECTA.

La dirección de la radiación solar directa sobre una superficie de orientación arbitraria se puede describir en término de diferentes ángulos. Siguiendo la notación introducida por Duffie y Beckman, estos ángulos son (Fig. 14):[8]

Φ : Latitud del lugar. Posición angular hacia el norte o hacia el sur del Ecuador. ϕ es positivo en el hemisferio norte (norte: $0^\circ < \phi < 90^\circ$) y negativo en el hemisferio sur (sur: $-90^\circ < \phi < 0^\circ$).

δ : Declinación. Posición angular del sol al mediodía con respecto al plano del Ecuador. Es positivo en el hemisferio norte y varía entre -23.45° y $+23.45^\circ$.

β : Inclinación de la superficie. Angulo entre la superficie en consideración y la horizontal ($0 \leq \beta \leq 180$).

Γ : Angulo acimutal. Desviación de la proyección de la normal de la superficie del meridiano local ($-180^\circ \leq \Gamma \leq 180^\circ$). Γ es positivo para superficies orientadas hacia el oeste y negativo para superficies orientadas hacia el oriente.

Γ_s : Angulo acimutal del sol. Desviación de la proyección de la radiación directa del meridiano local (convenciones como en el caso de Γ).

W : Angulo horario. Desplazamiento angular del sol hacia el este o el oeste del meridiano local, debido al movimiento de rotación de la tierra alrededor de su eje ($W < 0$ para la mañana, $W > 0$ para la tarde, $W = 0$ al mediodía).

θ : Angulo entre la radiación directa sobre la superficie y la normal a la superficie.

θz : Angulo de incidencia de la radiación directa y la normal de la superficie.

α : Altitud del sol. Angulo formado entre la dirección del sol y la horizontal. Por consiguiente $\alpha + \theta z = 90$.

Ecuación 3

$$\cos \theta = \sin \delta * \sin \phi * \cos \beta - \sin \delta * \cos \theta * \sin \beta * \cos \Gamma - \sin \delta * \cos \theta * \sin \beta * \cos \Gamma + \cos \delta * \sin \phi * \sin \beta * \cos \Gamma * \cos W + \cos \delta * \sin \beta * \sin \Gamma * \sin W + \cos \delta * \sin \beta * \sin \Gamma * \sin W$$

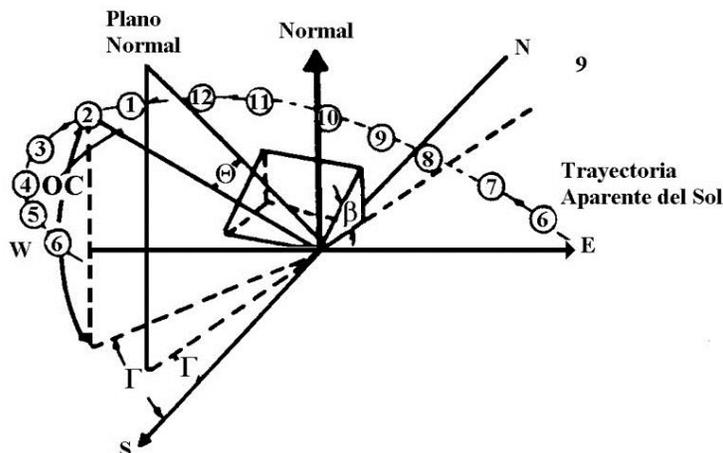


FIGURA 14. La dirección de la radiación solar directa sobre una superficie de orientación arbitraria.

ANGULOS EMPLEADOS PARA DETERMINAR LA DIRECCION DE LA RADÍACION SOLAR DIRECTA SOBRE UN DISPOSITIVO.

La dirección de la radiación solar directa que incide sobre una superficie de cualquier orientación con respecto a las coordenadas locales puede ser calculada mediante la siguiente expresión:

$$\cos \theta = \sin \delta * \sin \varphi * \cos \beta - \sin \delta * \cos \theta * \sin \beta * \cos \Gamma + \cos \delta * \cos \varphi * \cos W * \cos \beta + \cos \delta * \sin \varphi * \sin \beta * \cos \Gamma * \cos W + \cos \delta * \sin \beta * \sin \Gamma * \sin W$$

Ecuación 4

W se calcula como:

$$W = 15^\circ \times (12 - h)$$

Ecuación 5

Dónde: h es la hora.

La declinación se calcula como:

$$\delta = 23.45^\circ * \text{Sen}[360^\circ * (284 + n)/365]$$

Ecuación 6

Dónde: n es el número del día del año, con $1 \leq n \leq 365$.

CALCULO DE LA RADIACIÓN SOLAR.

Γ_z : Puede calcularse mediante la ecuación 4, simplemente haciendo $\beta=0$:

$$\cos \Gamma_z = \text{Sen } \delta * \text{Sen } \varphi + \text{Cos } \delta * \text{Cos } \varphi * \text{Cos } W$$

Ecuación 7

DURACION ASTRONOMICA DEL DÍA Y RADÍACION SOLAR EXTRATERRESTRE.

DURACIÓN ASTRONÓMICA DEL DÍA.

La duración astronómica del día puede calcularse para cualquier latitud mediante la ecuación 7, teniendo en cuenta que cuando el sol se levanta, $W = W_s$ y $\Gamma_z = 90^\circ$:

$$\cos 90 = 0 = \text{Sen } \delta * \text{Sen } \varphi + \text{Cos } \delta * \text{Cos } \varphi * \text{Cos } W$$

$$\text{Cos } W_s = - \text{Tan } \varphi * \text{Tan } \delta$$

La duración del día Z está dada entonces por

$$Z = (2/15) * \text{Arc Cos}(- \text{Tan } \varphi * \text{Tan } \delta) \quad \text{Ecuación 8}$$

RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE DIARIA.

La radiación solar extraterrestre diaria sobre una superficie horizontal puede calcularse así:

$$H_o(n) = \int G(n) * \cos \theta_z dt \quad \text{Ecuación 9}$$

donde:

$$dt = [24. \text{Horas} / (2 * \vartheta)] * dW, \text{ con } 0 \leq W \leq W_s$$

Entonces:

$$H_o(n) = (24/\pi) * \int_0^{W_s} G(n) * \text{Cos } i_z * dt$$

$$= (24/\pi) * I_{sc} [1 + 0.033 \cos(360^\circ n / 365)]$$

$$[\cos \varphi * \cos \delta * \text{sen } W_s + W_s (2\pi/360) * \text{sen } \varphi * \text{sen } \delta] \quad \text{Ecuación 10}$$

Dónde: n es el número del día del año.

VARIABILIDAD DE LA RADIACIÓN SOLAR EN EL SALVADOR.

Cuando nos referimos a la Radiación Solar es necesario recordar que a esta se le atribuye casi la totalidad de energía que la tierra dispone y dispondrá en el futuro, de igual manera a los procesos meteorológicos, biológicos, etc., que suceden en la misma. El calentamiento de la superficie terrestre por absorción de la radiación solar es función de la latitud del lugar, época del año, hora del día, etc. Es decir que el sol en su desplazamiento aparente de norte a sur y viceversa durante el año determina una máxima declinación norte ($23^{\circ}.5'N$), Solsticio Verano 21/6, Máxima declinación Sur ($23^{\circ}.5'S$), Solsticio Invierno 21/12 pasa dos veces sobre el Ecuador terrestre (0°), 21/3 y 21/9.

El Salvador ubicado entre los 13° y $14^{\circ} 30'$ latitud norte, aproximadamente recibe grandes cantidades de energía durante el año, figura 15, el conocimiento de este desplazamiento determina aquellas zonas con mayor potencial; observando que en el mes de diciembre, enero y febrero, la incidencia de los rayos solares se encuentra orientada hacia el sur. También es característico de estos meses que por la falta de nubosidad (sistemas de alta presión) por encontrarse la tierra más cerca del sol (Perihelio) la Radiación Solar es más directa que en las otras épocas del año.[12]

Durante los meses de Marzo y Abril, la atmósfera se encuentra bastante contaminada por diferentes causas antropogénicas, por lo tanto existe mayor dispersión y absorción de radiación solar. En el transcurso de la época lluviosa de Mayo a Octubre ya existe abundante nubosidad que obstaculiza el paso de los rayos solares principalmente en los meses de Junio y Septiembre que son los más lluviosos. (Seminario Aplicaciones Celdas Fotovoltaicas, 1985). [12]

RECURSO SOLAR DISPONIBLE EN EL SALVADOR. [12]

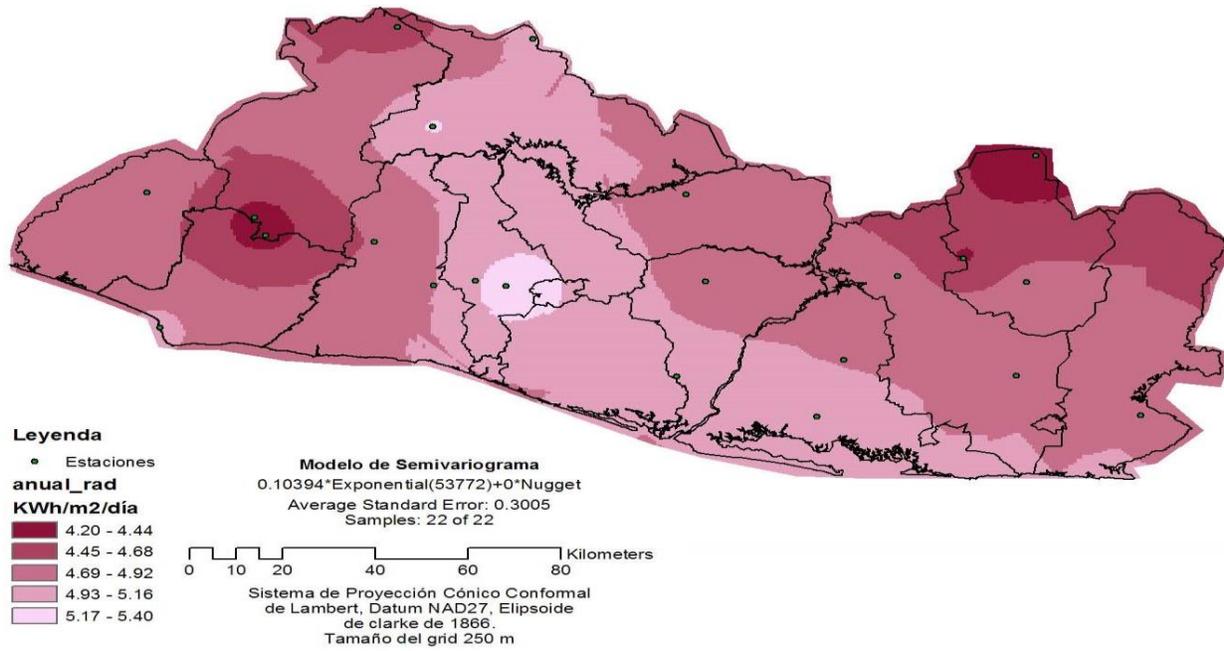


FIGURA 15.. Irradiancia en El Salvador.

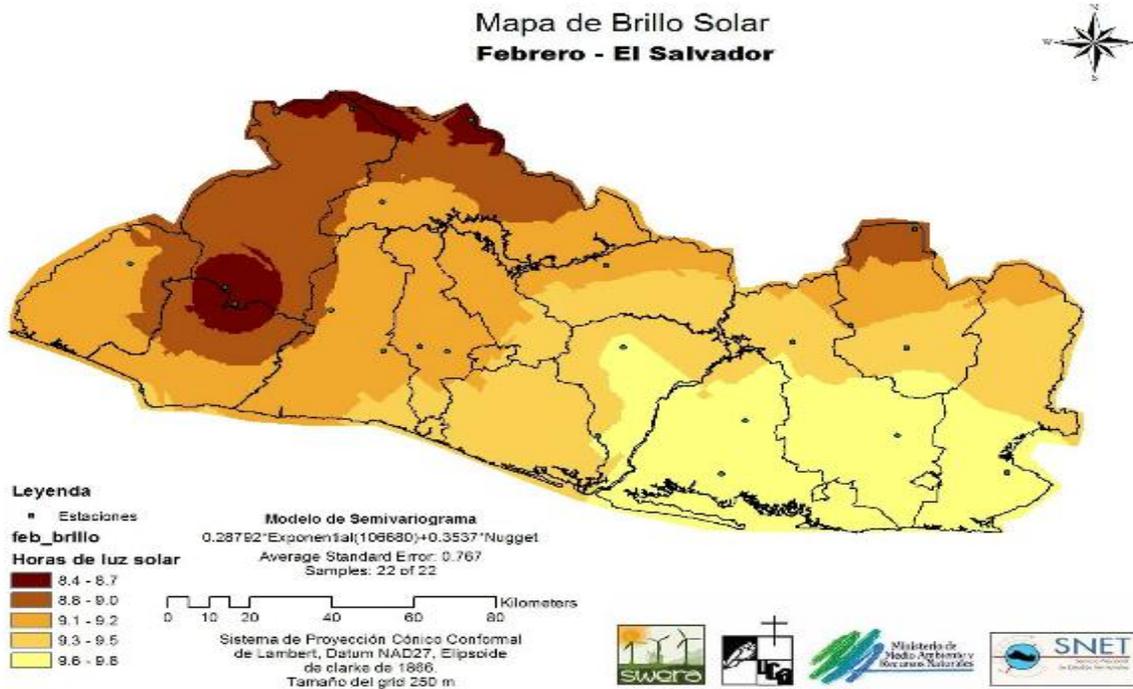


FIGURA 16. Mapa de el Salvador y numero de horas de brillo solar.

