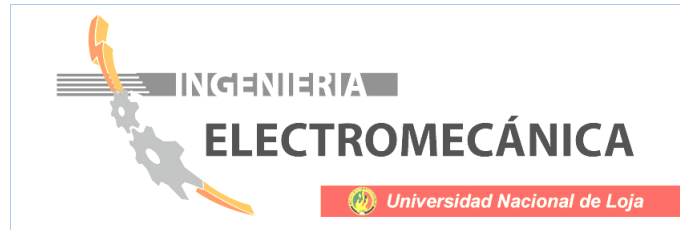


UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No
Renovables



TÍTULO:

DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN TÉRMICA DE UNA COCINA SOLAR
PARABÓLICA DE UN SOLO CUERPO.

TESIS DE GRADO PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO
ELECTROMECAÁNICO

AUTOR: Luis Rodrigo Condo Macas

DIRECTOR: Ing. Milton Amable León Tapia, Mg. Sc.

FECHA: 08 de Julio de 2015

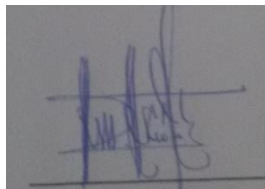
Loja - Ecuador

CERTIFICACIÓN

Ing. Milton Amable León Tapia, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en **“Diseño construcción y evaluación térmica de una cocina solar parabólica de un solo cuerpo.”**, previa a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico, realizado por el señor egresado: **Luis Rodrigo Condo Macas**, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is cursive and appears to be 'Milton Amable León Tapia'. There are some horizontal lines drawn across the signature, possibly as a guide or to separate it from the text below.

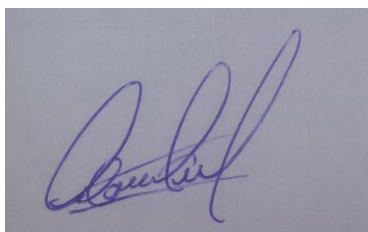
Ing. Milton Amable León Tapia, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, **LUIS RODRIGO CONDO MACAS** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula: 1900539915

Fecha: 8 de julio de 2015

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

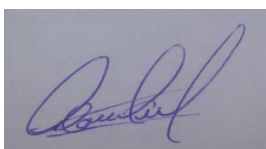
Yo **LUIS RODRIGO CONDO MACAS**, declaro ser autor de la tesis titulada: **DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN TÉRMICA DE UNA COCINA SOLAR PARABÓLICA DE UN SOLO CUERPO**, como requisito para optar al grado de: **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional :

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga, convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los ocho días del mes de julio del dos mil quince.

Firma:



Autor: Luis Rodrigo Condo Macas

Cédula: 1900539915

Dirección: Loja (Barrio Obrapia)

Correo Electrónico: luisrodcn@hotmail.com

Teléfono: 23027417 **Celular:** 0988836488

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Milton Amable León Tapia, Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Thuesman Estuardo Montaña Peralta, Mg. Sc.

Ing. Darwin Giovanny Tapia Peralta, Mg. Sc.

Ing. José Fabricio Cuenca Granda, Mg. Sc.

DEDICATORIA

Primeramente quiero agradecerle a DIOS todopoderoso, que me diera sabiduría para poder culminar con éxito mi carrera universitaria.

A mis padres, que gracias a su apoyo incondicional y su esfuerzo hicieron posible que pudiera terminar mi carrera, y posteriormente la obtención de mi título profesional.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia mi agradecimiento a la **Universidad Nacional de Loja**, al **Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables**, representada en cada uno de los docentes, que en su momento me brindaron sus conocimientos y apoyo para la formación como futuros profesionales. De manera especial:

- Al **Ing. Milton Amable León Tapia**, Director de Tesis, por haber colaborado en la realización del presente proyecto.

- A mis familiares, compañeros y amigos que con su apoyo y ánimo me impulsaron a la culminación de mi Proyecto de Tesis.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	I
AUTORÍA	II
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE GRÁFICAS.	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE ECUACIONES	IX
SIMBOLOGÍA.....	X
1.- RESUMEN.....	11
EXECUTIVE SUMMARY	12
2.- INTRODUCCIÓN	13
3.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
3.1.- CAPÍTULO I: Energía Solar.	16
3.1.1.- Introducción.	16
3.1.2.- El Sol como Fuente Renovable de Energía.....	16
3.1.3.- Energía Proveniente del Sol.....	17
3.1.4.- Aprovechamiento de la Energía Solar.	18
3.2.- CAPÍTULO II: Cocinas Solares Parabólicas.	19
3.2.1.- Concepto.	19
3.2.2. Principio de Diseño de una Cocina Solar Parabólica.	21
3.2.3. Como Utilizar una Cocina Solar Parabólica.....	22
3.2.4.- Normas de Seguridad para una Cocina Solar Parabólica.....	23
3.2.5.- Como Evitar el Deslumbramiento.	24
3.2.6. Cocina Solar Parabólica Construida en un Solo Cuerpo.	25
3.2.6.1. Análisis geométrico para el diseño.....	27
3.2.6.2. Matriz de construcción.	28
3.3. CAPÍTULO III: Acabado Superficial para Cocinas Solares Parabólicas.	32
3.3.1. Introducción	32
3.3.2. Propiedades ópticas de los materiales.	34

3.3.3. Reflexión:	35
3.3.4. Aplicación de los Diferentes Acabados.....	38
3.3.5. Relación entre costo y beneficio.	43
4.- MATERIALES Y MÉTODOS	45
SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS DIFERENTES PROTOTIPOS DE COCINAS SOLARES PARABÓLICAS CONSTRUIDAS EN EL A.E.I.R.N.N.R.	45
5.- RESULTADOS.....	47
5.1.- SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS DIFERENTES PROTOTIPOS Y DISEÑOS CONSTRUIDOS EN EL ÁREA DE ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNL Y DE OTRAS UNIVERSIDADES QUE DIRECCIONEN SUS INVESTIGACIONES EN COCINAS SOLARES.	47
5.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA COCINA SOLAR PARABÓLICA DE UN SOLO CUERPO.....	50
5.2.1 Diseño:	50
5.2.2.- Construcción:	53
5.3 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉRMICA DEL ESPEJO PARABÓLICO DE UN SOLO CUERPO, CON REFERENCIA A LOS DATOS OBTENIDOS DE LAS COCINAS SOLARES YA IMPLEMENTADAS EN LA UNL.	59
5.3.1 Cocina solar construida en un solo cuerpo.....	59
6.- DISCUSIÓN	65
7.-CONCLUSIONES	69
8.- RECOMENDACIONES	71
9.- BIBLIOGRAFÍA.....	72
10.- ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE GRÁFICAS.