Duración del día en El Salvador. [12]

Estación Meteorológica	Latitud	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Acajutla	13,57	11,30	11,56	11,92	12,31	12,63	12,79	12,71	12,44	12,06	11,68	11,36	11,21	12,00
Sta. Cruz Pomilio	13,44	11,30	11,57	11,92	12,31	12,62	12,78	12,71	12,43	12,06	11,68	11,37	11,22	12,00
Beneficio La Carrera	13,33	11,31	11,57	11,92	12,30	12,62	12,77	12,70	12,43	12,06	11,68	11,37	11,23	12,00
San Miguel	13,44	11,30	11,57	11,92	12,31	12,62	12,78	12,71	12,43	12,06	11,68	11,37	11,22	12,00
La Unión	13,33	11,31	11,57	11,92	12,30	12,62	12,77	12,70	12,43	12,06	11,68	11,37	11,23	12,00
Sesori	13,71	11,29	11,56	11,92	12,31	12,64	12,80	12,72	12,44	12,07	11,68	11,35	11,20	12,00
Cerrón Grande	13,94	11,28	11,55	11,92	12,32	12,65	12,81	12,73	12,45	12,07	11,67	11,34	11,19	12,00
San Francisco Gotera	13,7	11,29	11,56	11,92	12,31	12,64	12,79	12,72	12,44	12,07	11,68	11,36	11,20	12,00
Nueva Concepción	14,12	11,27	11,54	11,92	12,32	12,66	12,82	12,74	12,46	12,07	11,67	11,33	11,18	12,00
San Andrés	13,81	11,28	11,55	11,92	12,32	12,64	12,80	12,73	12,45	12,07	11,67	11,35	11,20	12,00
Apastepeque	13,7	11,29	11,56	11,92	12,31	12,64	12,79	12,72	12,44	12,07	11,68	11,36	11,20	12,00
Estación matriz	13,69	11,29	11,56	11,92	12,31	12,64	12,79	12,72	12,44	12,07	11,68	11,36	11,20	12,00
Observatorio	13,7	11,29	11,56	11,92	12,31	12,64	12,79	12,72	12,44	12,07	11,68	11,36	11,20	12,00
Ahuachapán	13,94	11,28	11,55	11,92	12,32	12,65	12,81	12,73	12,45	12,07	11,67	11,34	11,19	12,00
Santiago de María	13,48	11,30	11,57	11,92	12,31	12,63	12,78	12,71	12,43	12,06	11,68	11,37	11,22	12,00
Santa Tecla	13,69	11,29	11,56	11,92	12,31	12,64	12,79	12,72	12,44	12,07	11,68	11,36	11,20	12,00
Cerro Cacahuatique	13,76	11,29	11,56	11,92	12,31	12,64	12,80	12,72	12,44	12,07	11,67	11,35	11,20	12,00
Finca Los Andes	13,88	11,28	11,55	11,92	12,32	12,64	12,81	12,73	12,45	12,07	11,67	11,35	11,19	12,00
Los Planes de Montecristo	14,4	11,25	11,53	11,92	12,33	12,67	12,84	12,76	12,47	12,07	11,66	11,32	11,16	12,00
La Galera	14,04	11,27	11,55	11,92	12,32	12,65	12,82	12,74	12,45	12,07	11,67	11,34	11,18	12,00
Las Pilas	14,36	11,25	11,54	11,92	12,33	12,67	12,84	12,76	12,46	12,07	11,66	11,32	11,16	12,00
Cerro Verde	13,83	11,28	11,55	11,92	12,32	12,64	12,80	12,73	12,45	12,07	11,67	11,35	11,20	12,00
Montufar	13,66	11,29	11,56	11,92	12,31	12,63	12,79	12,72	12,44	12,06	11,68	11,36	11,21	12,00

TABLA 3. Duración del día en El Salvador. [12]

TABLA 4. Radiación promedio kWh/ m² en El Salvador. [12]

Departamento	Nombre de la Estación	Latitud (°)	Longitud (°)	Elevación (msnm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Sonsonate	Acajutla	13.57	89.83	15	4.81	5.24	5.52	5.41	4.95
San Vicente	Sta. Cruz Porrillo	13.44	88.8	30	4.75	5.23	5.51	5.36	4.99
Usulután	Beneficio La Carrera	13.33	88.52	75	4.91	5.35	5.54	5.20	4.82
San Miguel	San Miguel	13.44	88.12	80	4.65	5.20	5.51	5.37	4.91
La Union	La Union	13.33	87.88	95	4.77	5.18	5.52	5.27	4.85
San Miguel	Sesori	13.71	88.36	195	4.69	5.23	5.50	5.28	4.77
Cabañas	Cerrón Grande	13.94	88.91	245	4.76	5.20	5.76	5.57	5.17
Morazán	San Francisco Gotera	13.7	88.11	250	4.92	5.48	5.74	5.64	5.14
Chalatenango	Nueva Concepción	14.12	89.29	320	4.78	5.26	5.56	5.47	5.10
La Libertad	San Andrés	13.81	89.41	460	5.06	5.49	5.75	5.65	5.29
San Vicente	Apastepeque	13.7	88.75	570	4.60	5.18	5.32	5.11	4.82
San Salvador	Estación matriz	13.69	89.14	638	5.03	5.52	6.08	5.77	5.19
San Salvador	Observatorio	13.7	89.2	700	4.77	5.18	5.47	5.34	4.73
Ahuachapán	Ahuachapán	13.94	89.86	725	5.06	5.48	5.82	5.69	5.25
Usulután	Santiago de María	13.48	88.47	920	5.09	5.61	5.92	5.68	5.14
La Libertad	Santa Tecla	13.69	89.29	960	5.04	5.45	5.76	5.46	4.92
San Miguel	Cerro Cacahuatique	13.76	88.23	1370	4.56	5.20	5.45	4.54	3.71
Santa Ana	Finca Los Andes	13.88	89.64	1770	3.81	4.49	4.97	4.77	3.85

May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
4.95	4.76	5.18	5.06	4.66	4.57	4.63	4.56	4.95
4.99	4.76	5.21	5.21	4.71	4.60	4.55	4.57	4.95
4.82	4.80	5.38	5.42	4.82	4.81	4.77	4.69	5.04
4.91	4.70	5.16	5.23	4.64	4.60	4.45	4.50	4.91
4.85	5.02	5.29	5.00	4.85	4.74	4.53	4.55	4.96
4.77	4.60	5.04	4.88	4.34	4.32	4.42	4.44	4.79
5.17	4.99	5.44	5.40	4.84	4.81	4.69	4.59	5.10
5.14	5.07	5.46	5.43	5.01	4.90	4.79	4.71	5.19
5.10	5.12	5.38	5.42	4.97	4.96	4.76	4.51	5.11
5.29	5.04	5.64	5.44	4.81	4.75	4.85	4.83	5.22
4.82	4.66	5.12	5.14	4.57	4.46	4.56	4.38	4.83
5.19	5.23	5.89	5.64	4.87	4.75	4.98	4.77	5.31
4.73	4.71	5.44	5.09	4.63	4.67	4.78	4.60	4.95
5.25	5.04	5.56	5.30	4.61	4.79	4.93	4.83	5.20
5.14	4.81	5.54	5.45	4.71	4.67	4.82	4.88	5.19
4.92	4.61	5.31	5.14	4.55	4.50	4.76	4.80	5.03
3.71	3.73	4.89	4.67	3.99	3.89	4.18	4.04	4.40
3.85	3.42	4.30	4.04	3.34	3.19	3.28	3.30	3.90

DESCRIPCIÓN DE LOS COLECTORES SOLARES.

Los colectores de energía solar son tipos especiales de intercambiadores de calor que transforman la energía de radiación solar en energía interna y dicha energía la transfieren a un medio de transporte.

El principal componente de cualquier sistema de energía solar es el colector o captador solar.

El captador o colector solar es un dispositivo que absorbe la radiación solar entrante, la convierte en calor, y la transfiere a un fluido térmico (por lo general agua, aceite o aire) que fluye a través del colector.

La energía solar recogida se transporta mediante el fluido que circula hasta un tanque de almacenamiento de energía térmica, de la que pueden extraerse para uso nocturno o en días nublados, o bien se puede aplicar de manera directa.

Existen básicamente dos tipos de colectores solares: no concentradores o estacionarios y de concentración.

Un colector concentrador tiene una área para interceptar la radiación solar es mayor que el área del receptor donde se absorbe la radiación solar, ese decir, es capaz de aumentar el flujo de radiación.

Los colectores de concentración son adecuados para aplicaciones de alta temperatura. La concentración se refiere al aumento o magnificación de la energía solar en el receptor del sistema. Es la relación entre el área de captación dividida por el área del receptor (conocida como concentración geométrica). [8]

COLECTORES SOLARES PLANOS.

Si consideramos que la potencia solar incidente en un metro cuadrado de plano perpendicular a los rayos del sol en un día despejado a nivel del mar puede aproximarse a los 1000 W. Si toda esta energía fuese absorbida por una masa de agua de 50 kg, el líquido se calentaría 17.2°C por encima de la temperatura inicial. Si la masa a calentar disminuye a la mitad, es decir, 25 kg el incremento de la temperatura se duplicaría. Empleando la misma radiación solar para calentar otro fluido, aire en

lugar de agua, se obtendría que 50 kg de aire en una hora incrementen su temperatura en 72°C.

En nuestro caso de El Salvador se puede establecer que con radiaciones promedio de 4kWh/día se pueden calentar 100 litros de agua con un captador de 1m² desde 20°C a prácticamente 55°C. [14]

PERDIDAS PRESENTES EN EL SISTEMA SOLAR DE CAPTACIÓN.

En el proceso se presentan dos tipos de pérdidas: térmicas y ópticas.

Pérdidas ópticas: Son responsables de que sólo una parte de la radiación recibida sea absorbida por la placa metálica y consecuentemente transferida al fluido caloportador.

Pérdidas térmicas: implican que una parte o porcentaje de la energía absorbida es cedida al entorno del colector y no del fluido hacia el sistema de almacenamiento.

COMPONENTES.

El colector por lo tanto tiene unas limitaciones de manera que transforma sólo una parte de la radiación solar en calor o energía útil en el fluido. Comercialmente estos dispositivos dan un rendimiento cercano al 40%.

Un colector de placa plana está constituido por un elemento absorbente metálico protegido térmicamente mediante un aislante y una cubierta de material transparente.

Este captador térmico recibe el nombre de colector de placa plana porque básicamente está constituido por una caja de superficie mucho mayor que su altura y utiliza una placa plana metálica como superficie absorbente.

Aprovechan la radiación directa como la difusa; no necesitan del seguimiento del Sol y requieren de un mantenimiento prácticamente nulo.

PERDIDAS TÉRMICAS.

En la mejora del rendimiento de los colectores solares de placa plana existen dos líneas de trabajo: la reducción de las pérdidas térmicas y el incremento de la energía solar absorbida. El sistema de captación está supeditado a los siguientes procesos de transferencia energética:

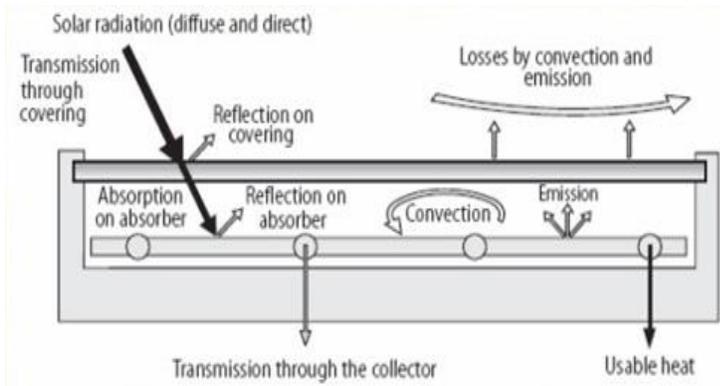


FIGURA 17. Representación de la transferencia de energía. *Convección Radiación y conducción.*

TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONDUCCION.

La conducción térmica aparece cuando la temperatura varía dentro de un sistema material y el flujo de calor trata de establecer el equilibrio térmico de manera que el flujo calórico va de las zonas de alta temperatura a las zonas más frías. [14]

$$\frac{dQ}{dT} = \dot{Q} = -k.A. \frac{dT}{dx}$$

Donde la constante de proporcionalidad k se denomina *conductividad térmica (W/mK)* la cual es propia del material.

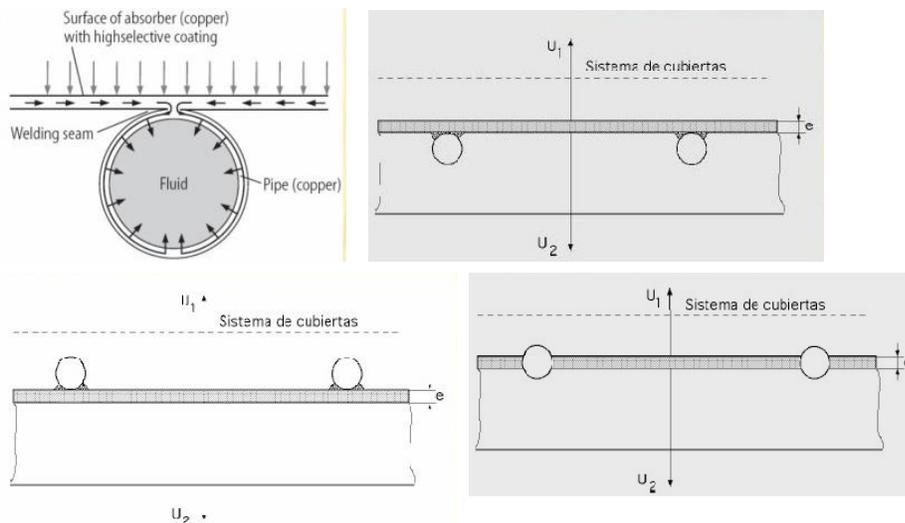


FIGURA 18. Modelos de tubos captadores.

Material	Resistencia Relativa	Coefficiente Resistividad x10E-4	Conductividad Térmica	Punto de Fusión (°C)
Aluminio	1,64	40	0,48	660
Latón	3,9	20	0,26	920
Cadmio	4,4	38	0,222	321
Cobalto	5,6	33	---	1480
Constantán (1)	28,45	+/-2	0,054	1210
Cobre	1	39,3	0,918	1083
Oro	1,416	34	0,705	1063
Plomo	12,78	42	0,083	327
Magnesio	2,67	40	0,376	651
Manganina (2)	26	+/-0,2	0,053	910
Mercurio	55,6	8,9	0,0148	-38,87
Molibdeno	3,3	45	0,346	2622
Ni-Cr	65	1,7	0,035	1350
Níquel	5,05	47	0,142	1452
Ni-Ag	16	2,6	0,07	1110
Platino	6,16	38	0,166	1773
Plata	0,95	40	1,006	960,5
Acero	7,6-12,7	16-42	0,115	1480
Acero-inox.	52,8	----	0,069	1410
Tántalo	9	33	0,13	2850
Estaño	6,7	42	0,155	231,9
Tungsteno	3,25	45	0,476	3370
Zinc	3,4	37	0,265	419,5
Zirconio	2,38	44	---	1860

(1) Cu (55%) Ni (45%)
(2) Cu (84%) Mg (12%) Ni (4%)

TABLA 5. Conductividad térmica de materiales. W/mK

Resistencia térmica.

Con respecto al proceso de aislamiento (a fin de evitar que el colector pierda calor almacenado) es útil emplear la siguiente ecuación:

$$\dot{Q} = \frac{\Delta T}{R} = \frac{\Delta T}{\Delta x / (k.A)} \quad \text{siendo } R = \Delta x / (k.A).$$

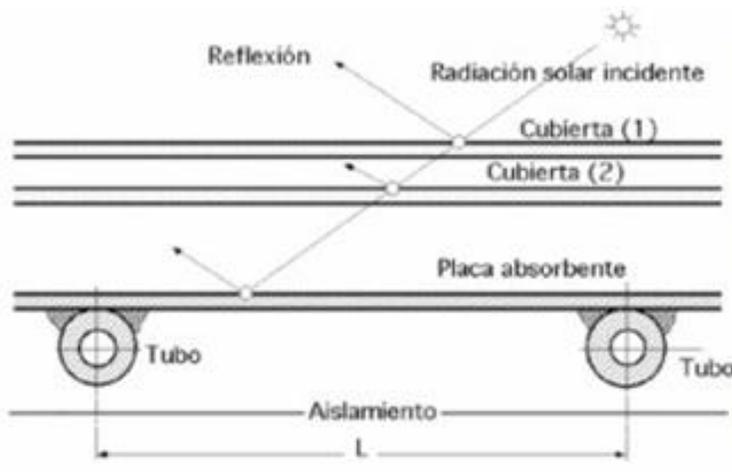


FIGURA 19.

Colector solar de doble capa.