Gráfica 1.- Constante Solar.....	17
Gráfica 2.- Partes de una cocina Solar.....	20
Gráfica 3.- Concentrador Parabólico.....	21
Gráfica 4 Propiedades de un Paraboloides.....	26
Gráfica 5 Tipos de Paraboloides.....	27
Gráfica 6 Elementos de la parábola.....	28
Gráfica 7 Geometría de la parábola.....	29
Gráfica 8 B: boca de la parábola, F: distancia focal, c: profundidad de la parábola en el centro....	31
Gráfica 9 Eficiencia vs Temperatura de un concentrador cilíndrico parabólico.....	32
Gráfica 10 Reflexión especular.....	36
Gráfica 11 Reflexión compuesta.....	36
Gráfica 12 Reflexión difusa.....	37
Gráfica 13 Reflexión mixta.....	37
Gráfica 14 Relación costo beneficio.....	43
Gráfica 15 Imagen de la parábola realizada en el programa "EXCEL".....	50
Gráfica 16 Imagen de la matriz armada con plywood.....	53
Gráfica 17 Recubrimiento de la matriz con masilla automotriz.....	54
Gráfica 18 Imagen de la matriz una vez pulida la masilla con lijadora.....	54
Gráfica 19 Imagen de la matriz lista para aplicar la fibra de vidrio.....	55
Gráfica 20 Manera de cómo se aplicó la fibra de vidrio.....	56
Gráfica 21 Imagen de la parábola recubierta de fibra de vidrio.....	56
Gráfica 22 Imagen de la parábola retirada de la matriz.....	57
Gráfica 23 Imagen de la parábola pintada, lista para aplicar el cromado.....	57
Gráfica 24 Imagen de la cocina solar una vez aplicado el cromado.....	58
Gráfica 25 Momento en que se realizó el monitoreo.....	59
Gráfica 26 Imagen de la gráfica de regresión obtenida en "EXCEL".....	63
Gráfica 27 Imagen de la gráfica de regresión de otro trabajo de tesis.....	68
Gráfica 28 Imagen de cómo se trazó la curva de la parábola para verificación de la matriz.....	75
Gráfica 29 Instalación de la cocina para el monitoreo.....	75
Gráfica 30 Muestra de un valor de la radiación directa en el sector del monitoreo.....	76
Gráfica 31 Método de cómo se encontró el foco.....	76
Gráfica 32 Imagen del momento en que el agua hierve realizando el monitoreo.....	77
Gráfica 33 Muestra de la velocidad del viento tomada por el anemómetro.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factor de reflexión de algunos materiales	37
Tabla 2 Relación costo beneficio de algunos materiales	44
Tabla 3 Información obtenida de las cocinas solares tipo caja	47
Tabla 4 Información obtenida de las cocinas solares tipo parabólica	48
Tabla 5 Información de cocinas solares de otras universidades	49
Tabla 6 Valores obtenidos para realizar la gráfica de la parábola en "EXCEL"	51
Tabla 7 Datos del monitoreo realizado en un día y cálculos realizados con los mismos.....	62
Tabla 8 Datos de monitoreo para un día.....	66
Tabla 9 Datos del monitoreo de una cocina solar de otro trabajo de tesis	67

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Eficiencia de un concentrador solar.....	30
Ecuación 2 Cálculo de la diferencia de temperatura.....	60
Ecuación 3 Cálculo de la potencia de cocción.....	61
Ecuación 4 Estandarización de la potencia de cocción.....	61
Ecuación 5 Cálculo de la potencia de la cocina solar.....	64
Ecuación 6 Cálculo de la eficiencia de la cocina solar.....	65

SIMBOLOGÍA

A	Área de captación del paraboloide
A_a	Área de apertura de la cocina (m ²)
c_p	Capacidad calorífica (4.19 kJ / kgK para el agua)
G	Radiación media en el intervalo (W/m ²).
I	Intervalo de insolación media (W/m ²)
m	Masa de agua (kg)
η	Eficiencia.
P_i	Potencia de cocción (W).
P_s	Potencia de cocción estandarizada (W).
Q	Potencia (W)
Q_n	Potencia de cocción normalizada (W)
t	Tiempo (s)
T_a	Temperatura ambiente (°C)
T_f	Temperatura Final del agua.
T_i	Temperatura Inicial del agua. (°C)
T₂	Temperatura final del agua (°C)
T₁	Temperatura inicial del agua (°C)
ΔT	Diferencia de Temperatura (°C.)

1.- RESUMEN

Las cocinas solares son una de las mejores elecciones en el caso de energías limpias, sin embargo, el uso de las mismas, no ha sido muy conocido en nuestra sociedad y por ello se desconoce su funcionamiento.

Las cocinas solares son una de las alternativas libres de CO₂, pero a lo largo de su historia han aparecido muchos modelos, diseños con el fin de obtener una cocina solar más eficiente, ya que la eficiencia es una de las desventajas de las cocinas solares con respecto a otras cocinas.

El presente proyecto de tesis se lo ha realizado con el objetivo de mejorar la eficiencia, de esta manera la cocina solar construida en un solo cuerpo será de gran utilidad para posteriores trabajos que realice la Universidad Nacional de Loja a través del Área de la Energía, las Industrias y Recursos Naturales no Renovables.

Para el diseño de esta cocina, se ha tenido en cuenta los prototipos de cocinas anteriormente implementados en la Universidad Nacional de Loja, ya que el principio de funcionamiento es el mismo. Para la construcción se buscó materiales que puedan ser maleables para poder tener la forma de la parábola deseada, ya que como sabemos, una cocina solar parabólica es más eficiente que una cocina solar de caja, pero que su construcción es más compleja, y más aún al pretender construirla en un solo cuerpo, ya que la Universidad ha implementado cocinas parabólicas hasta ahora, únicamente construidas por segmentos o por retazos.