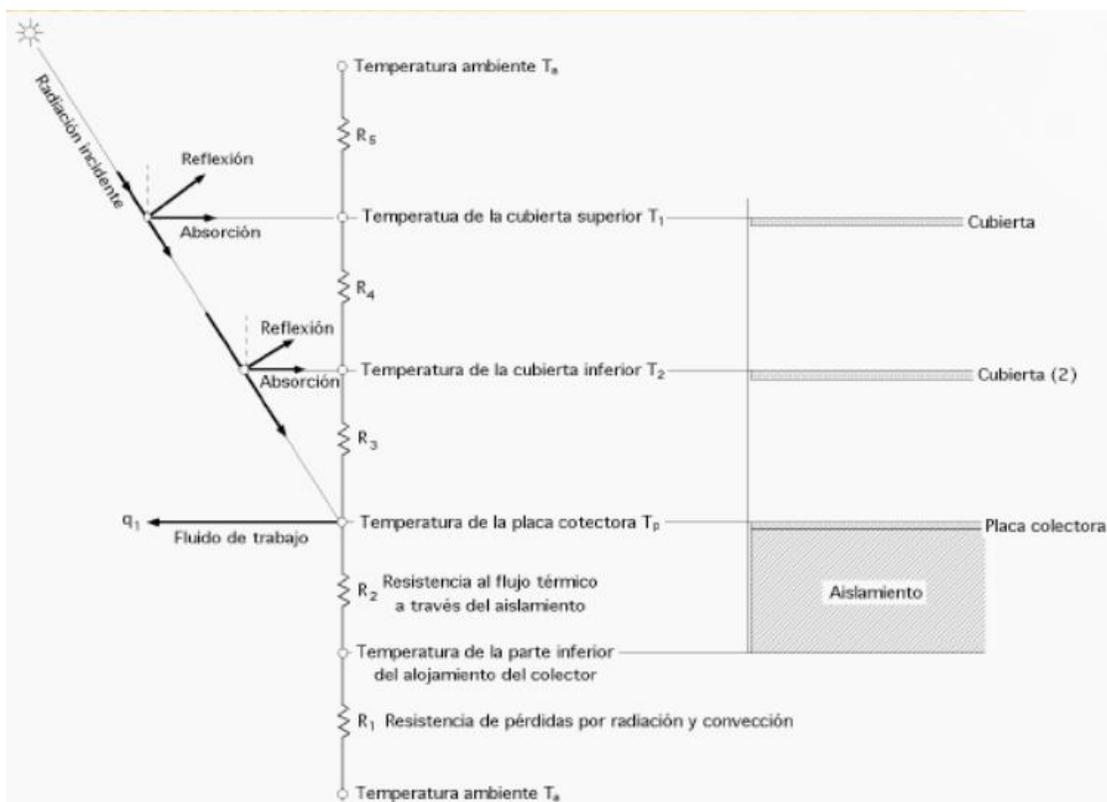


FIGURA 20. Circuito térmico para un colector solar.

Transferencia de calor por convección.

Los mecanismos de convección en el colector también se relacionan con la convección natural entre placas planas, convección al interior de conductos cerrados y pérdidas convectivas por el viento. [14]

$$Q/t = h_{conv} A \Delta T$$

Donde h_{conv} es el coeficiente de transferencia de energía por convección ($W/m^2 \cdot K$) que depende de la forma, rugosidad y posición de la superficie así como de las características del fluido, temperatura de la superficie y del fluido.

La convección es el mecanismo transferencia de calor a través de un fluido con movimiento masivo de éste. En la convección existe movimiento del fluido a nivel macroscópico mientras que en la conducción existe movimiento a nivel microscópico, atómico o molecular, pero no a nivel macroscópico, entendiendo como nivel macroscópico movimiento de volúmenes relativamente grandes del fluido. [14]

COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR

<i>Material</i>	<i>h (w/m² °C)</i>
Aire (conv. natural)	5 a 28.5
Aire (conv. forzada)	28.5 a 285
Aceite (conv. forzada)	57 a 1700
Agua (conv. forzada)	280 a 11300
Agua hirviendo	2800 a 56800

TABLA 6. Valores de h.

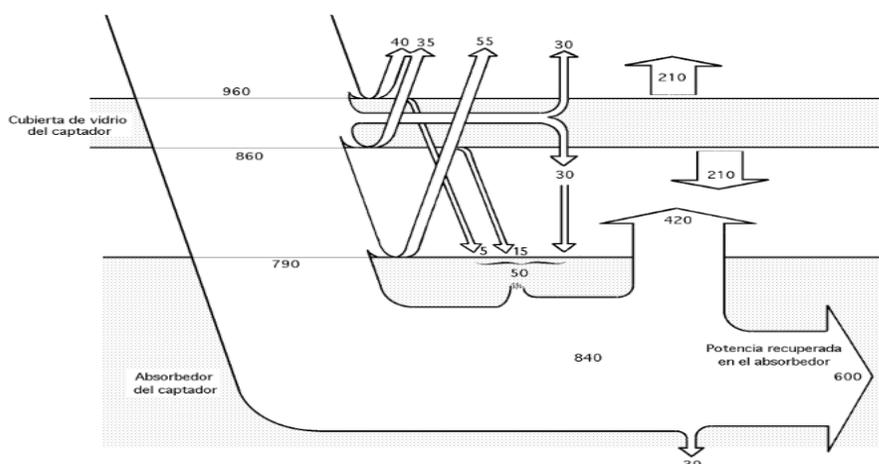


FIGURA 21. Balance de energía para colector de placa plana de una cubierta.

TRANSFERENCIA DE CALOR POR RADIACION.

Es el mecanismo de transporte de energía mediante radiación electromagnética emitida por un cuerpo en virtud de su temperatura y a expensas de su energía interna. Al igual que con la convección, deben destacarse:[14]

LA RADIACIÓN ENTRE PLACAS PLANAS PARALELAS.

RADIACIÓN CELESTE.

Efecto invernadero

Si se tiene un colector por el que no circula fluido alguno su temperatura aumenta hasta alcanzar la temperatura de equilibrio térmico o estancamiento.

A la temperatura de equilibrio las ganancias en radiación solar del colector equilibran las pérdidas energéticas hacia el entorno y se obtiene la máxima temperatura que alcanza el dispositivo.

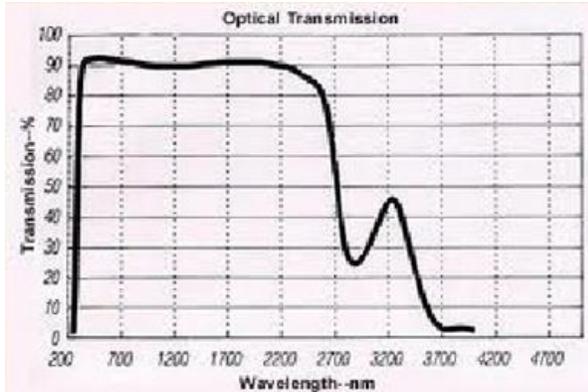


Figura 22. Porcentaje de transmisión según longitud de onda.

SUPERFICIES SELECTIVAS.

Se consideran aquellas superficies fig. 23, que permiten una elevada absorción en el rango de la radiación solar ($0,3 - 2 \mu\text{m}$) mientras que en el rango del infrarrojo térmico ($> 2 \mu\text{m}$) presentan una baja emisividad (elevada reflectividad).

Se pueden conseguir dos configuraciones básicas:

Espejo caliente y Espejo oscuro.

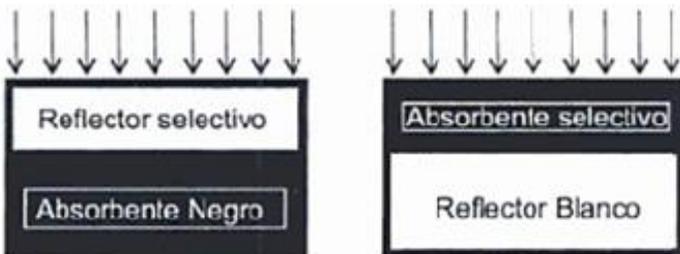


Figura 23. superficies selectivas.

	Absortividad	Emisividad	Cociente	Marca
Recubrimientos				
Negro humo	0.99	0.99	1.0	
Metal galvanizado	0.65	0.13	5.0	
Hormigón oscuro	0.65 – 0.80	0.85 – 0.95	0.81	
Metal galvanizado viejo	0.80	0.28	2.90	
Cromo negro	0.87	0.09	9.70	
Anodizado negro	0.88	0.88	1.00	
Acero con óxido de níquel	0.92	0.08	11.00	
Cobre o aluminio + CuO	0.80 – 0.93	0.09 – 0.21	3.37	
Óxido de cobre sobre aluminio	0.93	0.11	8.45	
Negro de cobre sobre cobre	0.89	0.17	5.23	
Negro de cromo sobre níquel	0.93	0.16	5.81	
Cobre NaCl ₂ NaOH	0.87	0.13	6.69	
Óxido de titanio	0.95	0.07	13.0	Tinox
Cermets				
SS-C	0.92	0.05	18.4	
Mo-Al ₂ O ₃	0.96	0.032	30.0	
Pinturas				
Solkote	0.88 – 0.94	0.28 – 0.49	2.36	Solkote HI/SORB-II
Solchrome	0.94 – 0.98	0.10 – 0.14	8.00	Solchrome
Solarect	0.90 – 0.92	0.20 – 0.3	3.64	Helios

TABLA 7. Recubrimientos y sus propiedades.

PERDIDAS ÓPTICAS.

Éstas pérdidas relacionan la energía solar térmica recibida por el colector con la energía recibida por las placas. La transmisión, reflexión y absorción de radiación solar y la infrarroja térmica por las cubiertas y la placa de un colector determinan su funcionamiento.

Material	Espesor (mm)	T_{max} (°C)	τ
Vidrio	4	210	0,90
Vidrio templado	4	290	0,90
Metilmetacrilato (plexiglás)	3	90	0,89
Policarbonato (Lexán)	3	125	0,81
Polivinilo fluorado (tedlar)	0,10	110	0,85
Politetrafluoretileno	0,06	210	0,85
Polietileno	0,05	65	0,90

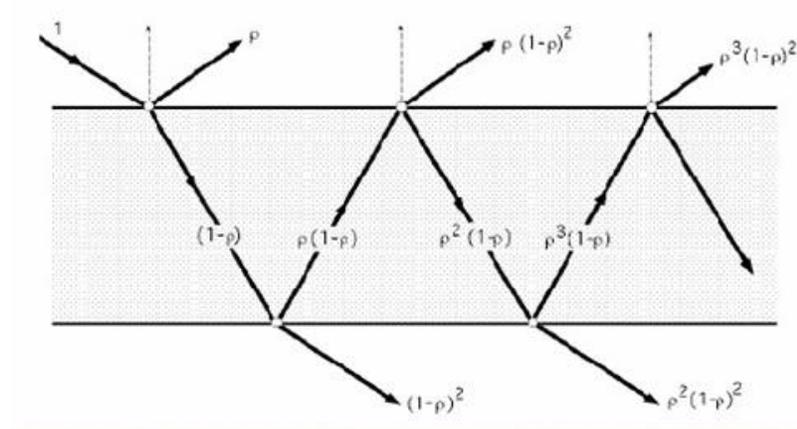
TABLA 8. Transmisividad de materiales.

Cubiertas	Transmisividad	Coefficiente de pérdidas (W/m²K)
Vidrios	1 Cubierta	0,91
	2 Cubiertas	0,83
	3 Cubiertas	0,76
Vidrios múltiples con recubrimiento selectivo	2 Cubiertas	0,57
	3 Cubiertas	0,52
Panel de policarbonato	5 cm	0,70
	10 cm	0,63
	15 cm	0,56

TABLA 9. Propiedades térmicas y ópticas de diferentes cubiertas.

TRANSMISIVIDAD – ABSORTIVIDAD.

La cubierta es un medio parcialmente transparente de forma que absorbe parte de la irradiancia solar incidente



COLECTORES SIN SEGUIMIENTO SOLAR Y ALTA TEMPERATURA. CONCENTRADORES PARABÓLICOS COMPUESTOS. (CPCS, *COMPOUND PARABOLIC COLLECTORS*)

Colectores parabólicos compuestos (CPC) son los concentradores de No-imagen o que **no** forman una imagen bien definida del sol en el receptor. Tienen la capacidad de reflejar toda la radiación incidente dentro de los límites del receptor. La necesidad de mover el concentrador para dar cabida a la orientación al cambio de la posición solar se puede reducir mediante el uso de CPCs (ver **Figura 24**)

Los CPCs pueden aceptar la radiación solar entrante a través de una amplia gama de ángulos. Mediante el uso de múltiples reflexiones internas, la radiación que entra la abertura en el ángulo de aceptación de colección encuentra su camino a la superficie de absorción del **receptor** situado en la parte inferior del colector.

El receptor puede tomar una variedad de configuraciones. Puede ser plana, bifaciales, cuña, o cilíndrica, como se muestra en la **Figura 24**. Los detalles sobre la forma de construcción de colector se presentan más adelante.

Se han diseñado dos tipos básicos de colectores CPCs: simétrica y asimétrica. CPC suelen emplear dos tipos de receptores: el tipo aleta con un tubo y receptores

tubulares. El tipo de aleta puede ser plana, bifaciales, o de cuña, como se muestra en la **Figura 24** para el tipo simétrico, y puede ser de un solo canal o multicanal.

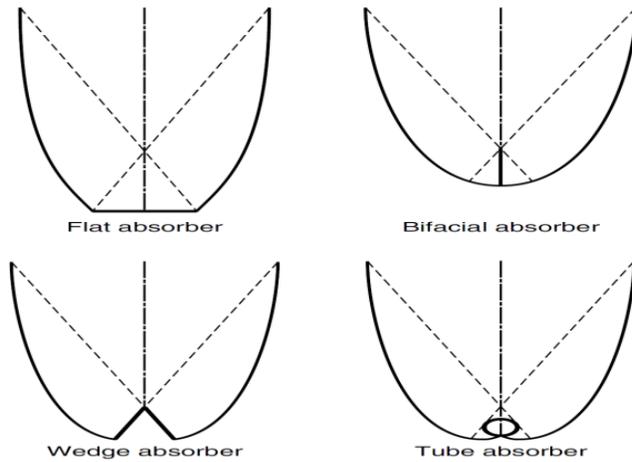


FIG. 24 Tipos de absorbedor CPCs.

Los CPCs deben tener un espacio entre el receptor y el reflector para evitar que el reflector actúe como aleta y conduzca el calor fuera del receptor. Esto resulta más importante para los de receptor plano.

Para los usos de alta temperatura se puede utilizar un CPC con seguimiento. Cuando se utiliza el seguimiento, éste puede ser poco preciso e incluso intermitente, puesto que la razón de concentración es generalmente pequeña y la radiación se puede recoger y concentrar por una o más reflexiones en las superficies parabólicas.

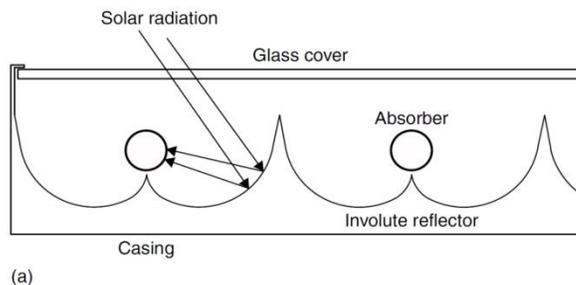


FIGURA 25. Colector CPC con absorbente cilíndrico.

COLECTORES DE TUBOS EVACUADOS.

Los colectores de calor solar de tubos al vacío (o simplemente colectores de tubos evacuados, CTE) funcionan de manera diferente que los colectores planos disponibles

en el mercado. Estos colectores solares consisten en un tubo de calor dentro de un tubo sellado al vacío, como se muestra en la **Figura 26**.

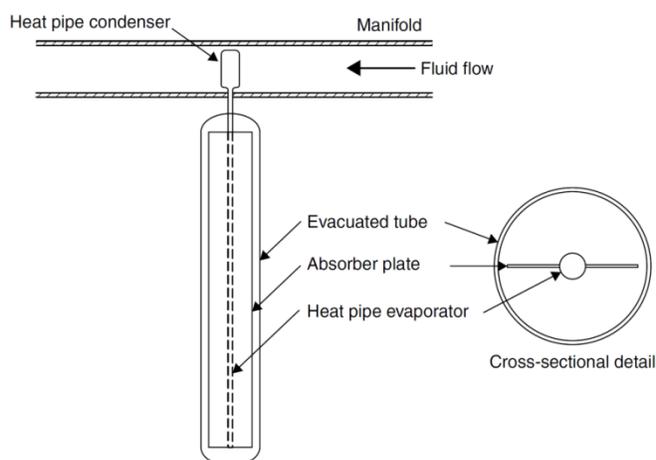


FIGURA.26. Colectores de tubos evacuados.

Los CTE han demostrado que la combinación de una superficie selectiva y como un supresor eficaz de la convección puede dar lugar a buen funcionamiento con temperaturas altas. El vacío reduce pérdidas por convección y conducción, así que los colectores pueden funcionar en temperaturas más altas que los colectores planos.

Utilizan una pequeña cantidad de líquido que cambia de fase líquido-vapor (e.g., metanol) para trasportar el calor en un ciclo de evaporación-condensación. Porque no hay evaporación o condensación posible sobre la temperatura de cambio de fase el CTE ofrece la protección inherente contra la congelación y el recalentamiento. Este control de la temperatura es único del CTE.

Las características típicas de un CTE se muestran en la **Tabla 10**. Los CTE en el mercado exhiben muchas formas del receptor y es posible encontrar el mercado CTE acoplados a CPC.

Parameter	Value
Glass tube diameter	65 mm
Glass thickness	1.6 mm
Collector length	1965 mm
Absorber plate material	Copper
Coating	Selective
Absorber area	0.1 m ²

TABLA 10. Características de un sistema CTE.

Otro tipo de colector desarrollado recientemente es el colector parabólico compuesto integrado (CPCI). Éste es un colector evacuado en el cual, en la parte inferior del tubo de cristal, un material reflexivo está fijo. En este caso, se utiliza un reflector del CPC, **Figura 27a**, o un reflector cilíndrico, **Figura 27b**. En otro diseño, se desarrolla un CPCI de seguimiento que es conveniente para los usos de alta temperatura.

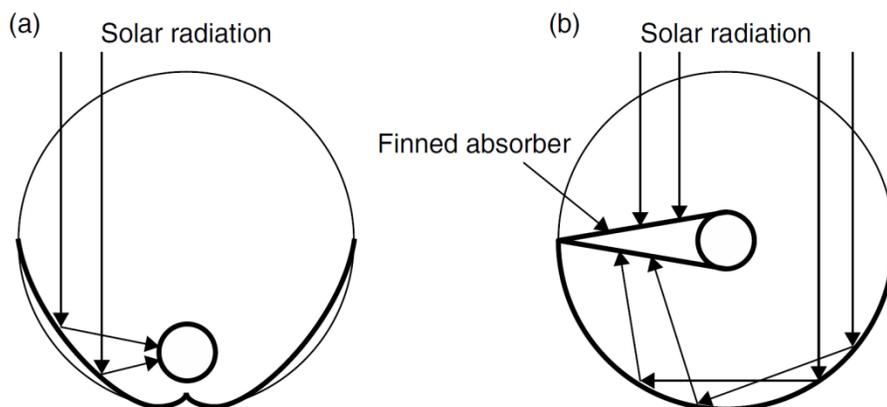


FIGURA 27. Tubos CPC.

a) componente parabólico interno. b) Relector circular con absorbedor con aletas.

COLECTORES CONCENTRADORES CON SEGUIMIENTO SOLAR.

Las temperaturas de los sistemas de energía solar se pueden aumentar disminuyendo el área del receptor y reducir así las pérdidas de calor. La temperatura alcanzada por estos sistemas está muy por encima de los colectores de placa plana. La concentración se logra interponiendo un dispositivo óptico entre la fuente de radiación y la superficie absorción de energía. Los concentradores de concentración ofrecen grandes ventajas sobre los que no cuentan con concentración.[8]

Muchos diseños se han considerado para la concentración de la energía solar. Los concentradores pueden ser reflectores o refractores, pueden ser cilíndricos o parabólicos, y pueden ser continuos o divididos en segmentos. Los receptores pueden ser convexos, planos, cilíndricos, o cóncavos y pueden ser o no cubiertos con películas selectivas y pueden o no estar protegidos por vidrio de alta pureza.

Las razones de concentración, es decir, el cociente entre la abertura del concentrador (o área de captación) y el área del receptor, pueden variar por varias órdenes de la magnitud, desde unas cuantas unidades hasta valores del orden de 10,000.

En los sistemas de concentración se requiere alta precisión en el seguimiento y alta calidad del sistema óptico.

El movimiento del sol se puede seguir por dos métodos.

- El primer es el método *altazimuth*, que requiere el dispositivo de seguimiento dar vuelta en **altitud y acimut**, es decir, cuando éste se realizada correctamente, este método permite al concentrador seguir el sol exactamente. Los colectores solares paraboloidales utilizan generalmente este sistema.
- El segundo es un eje que de seguimeinto, en el cual el colector sigue el sol en una sola dirección, de Este al Oeste o de Norte a Sur. Los colectores parabólicos del canal utilizan generalmente este sistema. Estos sistemas requieren ajuste continuo y exacto para compensar los cambios en la altitud solar del sol. El seguimiento de tipo ecuatorial, el eje de rotación se encuentra fijo y es paralelo al eje de rotación de la tierra. [8]

COLECTORES CONCENTRADORES CON SEGUIMIENTO SOLAR.

Como se mencionó, una desventaja de los colectores concentradores es que solamente utilizan la componente directa de la radiación solar, porque la componente difusa no se puede concentrar por la mayoría de los concentradores.

El colector concentrador puede capturar más radiación por unidad de área de abertura que un colector de placa plana.

La luz reflejada o refractada se concentra en una zona focal, así se aumenta el flujo de energía en el receptor.

Los concentradores se pueden también clasificar en los que forman una imagen bien definida del sol y aquellos que no forma una imagen definida (como el caso del CPC)

Los colectores que forman una imagen definida en el receptor son:

- Concentrador de canal parabólico .
- Reflector lineal tipo Fresnel.
- Plato parabólico.
- Receptor de torre central.

CONCENTRADORES DE CANAL PARABÓLICO.

Para entregar temperaturas altas con buena eficacia se requiere un colector solar de alto rendimiento. Sistemas con estructuras ligeras y de tecnología económica para procesos hasta 400°C se pueden obtener con concentradores de canal parabólicos (PTCs). Estos pueden producir con alta eficiencia temperaturas entre 50°C y 400°C.

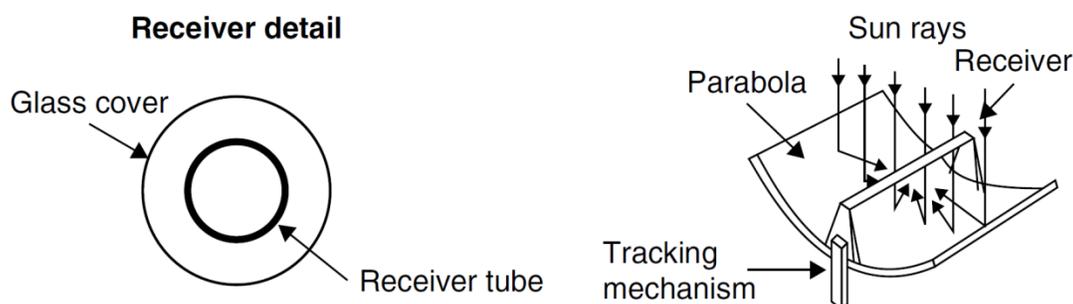


FIGURA 28. Esquema de colector parabólico.

Los PTCs son fabricados doblando una hoja del material reflexivo en forma parabólica. Un tubo negro del metal, cubierto con un tubo de cristal para reducir pérdidas de calor, se coloca a lo largo de la línea focal del receptor (ver **Figura 28**).

Cuando la parábola se apunta en la dirección del sol, los rayos inciden paralelos y se reflejan sobre el tubo del receptor.

La radiación concentrada que alcanza el tubo del receptor calienta el líquido que circula a través de él, así transformando la radiación solar en calor útil. Es suficiente utilizar un seguimiento de un solo eje y es posible producir módulos que son colocados uno tras otro para formar un colector largo.

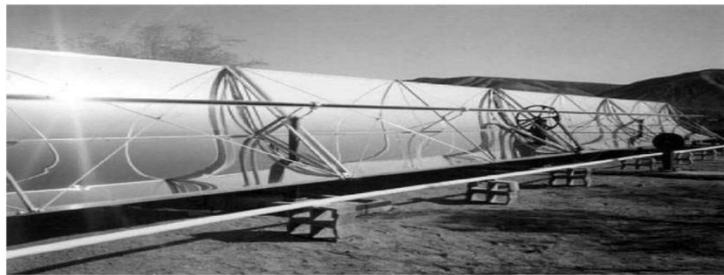
El colector se puede orientar en dirección Este-Oeste, siguiendo el sol Norte a Sur (altura solar), o en una dirección Norte-Sur, siguiendo el sol de del Este al Oeste (a lo largo del día).

Para PTCs orientados Este-Oeste con seguimiento solo de la altura solar (Norte-Sur) el ajuste día a día resulta muy pequeño por lo que se hace semanal, quincenal o mensualmente. Al mediodía solar opera siempre frente al sol con máxima eficiencia óptica y durante las horas tempranas y últimas del día está reduce grandemente, debido a los ángulos de incidencia (pérdida de por efecto coseno).

Los PTCs canales orientados Norte-Sur con seguimiento Este-Oeste tienen su pérdida más alta al mediodía por efecto coseno y se reduce en las mañanas y en las tardes. Pero estos presentan mayores horas de operación.



(a)



(b)

FIGURA 29. Concentrador parabólico..

El receptor de un canal parabólico es lineal. Generalmente, se coloca un tubo a lo largo de la línea focal para formar un receptor superficial externo (véase el cuadro 3.13). El tamaño del tubo, y por lo tanto la razón de concentración, es determinado por el tamaño de la imagen reflejada del sol y las tolerancias de la fabricación del canal.

La superficie del receptor típicamente cuenta con una capa selectiva con una alta absorción para la radiación solar pero una emitancia baja para la pérdida por radiación térmica.

Un tubo con cubierta de cristal se coloca generalmente alrededor del tubo del receptor para reducir las pérdidas de calor por convección del receptor

Una desventaja del tubo de la cubierta de cristal es que la luz reflejada del concentrador debe pasar a través del vidrio para alcanzar el receptor, agregando una pérdida de la transmitancia (solo se logra alcanzar el 0.9 cuando el vidrio está limpio).

El sobre de vidrio se tiene generalmente una capa antirreflejante para mejorar transmisividad.

Para aumentar el funcionamiento del colector, particularmente para usos de alta temperatura, se evacua el espacio entre el tubo receptor y la cubierta de cristal. Es común que la longitud total del tubo del receptor del PTCs es de 25 a 150 m.

CONCENTRADORES DE DISCO PARABÓLICO.

El receptor absorbe la energía solar concentrada, convirtiéndola en energía térmica y transfiriéndola a un fluido.

Los sistemas parabólicos de plato pueden alcanzar temperaturas superiores a 1500°C. Ya que los receptores se distribuyen a lo largo de un campo de colectores, los platos parabólicos a menudo se llaman *sistemas de receptor distribuido*. *Los platos parabólicos tienen varias ventajas importantes:*

1. Porque están apuntados siempre en el sol, son los más eficientes de todos los sistemas de colector solar.
2. Tienen típicamente cocientes de concentración en la gama de 600 a 2000 y son así muy eficientes la conversión de la energía solar.
3. Son unidades modulares y pueden funcionar independiente o pueden interconectarse para formar un sistema más grande.

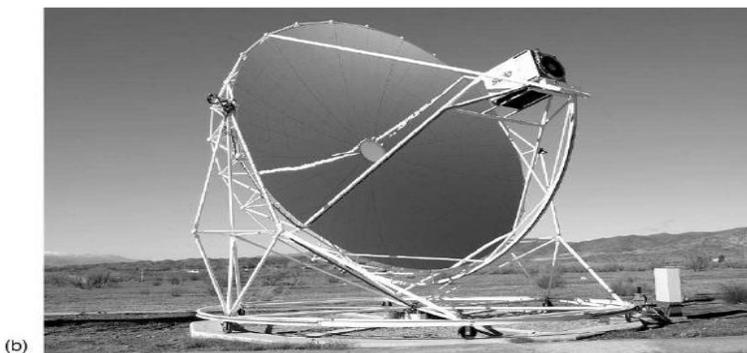
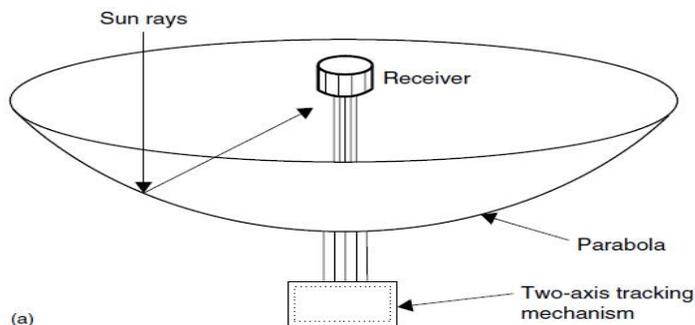


FIGURA 30. Colector de disco parabólico. a) esquema b) fotografía.

RESULTADOS Y DISCUSION

DETERMINACION DEL MODELO MATEMATICO DEL ESTERILIZADOR.

Considerando los aspectos redactados anteriores a este apartado y tomando las necesidades y requerimientos mínimos reales de esterilización de las unidades de salud de nuestro país las cuales pueden resumirse y que son comunes en la mayoría de los centros de atención comunitaria se presenta a manera de referencia para la determinación del modelo; los siguientes elementos:

DIMENSIONES Y VARIABLES DE FUNCIONAMIENTO DEL ESTERILIZADOR.

1. Implementos e instrumental quirúrgico a esterilizar. (los utilizados en diagnóstico, profilaxis, sutura y curación, limpieza y extracción)
2. Naturaleza de uso del instrumental quirúrgico. (diagnostico, profilaxis, sutura y curación, limpieza y extracción)
3. Número de veces que se utiliza por jornada de trabajo. (5 días a la semana, 6 veces por día)
4. Variables y referencias de esterilizado (parámetros). (a partir de cinta testigo se tienen entre 120 °C y 135 °C, para un tiempo de exposición de 10 a 20 minutos)
5. Modalidad o método de esterilizado del instrumental quirúrgico. (esterilizado por vapor)
6. Dimensiones máximas y mínimas del instrumental quirúrgico a esterilizar. (anexo 1y anexo 2)
7. Material de su fabricación. (Acero inoxidable).
8. El peso del instrumental.(anexo 1y anexo 2)

A partir de lo anterior y en base a la revisión de la diferentes literaturas estudiadas el sistema de esterilización (temperaturas de trabajo de 100°C a 300°C ; concentradores de media temperatura) estará compuesto por un concentrador de tipo parabólico, un generador de vapor y sus respectiva cámara de esterilizado.