Para la superficie reflectante se analizó diferentes acabados superficiales que sean accesibles y acorde con la economía, en donde se pueda implementar, es así que se realizó un análisis de costo y beneficio, de la cual se consideró dos acabados para la superficie reflectante de la cocina que fueron: el cromado y la otra en pintura de poliuretano escogiendo el color de mas reflectividad.

EXECUTIVE SUMMARY

Solar cookers are one of the best choices with respect to clean energy. However, how to use them is not very well-known in our society and for this reason many people are ignorant as to how they work.

Solar cookers are a CO₂-free alternative, but throughout history there has been a lot of models and designs, all with the aim of obtaining a more efficient solar cooker, because efficiency is one of the disadvantages of solar cooking compared to other stoves.

This thesis project has been carried out in order to improve efficiency, so the solar cooker built in one single body will be useful for further work carried out by the National University of Loja within the Department of Energy, Industry and Non-Renewable Natural Resources.

For the design of this stove, prototypes previously implemented at the National University of Loja, have been considered, as the principle is the same. For its construction, malleable based materials were sought to shape the desired parabola. As we are aware, a parabola solar cooker is more efficient than a solar box cooker, but their construction is more complex, and up until now the University hasn't been able to construct one and has only built parabolic cookers in segments or parts.

For the reflective surface, various surface finishes that were both available and within budget which could be used were analyzed. A cost-benefit analysis, took into consideration two finishes for the reflective surface of the stove: one was chrome and the other a polyurethane paint whose color gave off most reflectivity.

2.- INTRODUCCIÓN

Nuestro país posee un gran potencial energético sostenible ya que está ubicado geográficamente en el ecuador terrestre, es decir en zonas en las que la energía solar tiene mejores perspectivas de aplicación; entre las zonas de mayor radiación solar están: Pichincha, Imbabura, Cañar, Chimborazo, Loja, Esmeraldas, Manabí, Guayas y las islas Galápagos.

En la provincia de Loja al poseer un gran potencial energético, gracias a esta se han implementado cocinas solares de nivel investigativo a través de la UNL, las mismas que al ser de este nivel investigativo presentan deficiencias como por ejemplo: en su construcción; en la actualidad se lo realiza por medio de retazos y segmentos, lo cual influye de forma negativa en la eficiencia de las mismas.

Por ello se ha considerado realizar el tema de tesis denominado “**Diseño, construcción y evaluación térmica de una cocina solar parabólica de un solo cuerpo**” a través de la cual se pretende mejorar la eficiencia de la cocina solar parabólica, partiendo de los diseños de cocinas solares parabólicas que se han implementado a través de la UNL.

En lo que se refiere a energía solar, se han realizado algunos proyectos referentes a cocinas solares parabólicas, de los cuales la gran parte se las ha implementado en la comunidad de Chaquino del cantón Zapotillo, y se ha determinado las siguientes eficiencias de las cocinas parabólicas: 3.5% en el caso de cocinas construidas por segmentos, 3.6% en el caso de cocinas con hidroseguidor. Estos dos tipos de cocinas son las que más se ha tenido en cuenta para realizar el estudio del presente tema de tesis.

Para realizar el presente tema de tesis se ha considerado similares estándares de cocinas implementadas por la UNL, en lo que se refiere a la construcción se pretende implementar otro proceso, como la construcción de una matriz para la cocina solar parabólica de un solo cuerpo, además, se ha tenido en cuenta los diferentes acabados superficiales que puede tener de acuerdo a la accesibilidad de nuestro medio, gracias a esto se obtuvo una cocina solar más eficiente considerando las antes ya implementadas en nuestra universidad.

Por ello en el presente tema de tesis se ha planteado los siguientes objetivos, los mismos que han realiza de forma consecutiva conforme a lo establecido en la problemática presentada anteriormente.

Objetivo General:

- Diseñar, construir y evaluar la eficiencia energética de la cocina solar parabólica construida en un solo cuerpo, la misma que será analizada en la ciudad de Loja.

Objetivos Específicos:

- Sistematizar la información de los diferentes prototipos y diseños construidos en el área de energía las industrias y los recursos naturales no renovables de la UNL y de otras universidades que direccionen sus investigaciones en cocinas solares.
- Diseñar y construir la cocina solar parabólica en un solo cuerpo el cual sea capaz de dirigir la energía solar captada a un punto focal predeterminado.
- Evaluar y comprobar la eficiencia térmica del espejo parabólico de un solo cuerpo con los datos obtenidos de las cocinas solares ya implementadas en la UNL.

3.- REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 CAPÍTULO I: Energía Solar.

3.1.1 Introducción

3.1.2 El sol como fuente renovable de energía.

3.1.3 Energía proveniente del sol.

3.1.4 Aprovechamiento de la energía Solar.

3.2 CAPÍTULO II: Cocinas Solares Parabólicas.

3.2.1 Concepto

3.2.2 Principio de diseño de una cocina solar parabólica.

3.2.3 Como utilizar una cocina solar parabólica.

3.2.4 Normas de seguridad para una cocina solar parabólica.

3.2.5 Como evitar el deslumbramiento.

3.2.6 Cocina solar construida en un solo cuerpo.

5.2.6.1 Análisis geométrico par el diseño.

5.2.6.2 Matriz de construcción.

3.3 CAPÍTULO III: Acabado Superficial para Cocinas Solares Parabólicas.

3.3.1 Introducción.

3.3.2 Propiedades ópticas de los materiales.

3.3.3 Reflexión

3.3.4 Aplicación de diferentes acabados.

3.3.5 Relación entre costo y beneficio.

3.1.- CAPÍTULO I: Energía Solar.

3.1.1.- Introducción.

Primeramente para conocer y entender debemos saber de dónde procede la energía del astro Sol. Debemos transportarnos al interior de esta estrella gaseosa de casi 700 mil km de radio. Debido a la inmensa fuerza de gravedad y a temperaturas de 16 millones de grados en el interior del Sol, dos átomos de hidrógeno se fusionan en uno de helio y la diferencia de masa se convierte en energía (recordemos que $E=mc^2$).

La órbita que describe la tierra alrededor del Sol es una elipse, con el Sol en uno de sus focos. El 21 de diciembre la Tierra está más alejada del Sol, mientras el 21 de junio está más cerca. La distancia media entre el Sol y la Tierra es de aproximadamente 150×10^6 km. Y se llama una unidad astronómica. (Cristian Picoita, 2010)

3.1.2.- El Sol como Fuente Renovable de Energía.