El funcionamiento se describe de tal manera que el concentrador de tipo parabólico, refleja la radiación solar hacia el absorbedor de forma cilíndrica con bases redondeadas, recipiente cilíndrico colocado a lo largo del eje focal que contiene el fluido en proceso.

La selección del sistema y el método de esterilización cumplen con los aspectos siguientes:

- a.- Mantenimiento mínimo.
- b.- Facilidad de operación.
- c.- Funcionabilidad.
- d.- Adaptabilidad para cualquier zona del país.
- e.- Costos de inversión.
- f.- Tiempo, temperatura y presión de esterilizado.
- g.- Facilidad para su desplazamiento o transporte.
- h.- Confiabilidad.
- i.- Temperatura que se necesita para la esterilización de las bacterias más resistentes, 121°C a 136°C.
- j.- Seguimientos al sol.

Los valores de diseño para la determinación del modelo matemático de transferencia de calor predictivo para el comportamiento térmico de un sistema de esterilización solar para material quirúrgico e instrumental odontológico serán los siguientes.

PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL ESTERILIZADOR

- 1.- Irradiación media $H = 4.5 \text{ kW/m}^2 \text{ dia}$ (ver tabla y fig.)
- 2.- Presión final de esterilización $1.5 \text{ atm} = 1.55 \text{ kg/cm}^2 = 1.52 \text{ bar}$.
- 3.- Temperatura ambiente promedio para El Salvador, 27 ° C. (ver anexo 4)
- 4.- Temperatura final de esterilización 126 ° C.
- 5.- Temperatura de ebullición del agua a presión de 1 atm. 100 ° C.
- 6.- Volumen de agua a vaporizar en función de las dimensiones de material a esterilizar 0.125 kg = 0,125 litros.
- 7.- Tiempo promedio de exposición para esterilizar con vapor. T = 12 minutos.

(Manual Normas Esterilización y Desinfección)

**RADIACIÓN SOLAR.
MODELO MATEMÁTICO PARA EL CONCENTRADOR PARABÓLICO.**

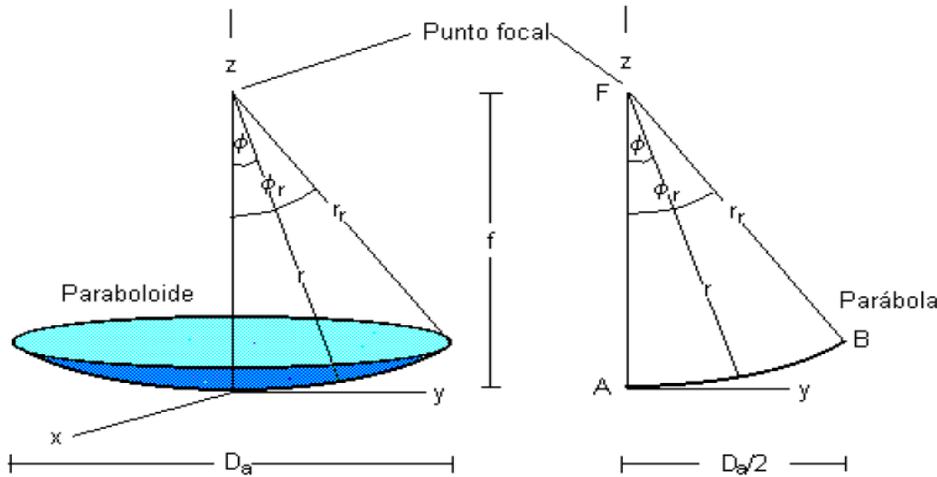


FIGURA. 31 Esquema del parabolide de revolucion y seccion transversal que muestra solo una de las ramas de la parabola.

La representación gráfica de la ecuación de la parábola con eje focal en el eje y , es la mostrada en la siguiente figura: [15]

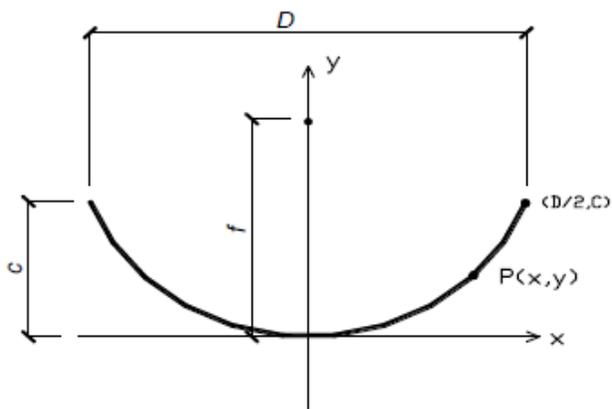


Figura 32. Parábola con eje focal al eje "y"

Así:

D : diámetro de boca de la parábola f distancia focal

C : Profundidad de la parábola en el centro para un parabolide de boca circular

Y se define por la siguiente expresión:

$$x^2 = 4fy \quad \text{Ecuación 11}$$

Si despejamos, se tiene:

$$y = \frac{x^2}{4f} \quad \text{Ecuación 12}$$

Tomando los extremos de la parábola que se tiene de referencia; $y = c$.

$$x = \frac{D}{2} \quad \text{Ecuación 13}$$

Entonces,

$$c = \frac{D^2}{16f} \quad \text{Ecuación 14}$$

Finalmente obtenemos,

$$c = \frac{D}{16f/D} \quad \text{Ecuación 15}$$

Para determinar el área máxima de captación de radiación del sistema parabólico, si el sistema no tiene pérdidas representa el área de la boca del paraboloide y es así como se lo considerará para cálculos posteriores.

$$A_{em} = \frac{\pi D^2}{4} \quad \text{Ecuación 16}$$

A_{em} es el área efectiva máxima de captación electromagnética o de radiación.

RELACIÓN ENTRE FOCO Y DIÁMETRO DEL PARABOLOIDE.

Para efecto de nuestro estudio la relación entre el foco y el diámetro del paraboloide será:

$$0.23 < f/D < 0.45$$

Y por último, la distancia que existe desde el foco a cualquier punto dentro de la superficie del paraboloide es obtenida mediante:

$$r = \frac{2f}{1 + \cos \phi} \quad \text{Ecuación 17}$$

BALANCE DE ENERGÍA TÉRMICA PARA EL SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN.

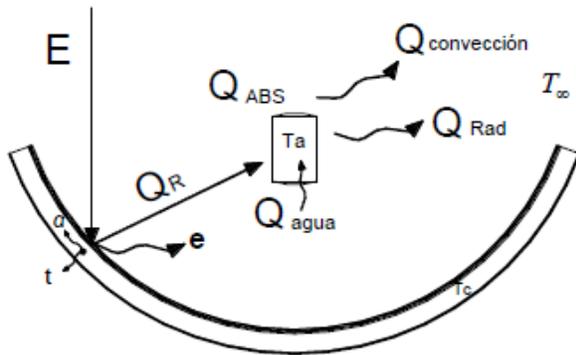


FIGURA.33. Esquema del concentrador absorbedor.

$$Q_{\text{agua}} + Q_{\text{absorbedor}} + Q_{\text{perdidas}} = Q_{\text{emitida parabólico}}$$

Ecuación 18

$$Q_{\text{perdidas}} = Q_{\text{radiacion}} + Q_{\text{conveccion}}$$

Ecuación 19

Donde:

T_{∞} : temperatura del ambiente.

T_c : temperatura del ambiente.

Q_{agua} : Energía necesaria para evaporación del agua. ($Q_a + Q_v + Q_{sc}$)

$Q_{\text{absorbedor}}$: Energía recibida por el absorbedor.

Q_{perdidas} : Energía de pérdidas por convección y radiación.

$Q_{\text{emitida parabólico}}$: Energía emitida por el paraboloide.

$Q_{\text{radiacion}}$: Energía de perdida por radiación hacia el cielo.

$Q_{\text{conveccion}}$: Energía de pérdidas por convección hacia el ambiente.

ANÁLISIS PARA LA RADIACIÓN.

Cuando la irradiancia solar hace contacto con una superficie en particular, esta superficie a partir de sus propiedades intrínsecas como son reflectancia, transmitancia y absorbitancia, en esas proporciones es que se hace el balance de respuesta de dicha superficie; así para el concentrador paraboloidico y el absorbedor se tiene el valor de la energía total emitida, de la siguiente manera:

$$Q_{\text{radiacion}} = E \cdot A_{em} \cdot \rho_{em} \cdot \alpha_{ABS} \cdot F$$

Ecuación 20

Donde:

F: factor de forma según superficie del material.

E: radiación incidente sobre el concentrador parabólico. (W/m^2)

A_{em} : área máxima efectiva de captación solar. (m^2)

ρ_{em} : reflectancia del material para el caso de espejo el valor esta entre 0.75 y 0.85.

α_{em} : absorbitancia del absorbedor, el valor esta entre 0.80 y 0.95.

Para el presente modelo matemático y para efectos de diseño de sistemas termo solares en nuestro país tomaremos un valor de radiación incidente sobre el concentrador parabólico de $500 W/m^2$.

Según la ecuación 3.6 el área máxima efectiva al tomar en cuenta el concentrador y el absorbedor, a partir de las dimensiones del instrumental a esterilizar el diámetro del absorbedor se supone de $d=12cm$, obteniendo así la siguiente expresión matemática:

$$A_{em} = \frac{\pi(D^2)}{4} - \frac{\pi(d^2)}{4} \quad \text{Ecuación 21}$$

Si los valores de diseño que se toman para tener un margen de seguridad son ($\rho_{em}=0.8$, $\alpha_{ABS}=0.85$; $F=0.8$) entonces, al sustituir en la ecuación 20:

$$Q_{radiacion} = E \cdot A_{em} \cdot \rho_{em} \cdot \alpha_{ABS} \cdot F$$

$$Q_{radiacion} = 500 W/m^2 \cdot (3.1416)(0.8)(0.8)(0.85)(D^2 - d^2)/4$$

$$Q_{radiacion} = 213.6288 (D^2 - d^2) W \quad \text{Ecuación 22}$$

ENERGÍA PARA OBTENER EL VAPOR DE AGUA.

Para obtener la energía requerida para la vaporización de 0.125 kg agua a partir de la temperatura de referencia $27^\circ C$ hasta $100^\circ C$ y $C_{pf} = 4,1813 J/kg^\circ C$ (de tabla de c_p), en primer lugar se requiere calor Q_a para llegar de $27^\circ C$ a $100^\circ C$; así se tiene:

Q_{agua} : Energía necesaria para evaporación del agua. ($Q_a + Q_v + Q_{sc}$)

$$Q_a = m c_{pf}(T_2 - T_1) \quad \text{Ecuación 23}$$

$$Q_a = 0.125 \text{ kg}(4,1813 \text{ J/kg } ^\circ\text{C})(100 ^\circ\text{C} - 27 ^\circ\text{C})$$

$$Q_a = 38150.36 \text{ J}$$

Para un tiempo estimado de 300 segundos para obtener el salto térmico de (100 °C - 27 °C)

$$Q_a = 38150.36 \text{ J}/300\text{s}$$

$$Q_a = 127.16 \text{ W}$$

ENERGÍA PARA DESPLAZAR EL LÍQUIDO HASTA VAPOR SECO DE AGUA (Q_v).

$$Q_v = M h_{fg} \quad \text{Ecuación 24}$$

El calor de evaporación (h_{fg}) del agua es 2257 kilojoule por kilogramo, eso quiere decir que se requiere 2257 kilojoule de energía para evaporar 1 kilogramo de agua, todo esto ocurre cuando el agua alcanza su temperatura de ebullición de 100 grados centígrados. Entonces para lograr llevar el flujo de masa que se supone según investigaciones realizadas sobre concentradores solares, para este modelo será de 0.07 kg/h que es el equivalente de 1.195×10^{-5} kg/s, se tiene un calor de:

$$Q_v = M h_{fg} = (1.195 \times 10^{-5} \text{ kg/s})(2257 \text{ kJ/kg})(1000\text{J}/1\text{kJ})$$

$$Q_v = 43.89 \text{ W}$$

ENERGÍA PARA DESPLAZAR DESDE VAPOR SECO DE AGUA HASTA VAPOR SOBRECALENTADO (Q_{sc}).

A las condiciones finales para la esterilización de 126 °C y 0.152 Mpa el calor es:

$$Q_{sc} = m c_{pg}(T_3 - T_2) \quad \text{Ecuación 25}$$

Calculando los valores de entalpías y $C_{pg} = 2.073 \text{ kJ/kg K}$, de anexo 6 se tiene;

$$Q_{sc} = 0.125 \text{ kg}(2.073 \text{ kJ/kg K})(126 ^\circ\text{C} - 100 ^\circ\text{C})$$

$$Q_{sc} = 6.7373 \text{ kJ}$$

Luego para que se mantenga la condición del tiempo de trabajo de esterilización requerido que es 12 minutos;

$$Q_{sc} = (6.7373 \text{ kJ})(1\text{h})(1000\text{J}) / (12\text{min})(60\text{s})(1\text{kJ})$$

$$Q_{sc} = 9.36 \text{ W}$$

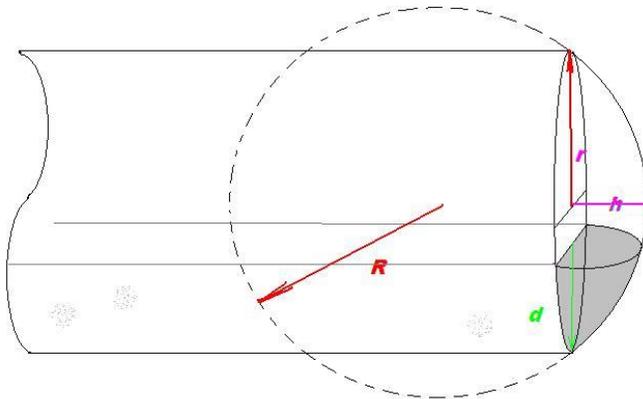
Entonces Q_{agua} (Energía necesaria para evaporación del agua).

$$Q_{\text{agua}} = (Q_a + Q_v + Q_{sc}); \quad Q_a = 127.16 \text{ W}, \quad Q_v = 43.89 \text{ W}, \quad Q_{sc} = 9.36 \text{ W}$$

$$Q_{\text{agua}} = 127.16 \text{ W} + 43.89 \text{ W} + 9.36 \text{ W}$$

$$Q_{\text{agua}} = 180.41 \text{ W}$$

ANÁLISIS DE ENERGIA PARA EL ABSORBEDOR.



$$Q_{\text{absorbedor}} = m_{\text{absorbedor}} C_{p\text{-absorbedor}} (T_3 - T_1) \quad \text{Ecuación 26}$$

En párrafos anteriores se estableció el diámetro del absorbedor (12cm) y ahora se define a partir de las dimensiones del instrumental a esterilizar, la longitud de 0.18m, de acero de espesor de 0.0011m.