El Sol, fuente de vida y origen de las demás formas de energía que el ser humano ha utilizado desde los albores de la historia, puede satisfacer todas nuestras necesidades si aprendemos cómo aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta. Ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia.

Se denomina energías renovables a aquellas fuentes energéticas basadas en la utilización del sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal. No utilizan, pues, como las convencionales, combustibles fósiles, sino recursos capaces de renovarse ilimitadamente. Su impacto ambiental en comparación con aquellas es muy escaso, pues además de no emplear esos recursos finitos, no generan contaminantes. A veces se las llama también, especiales o alternativas, indicando en este último caso su papel de cara a un modelo energético y social. (Camarero, 2008).

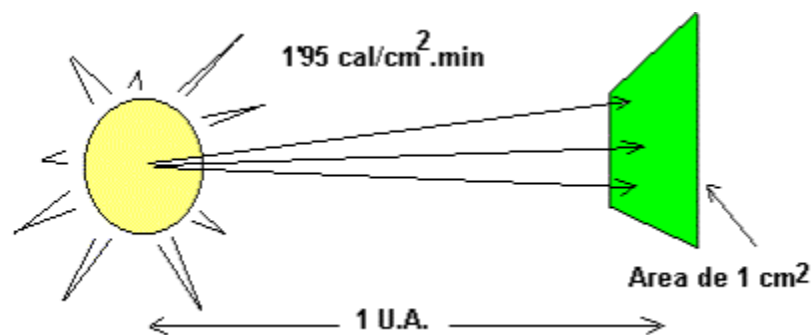
La radiación solar es una forma de energía de baja concentración, ya que fuera de la atmósfera la intensidad de radiación solar que recibe la Tierra oscila entre los 1.300 y los

1.400 W/m² aproximadamente. Las pérdidas a la atmósfera por reflexión, absorción y dispersión reducen este valor alrededor de un 30%, con una intensidad de radiación por parte de la Tierra de alrededor de los 1.000 W/m². Estos valores pueden variar dependiendo en las condiciones climatológicas. Por ejemplo, en un día sin sol, los valores de intensidad de radiación se pueden reducir hasta los 150 o 50 W/m². Esta baja densidad de radiación y el efecto negativo de determinadas condiciones climatológicas, obliga a utilizar superficies de captación grandes si se quieren conseguir valores significativos de aprovechamiento energético

3.1.3.- Energía Proveniente del Sol.

En general, el término de radiación solar se refiere a los valores de irradiación solar, es decir, la cantidad de energía recibida por unidad de superficie en un tiempo determinado. Estos valores normalmente expresan la energía que proviene de la radiación directa del disco solar y la radiación difusa que, esparcida por la atmósfera, proviene del resto del cielo. La proporción entre radiación directa y difusa varía según las condiciones climáticas, y, en días nublados, la radiación difusa disminuye considerablemente.

Es importante conocer la magnitud exacta de la potencia de la radiación solar. El flujo de radiación del Sol se caracteriza por la llamada constante solar, que es la cantidad total de energía solar que atraviesa en un minuto una superficie perpendicular a los rayos incidentes con área de 1 cm², que se encuentra a la distancia media existente entre la Tierra y el Sol.



Gráfica 1.- Constante Solar

Fuente: (ALVARADO & ROMERO, 2009)

La Constante Solar es la cantidad de calor que recibe del Sol un centímetro cuadrado de superficie perpendicular situado a una unidad astronómica de distancia. De acuerdo con un gran número de mediciones, la constante solar, Q , resulta ser: $Q = 1.967 \text{ cal/ (cm}^2 \cdot \text{min)}$

Multiplicando esta magnitud por el área de la esfera de radio una U.A., obtenemos la cantidad total de energía irradiada por el Sol en todas las direcciones en una unidad de tiempo. Efectivamente, pasando las unidades de tiempo a segundos, las de longitud a cm. y las unidades de energía a julios, se tiene:

$$Q_T = Q \times \text{sup. esfera} = Q \cdot 4\pi \cdot r^2 = \frac{1.967}{60} \times 4.19(15 \times 10^{12})^2 = 3.85 \times 10^{26} \text{ Julios/seg}$$

(1 caloría = 4.16 julios, 1 Julio/s = 1 Vatio, radio de la esfera = 15×10^{12} cm).

La unidad de superficie del sol irradia 6.28×10^7 Watios. En la superficie de la Tierra el flujo de radiación solar disminuye debido a la absorción y dispersión en la atmósfera terrestre, y es, por término medio, de 800 a 900 W/m^2 . (Peña Pinto, 2011)

3.1.4.- Aprovechamiento de la Energía Solar.

Esta energía renovable se usa principalmente para dos cosas, aunque no son las únicas, primero para calentar cosas como comida o agua, conocida como energía solar térmica, y la segunda para generar electricidad, conocida como energía solar fotovoltaica. Los principales aparatos que se usan en la energía solar térmica son los calentadores de agua y las estufas solares.

Para el aprovechamiento de la energía solar se requiere de la utilización de dispositivos que capturen la energía proveniente del sol y la transformen en otra forma de energía compatible con la demanda que se pretende satisfacer.

Con respecto a los elementos que reciben la energía solar térmica, que convierten la energía captada en calor, su principal componente es el captador, por el cual circula un fluido que absorbe la energía radiada del sol. De acuerdo a la temperatura de aprovechamiento se puede clasificar el aprovechamiento en de alta, media y baja, siendo sus límites:

- * Hasta 100° C: de baja temperatura;
- * Desde 100° C y hasta 300° C: de mediana temperatura;
- * Mayores a 300° C: de alta temperatura.

Los sistemas solares térmicos de alta temperatura hacen referencia a grandes instalaciones donde el principal elemento es una torre tipo paraboloide, o un campo de helióstatos que concentran la radiación solar en una torre central, que puede alcanzar temperaturas superiores a los 4000° C; normalmente se tratan de sistemas con una caldera central de la que se obtiene vapor a alta temperatura para usos térmicos o producción de eléctrica.