Para calcular la masa contenida en este tipo de absorbedor, se procederá a calcular el volumen que corresponde al espesor del material a utilizar tanto para las paredes del cilindro como de los casquetes o tapaderas (profundidad del casquete; $h = 0.02\text{m}$), luego se tomara de tablas la densidad del material y se obtiene la masa, así:

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}; \quad \text{masa} = (\text{densidad})(\text{volumen}) \quad \text{Ecuación 27}$$

Volumen = Volumen del cilindro + Volumen de las 2 tapaderas; Ecuación 28

Volumen del cilindro = $\pi (D)(L)(\text{espesor})$ Ecuación 29

Volumen de las tapaderas = $(\pi/4)(D^2 - 4h^2)(\text{espesor})$ Ecuación 30

Volumen = $\pi (D)(L)(\text{espesor}) + 2 (\pi/4)(D^2 - 4h^2)(\text{espesor})$

Volumen = $(\pi)(0.12)(0.18)(0.0011) + (0.5 \pi)(0.12^2 - 4*0.02^2)(0.0011)$

Volumen = $0.00345576 (0.0216 + 0.0064)$

Volumen = $9.68 * 10^{-5} \text{ m}^3$

De (Ecuación 27); masa = (densidad)(volumen)

Para el acero, (aleaciones de hierro con un mínimo de un 10,5% de cromo) la densidad es de 7.96 g cm^{-3} y el Calor Específico a 23° C es de $502 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$

masa = $(7.96 \text{ g cm}^{-3})(9.68 * 10^{-5} \text{ m}^3)(100^3 \text{ cm}^3/1 \text{ m}^3)$

masa = 770.528 g

De (Ecuación 26) $Q_{\text{sabsorbedor}} = m_{\text{absorbedor}} C_{p\text{-absorbedor}} (T_3 - T_1)$

$Q_{\text{sabsorbedor}} = (770.528 \text{ g})(502 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1})(126^\circ \text{ C} - 100^\circ \text{ C})$

$Q_{\text{sabsorbedor}} = 38700.54 \text{ J}$

Al considerar los tiempos requeridos desde el momento de $t_1(5\text{min})$; suministro de agua a 27° C luego llevarlo a 100° C liquido saturado, $t_2(60\text{min})$; desde liquido saturado a 100° C hasta vapor saturado a 100° C , $t_3(12\text{min})$; de vapor saturado a 100° C hasta vapor sobrecalentado a 126° C .

$$Q_{\text{sabsorbedor}} = (38700.54 \text{ J/77min})(1\text{min}/60\text{s})$$

$$Q_{\text{sabsorbedor}} = 8.376740 \text{ W}$$

ANÁLISIS PARA EL CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR RADIACIÓN Y CONVECCIÓN.

PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR RADIACIÓN.

De (Ecuación 19)

$$Q_{\text{perdidas}} = Q_{\text{radiacion}} + Q_{\text{conveccion}}$$

A partir de la ley de Stefan Boltzman, y considerando que son cuerpos grises, se tiene que el calor total por radiación es:

$$Q_{\text{rad}} = A_{\text{absorbedor}} \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{\text{final de superficie}}^4 - T_{\text{cielo}}^4) \quad \text{Ecuación 31}$$

Donde:

$A_{\text{absorvedor}}$: Area del absorbedor m^2

$T_{\text{final de superficie}}$: Temperatura final de la superficie de captador; (126 ° C).

T_{cielo} = Temperatura de cielo

σ : constante de Stefan Boltzman ($5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$).

ε : emisividad del absorbedor.

$$T_{\text{ambiente}} = 27 \text{ }^\circ \text{C}$$

TEMPERATURA APARENTE DEL CIELO (T_{CIELO})

Una consecuencia de que el firmamento sea parcialmente transparente al espectro infrarrojo, especialmente en la *ventana* central entre 8 a 12 μm , provoca que parte de la radiación emitida por la tierra escape a través de la atmósfera y que, simultáneamente, la atmósfera no emita hacia la tierra una parte de la radiación teórica de un cuerpo negro.

$$T_{\text{cielo}} = 0.0522 (T_{\text{amb}})^{1.5} \quad \text{Ecuación 32}$$

$$T_{\text{cielo}} = 0.0522 (27 + 273.15)^{1.5}$$

$$T_{\text{cielo}} = 0.0522 (300.15)^{1.5}$$

$$T_{\text{cielo}} = 271.44 \text{ K}$$

AREA DEL ABSORBEDOR ($A_{\text{ABSORVEDOR}} : \text{M}^2$)

$$A_{\text{absorvedor}} = 2 \pi (r) (L) \quad \text{Ecuación 33}$$

$$A_{\text{absorvedor}} = 2(3.1416)(0.12/2)(0.18)$$

$$A_{\text{absorvedor}} = 0.06789 \text{ m}^2$$

Al sustituir en la ecuación 31 se tiene:

$$Q_{\text{rad}} = A_{\text{absorbedor}} \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{\text{final de superficie}}^4 - T_{\text{cielo}}^4)$$

$$Q_{\text{rad}} = (0.06789 \text{ m}^2)(0.85)(5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4)((126+273.15)^4 - 271.44^4)$$

$$Q_{\text{rad}} = 65.2896 \text{ W}$$

PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR CONVECCIÓN.

Para calcular la transferencia de calor por convección, se toma la ley de enfriamiento de Newton, la cual establece que;

$$Q_{\text{convección}} = A_{\text{ABS}} \cdot h \cdot (T_3 - T_1) \quad \text{Ecuación 34}$$

Donde:

$A_{\text{absorvedor}}$: Area del absorbedor, (0.06789 m²).

T_3 : Temperatura final de la superficie de captador; (126 ° C).

T_1 = Temperatura ambiente, (27 ° C).

h : Coeficiente de convección para el aire ambiente.

$$h = 5.7 + 3.8V_{\text{viento}} \quad \text{Ecuación 35}$$

La velocidad de viento que se encuentra tabulada para El Salvador, en las diferentes investigaciones revisadas, presentan datos para alturas a partir de estaciones ubicadas en alturas de 30 metros sobre el suelo, sin embargo de los datos tomados de la estación ubicada en la facultad de ingeniería y Arquitectura de la UES, ubicada a

menos de 10m sobre el nivel del suelo; la velocidad promedio es 1.5 m/s.

$$\text{Así, } h = 5.7 + 3.8(1.5\text{m/s})$$

$$h = 11.4 \text{ W/ m}^2 \text{ K}$$

de (Ecuación 34)

$$Q_{\text{convección}} = (0.06789 \text{ m}^2) \cdot (11.4 \text{ W/ m}^2 \text{ K} \cdot (126 - 27) \text{ K})$$

$$Q_{\text{convección}} = 76.62 \text{ W}$$

NUMÉRICAMENTE EL BALANCE DE ENERGÍA TÉRMICA PARA EL SISTEMA DE ESTERILIZACIÓN.

Ya que se tiene todos los cálculos de la transferencia de calor, se debe sustituir en la ecuación 18, la cual es:

$$Q_{\text{agua}} + Q_{\text{absorbedor}} + Q_{\text{perdidas}} = Q_{\text{emitida parabólico}}$$

$$Q_{\text{emitida parabólico}} = (180.41 \text{ W} + 8.376740 \text{ W} + (65.2896 \text{ W} + 76.62 \text{ W}))$$

$$Q_{\text{emitida parabólico}} = 330.6963 \text{ W}$$

Ecuación 36

Como la ecuación 22 esta expresada en función de "D" al sustituir en la ecuación 36, se despeja "D" y resulta:

$$Q_{\text{radiación}} = 213.6288 (D^2 - d^2) \text{ W/m}^2 = 330.6963 \text{ W}$$

$$213.6288 (D^2 - (0.12^2)) = 330.6963$$

$$D = 1.24 \text{ m}$$

CARACTERIZACIÓN DEL CONCENTRADOR.

Una vez se ha obtenido el valor del diámetro "D" se sustituye en la ecuación que define la razón de proporción entre el foco y el diámetro del paraboloide, teniendo entonces:

$$0.23 < f/D < 0.45$$

Para relaciones f/D de 0.27 que se han estudiado se obtienen resultados favorables, por lo tanto:

$f = 0.27(1.24) = 0.3348$ m; y de ecuación 15 se obtiene “c”.

$$c = \frac{1.24}{16\left(\frac{0.3348}{D1.24}\right)}$$

$$C = 0.2870 \text{ m}$$

Con los datos obtenidos se puede ahora definir la ecuación de la parábola para valores de “x” y “y” en centímetros:

$$x^2 = 4fy$$

$$x^2 = 4(33.48\text{cm})y$$

$$x^2 = 133.92y$$

Ecuación 37

Para efecto de obtener un molde para su fabricación se sugiere que a partir de esta expresión matemática que se ha desarrollado, se realice una tabulación de valores de “x” y “y”, y así se facilitara el paraboloide de revolución para el concentrador solar a utilizar en el esterilizador.

RESUMEN DE LAS DIMENSIONES, VARIABLES Y PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL ESTERILIZADOR.

A. DIMENSIONES, VARIABLES

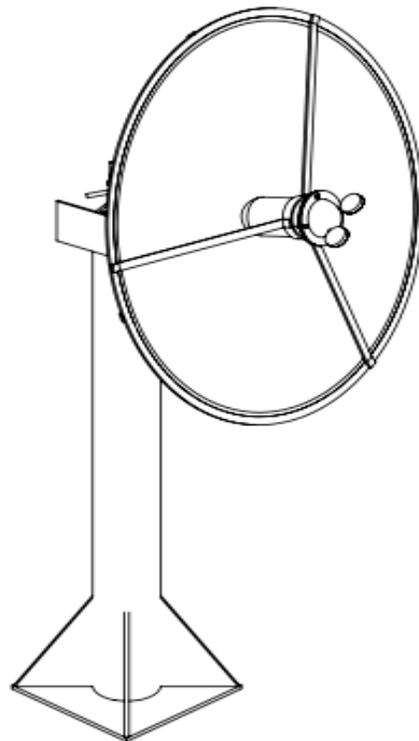
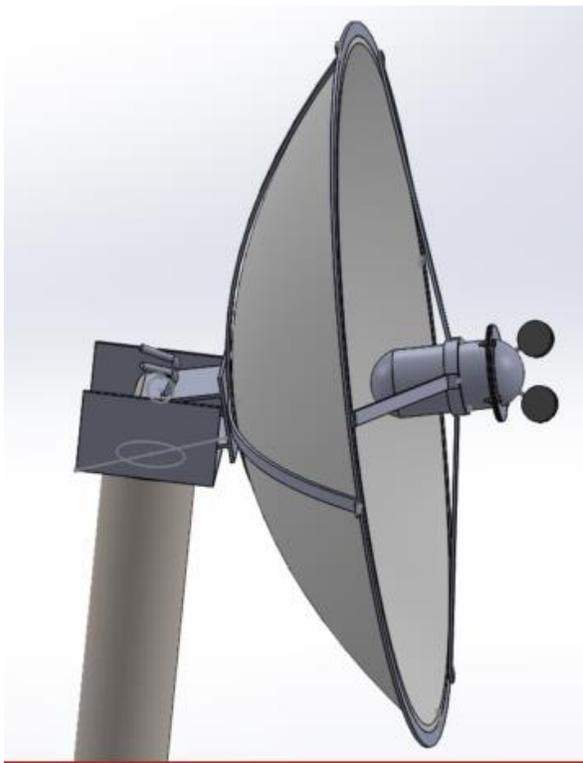
1. Implementos e instrumental quirúrgico a esterilizar.(los utilizados en diagnóstico, profilaxis, sutura y curación, limpieza y extracción)
2. Naturaleza de uso del instrumental quirúrgico.(diagnostico, profilaxis, sutura y curación, limpieza y extracción)
3. Número de veces que se utiliza por jornada de trabajo. (5 dias a la semana, 6 veces por dia)
4. Variables y referencias de esterilizado (parámetros). (a partir de cinta testigo se tienen entre 120 °C y 135 °C, para un tiempo de exposición de 10 a 20 minutos)
5. Modalidad o método de esterilizado del instrumental quirúrgico. (esterilizado por vapor)
6. Dimensiones máximas y mínimas del instrumental quirúrgico a esterilizar. (anexo 1y anexo 2)
7. Material de su fabricación. (Acero inoxidable).
8. El peso del instrumental.(anexo 1y anexo 2)

B. PARAMETROS

- 1.- Irradiación media $H= 4.5 \text{ kW/m}^2 \text{ dia}$ (ver tabla y fig.)
- 2.- Presión final de esterilización $1.5 \text{ atm} = 1.55 \text{ kg/cm}^2 = 1.52 \text{ bar}$.
- 3.- Temperatura ambiente promedio para El Salvador, 27° C . (ver anexo 4)
- 4.- Temperatura final de esterilización 126° C .
- 5.- Temperatura de ebullición del agua a presión de 1 atm. 100° C .
- 6.- Volumen de agua a vaporizar en función de las dimensiones de material a esterilizar $0.125 \text{ kg} = 0,125 \text{ litros}$.
- 7.- Tiempo promedio de exposición para esterilizar con vapor. $T = 12 \text{ minutos}$.

(Manual Normas Esterilización y Desinfección)

ESQUEMA DEL SISTEMA COMPLETO DEL ESTERILIZADOR PROPUESTO.



CONCLUSIONES DEL TRABAJO.

Al final del desarrollo de este trabajo, sobre la determinación del modelo matemático de transferencia de calor predictivo para el comportamiento térmico de un sistema de esterilización solar para material quirúrgico e instrumental odontológico, se obtienen las siguientes conclusiones y recomendaciones.

1. El modelo matemático obtenido cumple los requerimientos de los parámetros y variables planteados para el diseño del esterilizador.
2. La exigencia de uso de instrumental médico quirúrgico en la práctica medico odontológico es determinante para el logro de una buena y satisfactoria atención del paciente y del profesional de esta área e influyente para el éxito de la práctica profesional en esta área.
3. Los materiales de construcción y características del instrumental médico odontológico que se ha seleccionado para el diseño del modelo de esterilización usando energía solar, son los obtenidos como resultados de la investigación de campo realizado en las diferentes unidades de asistencia odontológica de nuestro país.
4. El potencial energético solar con el que se dispone en El Salvador, posibilita la aplicación de sistemas de esterilización de equipo médico odontológico mediante el uso de este recurso.
5. Las variables de presión y temperatura exigibles para la esterilización de instrumental médico odontológico se logran con facilidad al aplicar el modelo matemático propuesto en este trabajo.
6. La mayoría de instrumental que se aplica en esta área de la investigación planteada, puede ser esterilizado al implementar este sistema diseñado, ya que cubre tanto las dimensiones geométricas como las variables termodinámicas requeridas para su esterilización.

RECOMENDACIONES DEL TRABAJO.

A partir de los resultados y conclusiones obtenidos de la determinación del modelo matemático de transferencia de calor predictivo para el comportamiento térmico de un sistema de esterilización solar para material quirúrgico e instrumental odontológico. Surgen las recomendaciones siguientes.

- Al momento de ser implementado este sistema de esterilización se deben cumplir los parámetros y variables de funcionamiento para efecto de lograr el propósito de la esterilización del instrumental médico.
- Para efecto de realizar la construcción del esterilizador se recomienda el uso de los materiales sugeridos durante el diseño.
- Al disponer de un potencial energético solar mayor al de diseño, en el sitio destinado para usar el esterilizador, se tiene la probabilidad de hacer mayores ciclos de esterilización de instrumental médico, por lo que se recomienda considerar esta potencialidad del esterilizador.
- Para futuros estudios e implantación de este sistema de esterilización, se recomienda realizar gestiones con institución de salud pública, para obtener financiamiento para la construcción e instalación del sistema.
- Los planos para la construcción deben realizarse a partir del dimensionamiento de la parábola y el concentrador, que se desarrolló con todos los detalles en este trabajo, quedando a discreción del interesado y estilo y las dimensiones del mástil de apoyo del esterilizador.