En cuanto a las aplicaciones de mediana temperatura, normalmente se utilizan colectores parabólicos, los que concentran la radiación solar en un tubo colector encargado de recibir y transmitir el calor, alcanzando valores de temperatura de hasta 300° C.

El principal parámetro que caracteriza la eficiencia de cualquier captador solar es la curva de rendimiento. En general, se define el rendimiento de un captador como la relación entre el flujo energético que llega a la superficie de éste y la energía útil que se transmite al fluido; de esta forma, el rendimiento instantáneo de un captador varía en función de la radiación, la temperatura del agua que entra al captador, la temperatura ambiente, la temperatura de la placa y los materiales empleados en la construcción. (Energía, 2008).

3.2.- CAPÍTULO II: Cocinas Solares Parabólicas.

3.2.1.- Concepto.

Las cocinas solares son artefactos que permiten cocinar alimentos usando el sol como fuente de energía. El efecto invernadero, la conducción, la convección, el color negro y el uso de materiales aislantes adecuados nos permiten diseñar sistemas al alcance de la mayoría de las personas.

La cocina solar parabólica se basa en una superficie reflectante tipo paraboloide que concentra los rayos del sol sobre una olla. Generan altas temperaturas y permiten freír o hervir alimentos. La ventaja de esta cocina solar parabólica es que es más eficiente que una

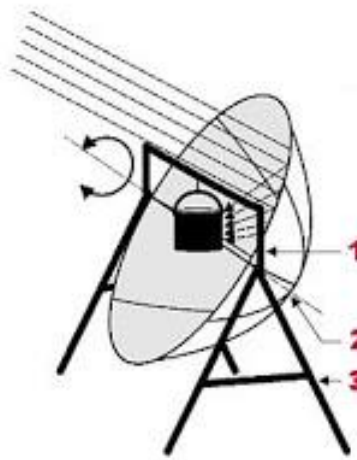
de caja. Y las desventajas, que son complicadas de hacer, y se deben estar siempre moviendo a la dirección del sol, conforme transcurra el día, y también pueden causar daños a los ojos si no son usadas correctamente. (Reina, Díaz, & Payares., 2011)

Cómo funciona una cocina solar parabólica:

Es un artefacto diseñado para cocinar alimentos utilizando la energía solar. Existen muchos modelos comerciales, incluso hay quienes se animan a fabricarlas dándoles características especiales.

Partes de una cocina solar parabólica.

Básicamente una cocina solar parabólica consta de tres partes:



Gráfica 2.- Partes de una cocina Solar

Fuente: (Energía, 2008)

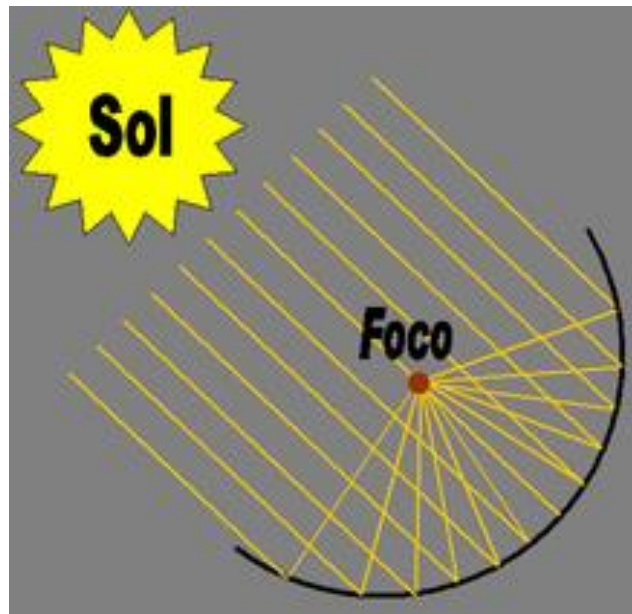
1. **Soporte o parrilla para el recipiente de cocción:** De diversas formas y tamaños, según el modelo de cocina, su función es ubicar de forma segura y estable el recipiente de cocción (olla, cazuela, sartén, plancha, etc.) en el foco de la superficie de tipo paraboloide.
2. **Concentrador parabólico:** En cuyo eje queda dispuesto el soporte del recipiente para cocinar. Debe estar fabricado con material óptimo, fácil de limpiar y de alto

poder reflexivo. Varias piezas de este material, según el modelo de cocina, se unen, uno a otro, con la adecuada curvatura, para configurar la superficie parabólica.

3. **Estructura soporte del sistema:** Fabricado de madera o metal según el modelo, tiene como función soportar los elementos de la cocina, aportando estabilidad al conjunto y facilitando la utilización. Está articulado al concentrador, permitiendo su giro, de este modo se puede reorientar o aplicar la función de encendido / apagado.

Algunos modelos de cocinas disponen de un sistema de alineamiento o eficiencia solar, generalmente es un visor, cuya sombra nos informa sobre la ubicación del concentrador parabólico y la necesidad de reorientarlo adecuadamente para conseguir un rendimiento óptimo. (Mendoza, 2010)

3.2.2. Principio de Diseño de una Cocina Solar Parabólica.



Gráfica 3.- Concentrador Parabólico.

Fuente: (Peña Pinto, 2011)

La dirección de propagación de una onda se representa mediante líneas que se denominan rayos, y según la forma de la superficie en la que inciden así será la dirección de los rayos

reflejados. Cuando la forma de dicha superficie es un paraboloides, todos los rayos que llegan paralelos al eje de la parábola se reflejan pasando por un mismo punto, que se denomina foco. Esta es la propiedad fundamental en que se basan todos los ingenios parabólicos.

Un concentrador solar es un instrumento que sencillamente consiste en la concentración en un solo foco de los rayos incidentes en una superficie, consiguiendo de esta manera alcanzar altas temperaturas que permiten el cocido de los alimentos. Basta con orientarlo adecuadamente en la dirección del sol, para lograr que los espejos cóncavos con que cuenta convenientemente orientados concentren los rayos solares.