GLOSARIO DE TERMINOS.

Absorbedor: Componente de un captador solar, cuya función es absorber la energía radiante y transferirla en forma de calor a un fluido.

Acimut: Angulo que forma el segmento observador-Sur con la proyección vertical sobre el plano horizontal del segmento observador-posición solar.

ACS: Agua Caliente Sanitaria.

Acumulador: Aparato destinado a calentar el agua contenida en un recipiente hasta alcanzar una temperatura determinada.

Agua sobrecalentada: Agua que a pesar de sobrepasar los 100°C, se mantiene en estado líquido por efecto de la presión.

Aislante térmico: Sustancia que reduce los flujos de calor entre un sistema y su entorno.

Altura solar: Angulo de la posición del Sol respecto al plano horizontal del observador.

Ángulo cenital: Angulo que forma el cenit con la posición del Sol.

Ángulo de incidencia: Angulo con que incide la radiación solar sobre la superficie.

Ángulo de inclinación del captador: Angulo formado por el captador y una superficie horizontal.

Ángulo horario: Desplazamiento angular del Sol, al este o al oeste del meridiano local, debido a la rotación de la Tierra a una velocidad angular de 15° por hora.

Apertura: Superficie a través de la cual la radiación solar no concentrada es admitida en el captador.

Área de apertura: Es la máxima proyección plana en la superficie del colector transparente de la radiación solar incidente no concentrada.

Área total: Área máxima proyectada por el captador completo, excluyendo cualquier medio de soporte y acoplamiento de los tubos expuesta.

Articulador: Herramienta válida para el diagnóstico y tratamiento dental restaurador. Simula la articulación temporomandibular del paciente para el estudio de la misma o para la confección de una prótesis dental logrando una oclusión correcta y funcional.

Asepsia: procedimiento que pretende la ausencia de agentes biológicos convencionales considerados patógenos.

Caries: destrucción de esmalte, dentina y/o cemento llevada a cabo por bacterias.

Calor específico: La cantidad de calor que se requiere para elevar un grado celsius la temperatura de un gramo de una sustancia.

Captador de concentración: Captador solar que utiliza reflectores, lentes u otros elementos ópticos para redireccionar y concentrar sobre el absorbedor la radiación solar que atraviesa la apertura.

Cénit: Eje perpendicular al plano del observador, que pasa por el punto de observación.

Conducción: Intercambio de calor realizado mediante contacto.

Conductividad térmica: Propiedad de los materiales para transmitir energía entre un foco caliente y un foco frío.

Convección: Intercambio de calor por intercambio de materia.

Declinación solar: Posición angular del Sol al mediodía solar respecto del plano del ecuador.

Energía solar: En el sentido más estricto, es la energía que llega a la Tierra procedente del Sol en forma de fotones.

Equinoccio: Días del año en los que el día y la noche duran lo mismo.

Irradiancia solar directa: Cociente entre el flujo radiante recibido en una superficie plana dada, procedente de un pequeño ángulo sólido centrado en el disco solar, y el área de dicha superficie.

Latitud: Coordenada geográfica que proporciona la localización de un lugar al norte o al sur del ecuador. Se expresa con medidas angulares que van desde 0° en el ecuador hasta 90° en los polos.

Radiación solar: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

Salto térmico: Diferencia de temperaturas existente entre dos fluidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

[1] **Claudia Castillo**, Periodista, Aumenta el número de consultas por caries en clínicas dentales y escuelas

<http://www.uca.edu.sv/virtual/comunica/archivo/mar302007/notas/nota2.htm>

[2] <http://datos.bancomundial.org/pais/el-salvador>

[3] Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Gerencia de Información en Salud, 2010

[4] DIAGNÓSTICO NACIONAL DE SALUD BUCAL, El Salvador, junio de 2012, Ministerio de Salud

Viceministerio de Políticas de Salud

Dirección de Regulación y Legislación en Salud

Unidad de Atención Integral e integrada a la Salud Bucal

http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/otrosdoc/diagnostico_nacional_salud_bucal.pdf

[5] Manual de desinfección y esterilización hospitalaria 2002. Ministerio de salud pública y asistencia social.

[6] Vega J.M.: Equipamiento, instrumental y materiales en cirugía bucal. Capítulo 7 en: Donado M: Cirugía bucal. Patología y Técnica. 1998, Masson S.A. Barcelona.

[7] DIAGNOSTICO DE LA CONDICIÓN BUCAL DE LA POBLACIÓN QUE ASISTE A LAS UNIDADES DE SALUD DE SANTA ROSA DE LIMA, AGUA FRÍA Y SAN ALEJO DEL DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN DURANTE EL AÑO 2009.

ELIZABETH MARYLU BARQUERO CEA, SILVIA LORENA MEJIA FLORES, KARLA AZUCENA MOLINA AYALA.

[8] J. Duffie, W. Beckman; "*Solar Energy Thermal Processes*", editorial Wiley, 1974.

[9] Wark, K. Richards, D.E.: Termodinámica, 6a Edición Mc Graw-Hill, 2001

[10] http://www.google.com.sv/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0CEUQFjAI&url=http%3A%2F%2Fcatarina.udlap.mx%2Fu_dl_a%2Ftales%2Fdocumentos%2Flic%2Fuscanga_s_m%2Fcapitulo2.pdf&ei=-

[ABtVKfHLoeqNvOThNgK&usg=AFQjCNGkDmGf5qbMrL5mp5ibG43VNcR1Eg](http://www.google.com.sv/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0CEUQFjAI&url=http%3A%2F%2Fcatarina.udlap.mx%2Fu_dl_a%2Ftales%2Fdocumentos%2Flic%2Fuscanga_s_m%2Fcapitulo2.pdf&ei=-ABtVKfHLoeqNvOThNgK&usg=AFQjCNGkDmGf5qbMrL5mp5ibG43VNcR1Eg)

[11] <http://homepage.mac.com/uriarte/maprad.html>

[12] "Evaluación del Potencial de Energía Eólica y Solar" (siglas en inglés SWERA) en El Salvador, Universidad José Simeón Cañas, 2005.

[13] <http://www.marioloureiro.net/ciencia/EnerSolarTermica/SolarPROCESOSTERMO/Solar3%20.pdf>

[14] Necati Ozisik, M., Transferencia de Calor. Ed. McGraw Hill Latinoamericana S.A, 1975.

[15] <http://dcb.fi-c.unam.mx/cerafin/bancorec/capsulasmaticas/parabola.pdf>.

ANEXOS.

Anexo 1 Implementos quirúrgicos para sutura y curación

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES		PESO g.
		Largo (mm.)	Ancho (mm.)	
1	PINZA FUERTE	159,0	85,0	40
1	PORTA BISTURÍ	133,0	12,0	22
1	TIJERA RECTA	157,0	55,0	48
1	TIJERA PUNTA FINA	133,0	47,0	26
1	PINZA CURVA	157,0	70,0	31
1	PORTA-AGUJAS	125,0	62,0	19
1	PINZA QUIRÚRGICA	141,0	8,0	22
1	CAJA METÁLICA (espesor 42 mm.)	177,0	77,0	164
1	TAPA METÁLICA (espesor 15 mm.)	178,0	78,0	114
1	CINTA TESTIGO			

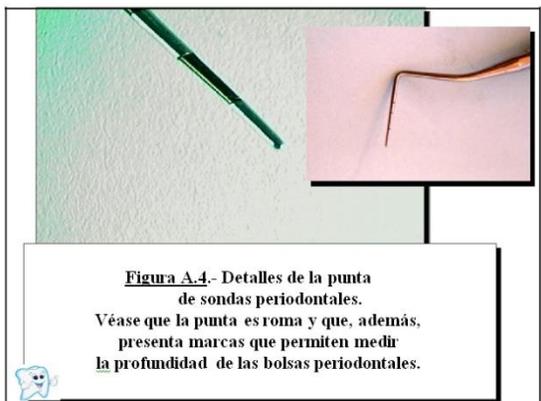
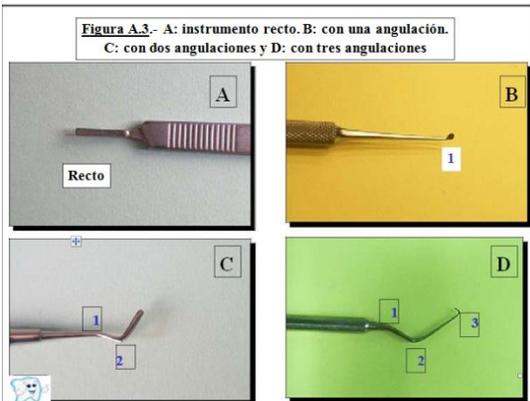
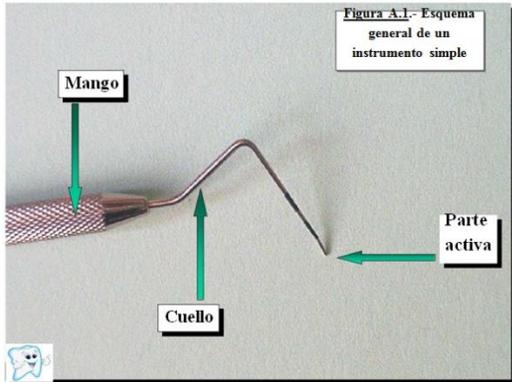
Anexo 2

Tabla de declinación solar

TABLA DE DECLINACIÓN SOLAR												
Día	enero	feb.	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	sept.	oct.	nov.	dic.
1	-23.01	-17.52	-8.29	4.02	14.90	22.04	23.12	17.91	7.72	-4.22	-15.36	-22.11
2	-22.93	-17.25	-7.91	4.41	15.21	22.17	23.05	17.65	7.34	-4.61	-15.67	-22.24
3	-22.84	-16.97	-7.53	4.81	15.52	22.30	22.97	17.38	6.96	-5.01	-15.96	-22.36
4	-22.75	-16.69	-7.15	5.20	15.82	22.42	22.89	17.11	6.57	-5.40	-16.26	-22.48
5	-22.65	-16.40	-6.76	5.60	16.11	22.54	22.80	16.83	6.18	-5.79	-16.55	-22.59
6	-22.54	-16.11	-6.38	5.99	16.40	22.65	22.70	16.55	5.79	-6.18	-16.83	-22.70
7	-22.42	-15.82	-5.99	6.38	16.69	22.75	22.59	16.26	5.40	-6.57	-17.11	-22.80
8	-22.30	-15.52	-5.60	6.76	16.97	22.84	22.48	15.96	5.01	-6.96	-17.38	-22.89
9	-22.17	-15.21	-5.20	7.15	17.25	22.93	22.36	15.67	4.61	-7.34	-17.65	-22.97
10	-22.04	-14.90	-4.81	7.53	17.52	23.01	22.24	15.36	4.22	-7.72	-17.91	-23.05
11	-21.90	-14.59	-4.41	7.91	17.78	23.09	22.11	15.06	3.82	-8.10	-18.17	-23.12
12	-21.75	-14.27	-4.02	8.29	18.04	23.15	21.97	14.74	3.42	-8.48	-18.42	-23.18
13	-21.60	-13.95	-3.62	8.67	18.30	23.21	21.83	14.43	3.02	-8.86	-18.67	-23.24
14	-21.44	-13.62	-3.22	9.04	18.55	23.27	21.67	14.11	2.62	-9.23	-18.91	-23.29
15	-21.27	-13.29	-2.82	9.41	18.79	23.31	21.52	13.78	2.22	-9.60	-19.15	-23.34
16	-21.10	-12.95	-2.42	9.78	19.03	23.35	21.35	13.45	1.81	-9.97	-19.38	-23.37
17	-20.92	-12.62	-2.02	10.15	19.26	23.39	21.18	13.12	1.41	-10.33	-19.60	-23.40
18	-20.73	-12.27	-1.61	10.51	19.49	23.41	21.01	12.79	1.01	-10.69	-19.82	-23.42
19	-20.54	-11.93	-1.21	10.87	19.71	23.43	20.82	12.45	0.61	-11.05	-20.03	-23.44
20	-20.34	-11.58	-0.81	11.23	19.93	23.44	20.64	12.10	0.20	-11.40	-20.24	-23.45
21	-20.14	-11.23	-0.40	11.58	20.14	23.45	20.44	11.75	-0.20	-11.75	-20.44	-23.45
22	-19.93	-10.87	0.00	11.93	20.34	23.45	20.24	11.40	-0.61	-12.10	-20.64	-23.44
23	-19.71	-10.51	0.40	12.27	20.54	23.44	20.03	11.05	-1.01	-12.45	-20.82	-23.43
24	-19.49	-10.15	0.81	12.62	20.73	23.42	19.82	10.69	-1.41	-12.79	-21.01	-23.41
25	-19.26	-9.78	1.21	12.95	20.92	23.40	19.60	10.33	-1.81	-13.12	-21.18	-23.39
26	-19.03	-9.41	1.61	13.29	21.10	23.37	19.38	9.97	-2.22	-13.45	-21.35	-23.35
27	-18.79	-9.04	2.02	13.62	21.27	23.34	19.15	9.60	-2.62	-13.76	-21.52	-23.31
28	-18.55	-8.67	2.42	13.95	21.44	23.29	18.91	9.23	-3.02	-14.11	-21.67	-23.27
29	-18.30		2.82	14.27	21.60	23.24	18.67	8.86	-3.42	-14.43	-21.83	-23.21
30	-18.04		3.22	14.59	21.75	23.18	18.42	8.48	-3.82	-14.74	-21.97	-23.15
31	-17.78		3.62		21.90		18.17	8.10		-15.06		-23.09

Solsticio de
JunioSolsticio de
Diciembre

Anexo 3 INSTRUMENTOS ODONTOLÓGICOS.



Anexo 3A INSTRUMENTAL Y MATERIALES DENTALES

Instrumental básico

- | | |
|---|--|
| 1. Instrumental Rotatorio: Turbina | 2. Instrumental Rotatorio: Micromotor |
| 3. Instrumental Rotatorio: Contraángulo | 4. Instrumental Rotatorio: Pieza de mano |
| 5. Fresas | 6. Pinza porta-algodones |
| 7. Sonda de exploración | 8. Espejo de exploración. |
| 9. Sonda periodontal. | 10. Jeringa de anestesia |
| 11. Cartuchos de anestesia | 12. Agujas de punción |

Operatoria dental

- | | | |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------|
| a. Bandeja de aislamiento | b. Matrices | c. Cuñas de madera |
| d. Amalgama de plata | e. Amalgamador | f. Portaamalgamas |
| a. Condensador de amalgama | g. Bruñidores | h. Recortadores |
| j. Vaso Dappen | j. Composite | k. Acido ortofosfórico |
| l. Adhesivo dentinario | m. Instrumento plástico | n. Lámpara polimerización |
| ñ. Fresas de pulir | o. Discos de pulir | p. Tiras de pulir |

Endodoncia

- | | |
|--|----------------------------|
| Explorador Endodónico | Puntas de papel absorbente |
| Localizador de ápices | Puntas de gutapercha |
| Limas de Endodoncia (K, K-Flexofile, Hedström, Rotatorias) | Cementos endodoncia |
| Jeringa de irrigación | Condensadores. |
| Líquido de irrigación | Espaciadores digitales |

Cirugía

Instrumentos para extracción.

- | | | |
|-------------|------------|--------------|
| Separadores | Botadores. | Periostotómo |
| Bisturíes | Fórceps. | |

Instrumentos para sutura.

- | | | |
|-----------|---------|---------|
| Portaguas | Tijeras | Suturas |
|-----------|---------|---------|

Prótesis

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Alginato | Silicona de adición fluida | Fresas de tallado |
| Taza de alginato | Cubetas de impresión | Fresas pulido de prótesis |
| Espátula de alginato | Yesos/ Escayola | |
| Silicona de adición pesada | Taza de Escayola | |
| | Espátula de escayola | |

Implantes

Periodoncia

- Sonda periodontal
- Curetas
- Piedras de afilado
- Aceite de afilado

Anexo 3B IMPLEMENTOS DE SUTURA Y CURACIÓN

Para el proyecto en particular, los implementos quirúrgicos a ser utilizados son exclusivamente de acero inoxidable y son aplicados para suturas y curaciones. Los más importantes e imprescindibles son listados a continuación:

- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| a. Porta-agujas. | f. Mango de bisturí. |
| b. Tijera recta. | g. Tijera punta fina. |
| c. Tijera punta gruesa. | h. Pinza anatómica sin dientes. |
| d. Pinza quirúrgica. | i. Caja metálica estéril. |
| e. Cinta testigo | |

Las cantidades mínimas necesarias, dimensiones y forma se encuentran detalladas en la tabla del anexo 1 y las fotografías de los mismos se detallan a continuación.



Cabe resaltar entre los implementos quirúrgicos, la cinta testigo, esta es una cinta adhesiva que se coloca en la caja metálica estéril y tiene la propiedad de cambiar de color cuando el proceso de esterilización ha finalizado.

- Fotografía 1: Pinza fuerte**
Fotografía 2: Porta-bisturí
Fotografía 3: Tijera recta
Fotografía 4: Tijera punta fina
Fotografía 5: Pinza curva
Fotografía 6: Porta-agujas
Fotografía 7: Pinza quirúrgica
Fotografía 8: Caja metálica estéril
Fotografía 9: Cinta testigo

Anexo 3C CLASIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS ODONTOLÓGICOS.

Según el Departamento de Salud y Servicios Sociales de los Estados Unidos de Norteamérica, basados en las disposiciones del CDC de Atlanta y Administración de Drogas y Alimentos identificada en Norteamérica con las siglas FDA, los instrumentos odontológicos deben ser clasificados dependiendo de su riesgo de transmitir infecciones y la necesidad de esterilizarlos dependiendo de su uso, como se indica a continuación.

1. Críticos: son los instrumentos quirúrgicos y los que se usan para penetrar el tejido blando o el hueso. Deben ser esterilizados después de cada uso. Estos dispositivos son fórceps, escalpelos, cinceles del hueso, etc.
2. Semicríticos: son los instrumentos como los espejos y condensadores de la amalgama, que no penetran en los tejidos blandos o el hueso, pero contactan tejidos bucales. Estos dispositivos deben esterilizarse después de cada uso. Si la esterilización no es factible porque el instrumento será dañado por el calor, éste deberá recibir, como mínimo, una desinfección de alto nivel.
3. No críticos: son aquellos instrumentos o dispositivos médicos tales como componentes externos de cabezal de aparato para tomar radiográficas, que sólo entran en contacto con piel intacta. Debido a que estas superficies no críticas tienen un riesgo relativamente bajo de transmitir infecciones, los instrumentos podrán ser reacondicionados entre los pacientes con un nivel de desinfección intermedio o bajo, o detergente y lavado con agua, dependiendo de la naturaleza de la superficie y del grado de la naturaleza de la contaminación.

Instrumentos desechables de uso único: son instrumentos desechables de uso único (por ejemplo: agujas, conos y cepillos de profilaxis, las puntas para la salida de aire de alta velocidad, eyectores de saliva, y jeringas de aire/agua) sólo deben usarse para un paciente y luego desecharse inmediatamente.

CICLO DE ESTERILIZACIÓN

Todo equipo e instrumental destinado a la atención de pacientes requiere limpieza previa, desinfección y esterilización, con el fin de prevenir el desarrollo de procesos infecciosos. Los métodos para eliminación de microorganismos son los procedimientos

que garantizan su disminución o eliminación. La eliminación de los agentes patógenos es fundamental para interrumpir la cadena de transmisión y ofrecer una práctica segura para el paciente.

La esterilización de equipos e instrumental comprende una serie de fases que tienen por finalidad: asegurar la eficacia de todo el proceso y conservar el instrumental.

ETAPAS DEL CICLO DE ESTERILIZACIÓN

1. Remojo
2. Limpieza de equipos e instrumentos
3. Desinfección
4. Secado y lubricación
5. Embasado
6. Preparación y empaque
7. Esterilización
8. Control del proceso de esterilización
9. Almacenamiento del material estéril

ANEXO 3D

CLASIFICACIÓN DE LAS BACTERIAS

Las bacterias se clasifican de dos maneras; por su forma y por su modo de vida.

Por su forma se clasifican en:

- Cocos, las cuales son de forma esférica y pueden estar solas, agrupadas o formando verdaderas hileras, las primeras que están solas o agrupadas se las llama “estafilococos”, y las que forman hileras se llaman “estreptococos”.
- Bacilos, son de cuerpo alargado, aplanado, cilíndrico a manera de bastones o cigarros; presentan movilidad.
- Vibrios, son muy cortos, algo curvados y también presentan movilidad.
- Espirilos, que son de cuerpo alargado pero enrollados a manera de hélice o espiral.

Por su modo de vida se clasifican en:

- Libres, aquellas que tienen vida autotrófica, esto es, ciclo autónomo y se alimentan en base de sus propios fenómenos de quimiosíntesis (procesos químicos) y no recurren al medio externo.
- Saprofias, para sobrevivir necesitan de sustancias orgánicas, provocando su descomposición y en la mayoría de los casos presentan gran valor industrial.
- Parásitas, son las más dañinas, causantes de enfermedades en el hombre, animales y plantas; su efecto dañino se debe a que cuando ingresan al organismo se multiplican con gran rapidez y se alimentan de los productos útiles de sus huéspedes elaborando toxinas, encimas, que producen la enfermedad.

No todas las bacterias tienen capacidad de movimiento, pero las que lo hacen se desplazan gracias a la presencia de apéndices filamentosos denominados flagelos.

Bacterias que causan enfermedades humanas, sólo una pequeña parte de los miles de especies de bacterias causan enfermedades humanas conocidas. Las infecciones bacterianas se evitan destruyendo las bacterias con calor, como se hace en las técnicas de esterilización.

CRECIMIENTO Y MUERTE DE MICROORGANISMOS.

Cuando una carga microbiana se expone a un método de esterilización, la velocidad de muerte, es directamente proporcional a la concentración del método en un tiempo determinado. En general, la muerte de los microorganismos expuestos a un método de esterilización determinado se produce en forma logarítmica, vale decir que el número de microorganismos que muere cada minuto es un porcentaje constante del número de microorganismos sobrevivientes al inicio de cada minuto. El concepto anterior es fundamental para la comprensión del proceso de esterilización y para determinar las curvas de muerte que permiten comparar la resistencia de distintos microorganismos a los métodos de esterilización y los factores que los influyen tales como la materia orgánica, el pH y la humedad entre otros. Con el fin de evaluar los métodos de esterilización se utilizan dos valores que son el Valor D y el valor Z.

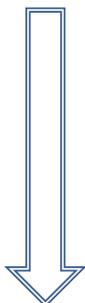
Valor D: Tiempo de reducción decimal de una carga microbiana o en otras palabras el tiempo requerido para destruir el 90% de los microorganismos en una carga dada a una temperatura dada.

Valor Z: Temperatura requerida para reducir el 90% de los microorganismos en una carga dada a un tiempo determinado.

RESISTENCIA DE LOS MICROORGANISMOS.

Los microorganismos presentan diferentes grados de resistencia a los agentes físicos y químicos. Esta respuesta está relacionada con la estructura de los microorganismos como la capacidad de formar esporas, la presencia de ciertos componentes en la pared celular o el grosor de esta. Por lo tanto la resistencia es diferente en las distintas especies microbianas. A continuación se presenta los Grados de resistencia de los microorganismos:

Mayor resistencia



Priones
Esporas bacterianas
Mycobacterium
Esporas de hongos
Virus pequeños

Hongos formas vegetativas
Bacterias vegetativas
Menor resistencia Virus medianos

Existen otros factores asociados a la resistencia microbiana de tipo ambiental como es la carga bacteriana, la presencia de materia orgánica o sales minerales, PH y temperatura. Esto determina que los artículos que no están limpios tienen mayor dificultad para asegurar que los procesos de esterilización o desinfección hayan sido efectivos. Las diferencias en la resistencia han permitido seleccionar cepas indicadoras para la esterilización y desinfección de alto nivel y preparar indicadores biológicos. Para estos efectos se selecciona la especie más resistente para el método y si la destruye se asume que también destruye los microorganismos menos resistentes.

1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	25.4	31.4	19.6	1326.67	10.9	127	1	104	29	0	0
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	25.6	30.5	20.3	-	10.1	104	0	68	20	0	0
2008	25.1	30.2	20.2	-	10.5	112	0	73	17	0	0
2009	25.4	32.3	19.0	-	9.9	124	0	108	27	0	2
2010	24.9	31.0	19.6	-	8.7	130	0	95	29	0	6
2011	24.9	31.2	19.4	-	8.7	114	0	109	39	0	0
2012	25.3	30.7	19.9	-	8.3	109	0	91	36	0	0
2013	25.3	31.3	19.8	1770.09	7.9	124	0	113	50	0	6
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Interpretación valores climáticos medios anuales

T Temperatura media anual

TM Temperatura máxima media anual

Tm Temperatura mínima media anual

PP Precipitación total anual de lluvia y/o nieve derretida (mm)

V Velocidad media anual del viento (Km/h)

RA Total días con lluvia durante el año

SN Total días que nevó durante el año

TS Total días con tormenta durante el año

FG Total días con niebla durante el año

TN Total días con tornados o nubes de embudo durante el año

GR Total días con granizo durante el año

Si en la tabla aparecen campos sin valores con el símbolo (-) esto únicamente indica que no se ha realizado la media, esto sucede si no ha habido suficientes datos para computarla.

En la precipitación total un valor 0 (cero) puede indicar que no se ha realizado esa medición y/o la estación meteorológica no la difundió.

http://www.tutiempo.net/clima/San_Salvador_Ilopango/786630.htm

Anexo 5

Tabla de Vapor Sobrecalentado

Introducir Datos Unidades

Presión de Vapor MPa abs

Temperatura del Vapor [?] °C

[Mostrar Opciones Avanzadas](#)

[Limpiar](#)

Resultados		
Entalpía Específica del Vapor Sobre-calentado	2723,61	<input type="text" value="kJ/kg"/>
Volumen Especifico del Vapor Sobre-calentado	1,19157	<input type="text" value="m³/kg"/>
Calor Especifico del Vapor Sobre-calentado	2,07293	<input type="text" value="kJ/kg·K"/>
Viscosidad del Vapor Sobre-calentado	0,0132192	<input type="text" value="mPa s"/>

Tabla de Vapor Saturado por Presión

Introducir Datos Unidades

Presión de Vapor MPa abs

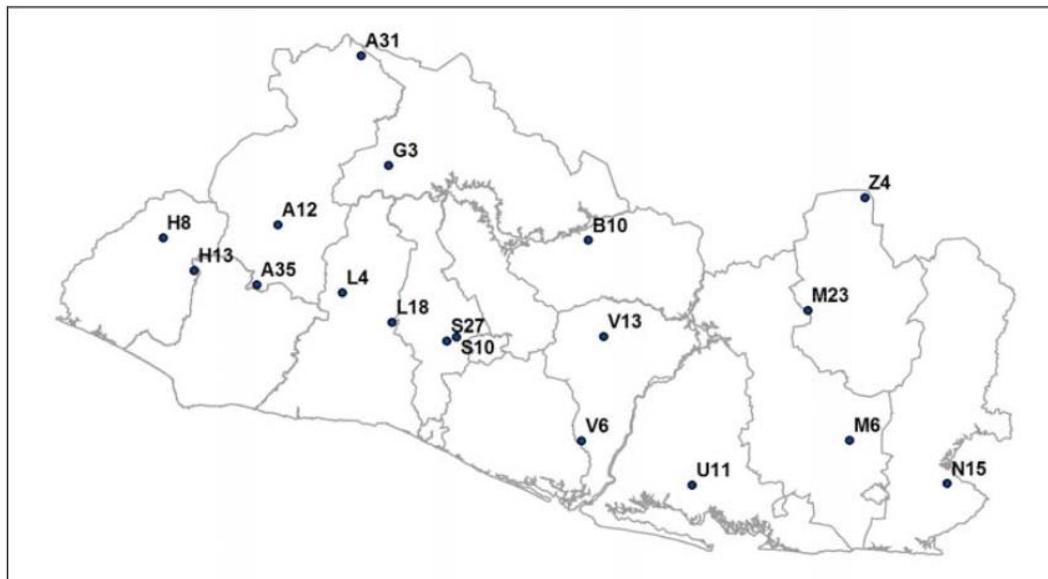
[Mostrar Opciones Avanzadas](#)

[Limpiar](#)

Resultados		
Temperatura del Vapor Saturado	99,9674	<input type="text" value="°C"/>
Calor Latente del Vapor	2256,56	<input type="text" value="kJ/kg"/>
Entalpía Específica del Vapor Saturado	2675,52	<input type="text" value="kJ/kg"/>
Entalpía Específica del Agua Saturada	418,962	<input type="text" value="kJ/kg"/>
Volumen Especifico del Vapor Saturado	1,67368	<input type="text" value="m³/kg"/>
Volumen Especifico del Agua Saturada	0,00104343	<input type="text" value="m³/kg"/>

<http://www.tlv.com/global/LA/calculator/superheated-steam-table.html>

anexo 6



Estaciones meteorológicas que poseen registros horarios de viento.



Tabla 5-6 Factores de Weibull, Velocidad y Potencia media para cada uno de los meses del año.

Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
A	5		3.3	3.8	2.5	2.8	5.6	4.4	4	4.7	5.7	6
K	1.46	1.26	1.21	1.24	1.22	1.1	2.04	1.61	1.83	1.4	1.6	1.59
U	4.55	4.76	3.09	3.55	2.35	2.67	5	3.95	3.55	4.28	5.08	5.38
P	163	241	71	103	31	56	143	93	58	145	200	238

Parámetros: A, factor de escala; K, factor de forma; U, velocidad (m/s); P, potencia (W/m^2)

Tabla 5-7 Factores de Weibull, Velocidad y Potencia media para cada temporada del año.

Parámetros	Temporada				Anual
	1	2	3	4	
A	4.7	2.6	4.2	5	4.2
k	1.29	1.31	1.54	1.36	1.32
U	4.31	2.41	3.8	4.57	3.91
P	170	29	88	186	123

Parámetros: A, factor de escala; K, factor de forma; U, velocidad (m/s); P, potencia (W/m^2)
Temporada: s, seca; s-II, seca lluviosa; II, lluviosa y II-s, lluviosa seca.

http://cef.uca.edu.sv/descargables/proyectos/UCASolarAssessment_es_206.pdf