Las cocinas que concentran la radiación solar levantan temperatura muy rápido y sirven para freír, pueden tener altas potencias de cocción y funcionan en cualquier día del año, habiendo sol directo con buena intensidad. Requieren ajustes mucho más frecuentes que las cocinas tipo horno, se necesita cuidar el alimento, al funcionar de forma similar a una cocina de gas y alcanzar altas temperaturas es necesario tomar las mismas precauciones que con una estufa de gas por lo que necesitan manejarse con más cuidado, por ejemplo, usar protección para las manos al tomar las ollas o cacerolas y para evitar deslumbramiento por el resplandor de la radiación que se refleja en el espejo se recomienda emplear gafas oscuras. (wikipedia.org, 2013)

3.2.3. Como Utilizar una Cocina Solar Parabólica.

De igual manera que con las cocinas convencionales, con el uso frecuente, conseguirás utilizar la **cocina solar parabólica** sin ninguna dificultad. No obstante, van algunas recomendaciones:

- La cocina solar necesita de un lugar soleado, plano y protegido del viento. Si existe riesgo de viento fuerte, coloca un peso en la estructura soporte a modo de lastre.
- Utiliza siempre recipientes oscuros para cocinar. Las más recomendables son las ollas negras. Las cazuelas de barro o cerámica no son apropiadas.

- No utilices ollas con elementos que no soporten altas temperaturas (asas de plástico o madera), si los tuviesen, protégelos con papel de aluminio.
- La radiación solar concentrada por la cocina, señala en la olla un reflejo o “llamas solares”, éstas deben incidir en la base del recipiente de cocción.
- Se debe reorientar la cocina cada 15 a 20 minutos hacia el sol, por una parte se gira la base de la cocina y por otra se inclina el reflector, hasta que la sombra del indicador de posición lo centran nuevamente o las “llamas solares” cubren nuevamente la base de la olla o cazuela.
- Verifica que no haya sombra en el reflector y que no esté sucio o sin brillo.
- Si el reflector está generando demasiada temperatura y no es necesario tanto calor, simplemente desorienta un poco la cocina hasta conseguir la intensidad adecuada para tu preparación.
- Utiliza siempre que sea posible olla con tapa, así no se perderá el calor y la cocción será más rápida.
- Para freír utiliza una tapa con perforaciones o una malla de alambre para evitar que las salpicaduras de aceite ensucien el reflector.

3.2.4.- Normas de Seguridad para una Cocina Solar Parabólica.

La cocina solar parabólica cuenta con un reflector de rendimiento considerable, capaz de generar temperaturas bastante altas que hacen posible hasta freír. Si se coloca un pedazo de papel en su punto focal, se quemará de inmediato. Por ello debes tener en cuenta algunas normas de seguridad:

- No deben haber niños solos cerca de la cocina solar.
- No permanezcas frente al reflector para evitar el deslumbramiento. Para acercarte de forma segura a la cocina, gira el reflector a su posición de apagado.

- La olla, su tapadera y el soporte se calientan mucho debido a la radiación solar concentrada, utiliza siempre manoplas para coger la olla o levantar la tapa.
- No dejes las manoplas, ni los trapos de cocina sobre la olla, pueden quemarse.
- Si no estás utilizando la cocina, debes colocar el reflector en la posición OFF o apagado, con el reverso hacia arriba como si fuera una seta.
- Si desmontas la cocina, ten mucho cuidado con el reflector, es recomendable colgarlo en una pared de forma que no reciba radiación solar.
- Orienta la cocina con la ayuda del indicador y no mires hacia el interior del reflector.

La cocina solar no necesita ningún mantenimiento, tan solo es necesario mantenerla limpia, a fin de que la superficie reflectora trabaje eficientemente. Su limpieza es sumamente fácil, para ello sigue estas recomendaciones:

- Sólo debes utilizar esponjas o paños suaves.
- Primero limpiar el reflector con un trapo húmedo o esponja, y algo de lavavajillas o detergente no abrasivo. Inmediatamente después aclarar con agua limpia.
- Para que no queden manchas de cal, secar el reflector luego de lavarlo con papel absorbente o un paño seco.
- Las salpicaduras o manchas gruesas, como las de grasa, es mejor limpiarlas al momento.
- No utilices ningún tipo de estropajo de metal o abrasivo, puedes dañar la superficie de las láminas del reflector

3.2.5.- Como Evitar el Deslumbramiento.

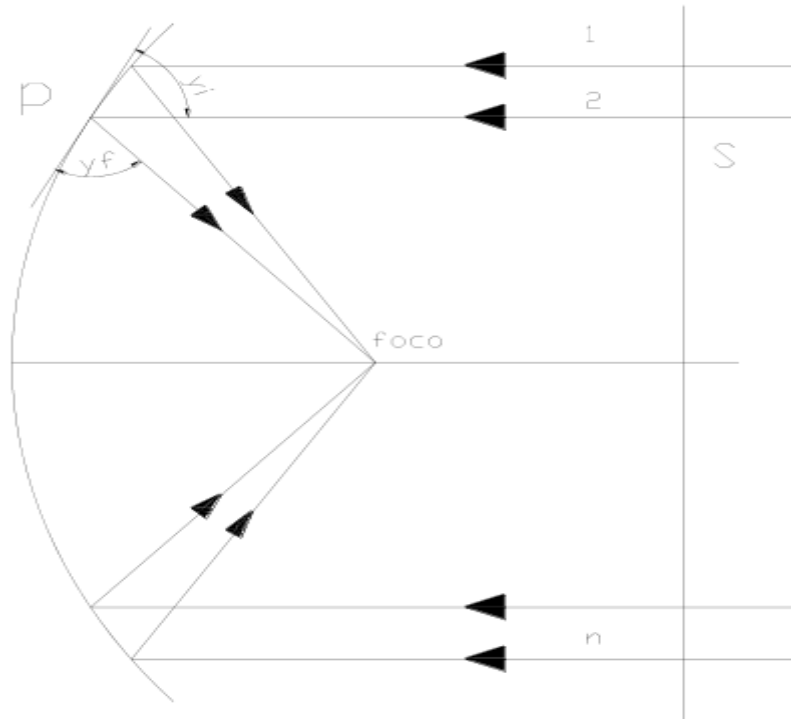
Como cualquier aparato de generación de calor es necesario respetar ciertas normas de seguridad, hay que recordar que se trata de una cocina capaz de generar altas temperaturas

en presencia de la radiación solar, por tanto deberá ser manipulada conscientemente y por personas adultas, ya que pueden producirse accidentes en el momento de su uso. Deberá tenerse especial cuidado en el foco de calor, la ausencia de fuego u otra señal visual, puede hacer que no nos demos cuenta de la temperatura que realmente existe ahí. Otro punto a considerar es el deslumbramiento, colocarse directamente frente al reflector puede encandilarnos, por eso las labores de manipulación deben hacerse ubicándonos de lado o en la parte posterior del reflector. (Mendoza, 2010)

3.2.6. Cocina Solar Parabólica Construida en un Solo Cuerpo.

Los reflectores parabólicos representan la forma de reflector más utilizada. Ofrecen la posibilidad de dirigir las ondas de modo más variado ya sea por radiación concentrada, horizontal o asimétrica y posibilitan también una determinada limitación de deslumbramiento. Si el contorno del reflector se construye por el propio eje mediante rotación de una parábola o un segmento parabólico resulta un reflector con distribución de onda de radiación controlada. Las superficies reflectantes permiten transportar por reflexión, la energía del frente de onda al punto f . Punto en donde se sumarían las ondas con igual fase.

La parábola como figura geométrica en un plano o el paraboloide como figura espacial “tienen naturalmente” las propiedades enunciadas para las n superficies reflectantes. Una propiedad del paraboloide es que: los caminos que parten del foco f y se reflejan en el paraboloide, llegan a una superficie S con recorridos de igual longitud (Salcedo, 2006). Véase gráfica 4.

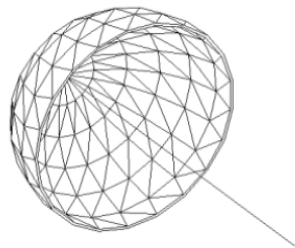


Gráfica 4 Propiedades de un Paraboloides.

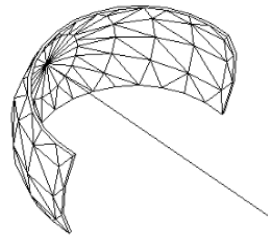
Fuente: (Sodré, 2010)

Por lo dicho, una onda reflejada según el camino 1, tarda el mismo tiempo o lo hace con igual fase, que las ondas que recorren los caminos 2...n. Otra propiedad de la parábola es que la tangente en un punto P (gráfica 4) tiene una orientación tal, que el ángulo de incidencia γ_i , es igual al ángulo de reflexión γ_f . Las propiedades enunciadas son útiles para el diseño y construcción de reflectores parabólicos.

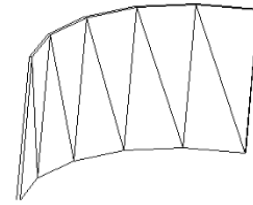
Existen muchos tipos de reflectores parabólicos. Los más usados son: cilíndricos parabólicos, paraboloides de revolución truncados y paraboloides de revolución. Véase gráfica 5.



Paraboloide de revolución



Paraboloide de revolución
truncado



Cilíndrico parabólico

Gráfica 5 Tipos de Paraboloides.

Fuente: (Sodre, 2010)

3.2.6.1. Análisis geométrico para el diseño.

Dados en un plano una recta y un punto exterior, se llama parábola al lugar geométrico de los puntos del plano que equidistan de la recta y del punto. El punto recibe el nombre de foco de la parábola y se le llamará F. La recta recibe el nombre de directriz.

Se llama eje de simetría de la parábola a la recta perpendicular a la directriz que pasa por el foco. Se denomina vértice de la parábola al punto donde la curva corta al eje; dicho punto se encuentra a igual distancia de la directriz y del foco, se designará al vértice con V.

Según la definición para cualquier punto M de la parábola se tiene:

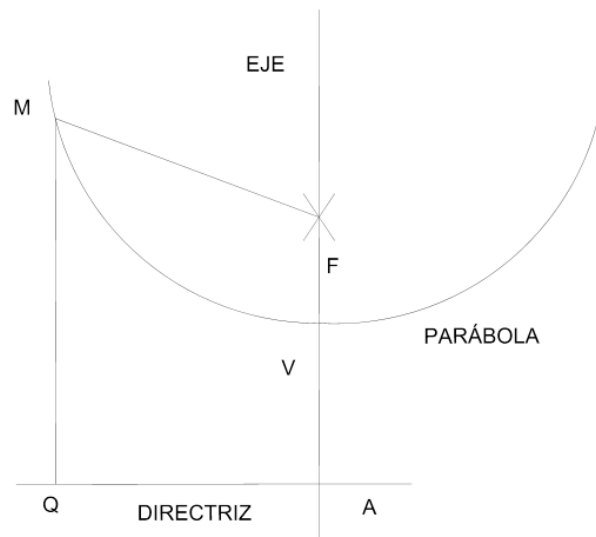
$$MQ=FM$$

En particular, para el vértice V resulta:

$$AV=VF$$

Es decir, V es el punto medio del segmento AF.

El segmento FM que une un punto de la parábola con el foco de la parábola se denomina radio correspondiente a dicho punto. Véase Gráfico 6. (Sodré, 2010)



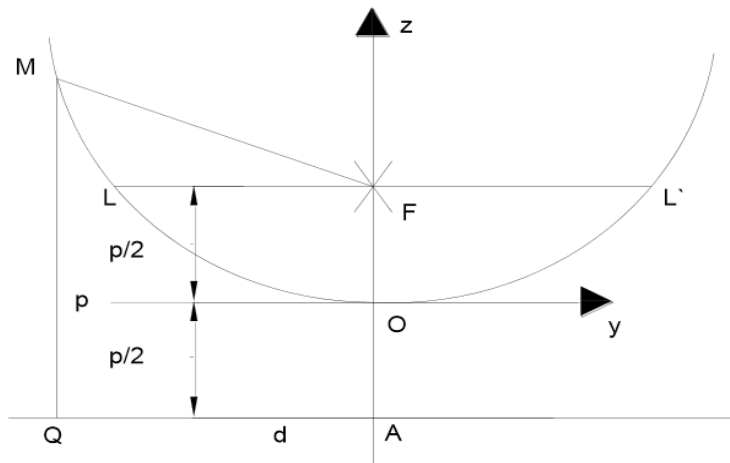
Gráfica 6 Elementos de la parábola

Fuente: (Sodré, 2010)

3.2.6.2. Matriz de construcción.

Ecuación de la parábola

Para llegar a la ecuación, se anexa a la figura 7 el sistema de ejes coordenados. Conviene tomar como eje “z” el eje de la parábola, y como eje “y” la perpendicular a aquél trazada por el vértice de la curva es decir que $V = O$, es el origen de coordenadas. Véase gráfica 7.



Gráfica 7 Geometría de la parábola

Fuente: (Sodre, 2010)

Sea d la directriz, F el foco, $M \equiv (y, z)$ un punto arbitrario sobre la parábola y QM la perpendicular a la directriz que contiene al punto M , que es paralela a FA .

$\overline{OA} = \overline{OF} = \frac{p}{2}$; siendo la semidistancia de FA . Las coordenadas de los puntos F y A son entonces

$(0, \frac{p}{2})$ para F ; y $(0, -\frac{p}{2})$ para A respectivamente. Tomando el punto genérico $M \equiv (y, z)$ y recordando que: $\overline{FM} = \overline{QM}$

La distancia entre los puntos F y M es:

$$\sqrt{y^2 + (z - \frac{p}{2})^2}$$

$$MQ = z + \frac{p}{2}$$

Igualando, se tiene:

$$\sqrt{y^2 + (z - \frac{p}{2})^2} = z + \frac{p}{2}$$

Elevando al cuadrado ambos miembros:

$$y^2 + \left(z - \frac{p}{2}\right)^2 = \left(z + \frac{p}{2}\right)^2$$

$$y^2 + z^2 - pz + \frac{p^2}{4} = z^2 + pz + \frac{p^2}{4}$$

$$y^2 = 2pz$$

La ecuación ($y^2=2pz$) es la ecuación de la parábola referida a su eje de simetría como eje z y a la tangente en el vértice como eje de las abscisas.

2p: es el doble de la distancia entre la directriz y el foco, y se llama parámetro.

También: $p= 2F$

Entonces: $y^2= 4Fz$

Dada una parábola de boca B y distancia focal F véase gráfica 8. Se tiene las siguientes ecuaciones:

$$y^2= 4Fz$$

$$y^2= \frac{F}{B} 4Bz$$

Como: $z = \frac{y^2}{4F}$; en la boca de la parábola es; $y = \frac{B}{2}$

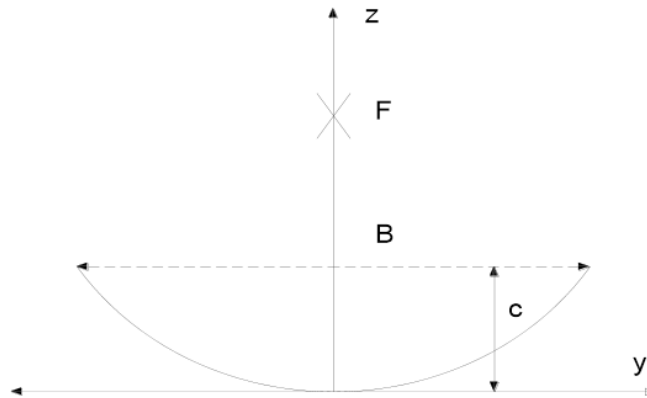
Por lo tanto $C = \frac{B^2}{16F}$ o, también $C = \frac{B}{16\left(\frac{F}{B}\right)}$

En donde:

B= Boca de la parábola.

F= Distancia Focal.

c= Profundidad de la parábola en el centro.



Gráfica 8 B: boca de la parábola, F: distancia focal, c: profundidad de la parábola en el centro

Fuente: (Sodré, 2010)

EFICIENCIA Y DIRECTIVIDAD.

La eficiencia de un concentrador solar se define como la relación entre la energía absorbida por el fluido portador del calor y la energía incidente que es la densidad de energía solar sobre su superficie.

$$\eta_c = \frac{\text{Energía útil que absorbe el fluido de trabajo}}{\text{Energía captada}} = \frac{Q_{ut}}{G_b \cdot A_a} \quad (\text{Ec.1}) \text{ Fuente: (Sodré, 2010)}$$

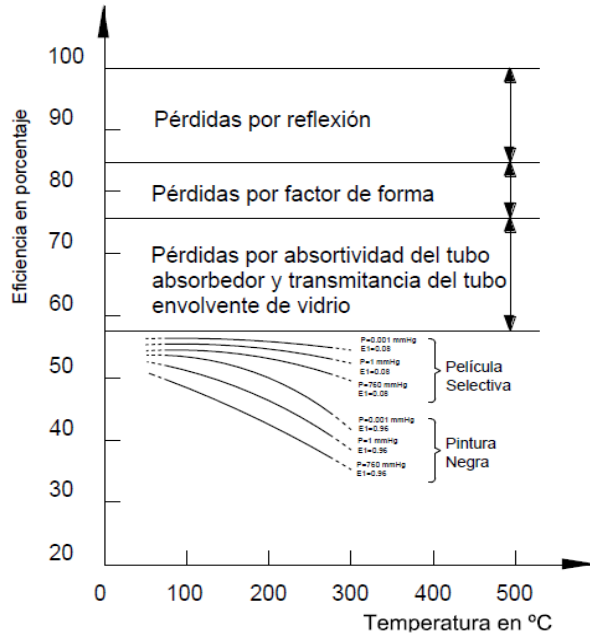
Dónde:

Q_{ut} = Calor útil que absorbe el fluido de trabajo (W).

G_b = Radiación solar directa incidente sobre el concentrador (W/m^2).

A_a = Área de apertura del concentrador (m^2).

A continuación se muestran un gráfico típico de eficiencia



Gráfica 9 Eficiencia vs Temperatura de un concentrador cilíndrico parabólico

Fuente: (Muñoz, 1993)

La directividad de un reflector se define como la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección a una distancia dada, y la densidad de potencia que radiará a esa misma distancia un reflector isótropo que radiara la misma potencia que el reflector. Entonces se llama directividad al grado de concentración de un campo irradiado en una dirección determinada. La característica de directividad muestra la dependencia de la intensidad del campo de radiación respecto de la dirección, con la condición que este campo sea medido siempre a igual distancia del reflector. El diagrama de radiación del concentrador da una representación de la directividad de la misma.

3.3. CAPÍTULO III: Acabado Superficial para Cocinas Solares Parabólicas.

3.3.1. Introducción

Las superficies de las piezas al definir la separación del cuerpo del medio exterior o ser la parte por la que se unen a otras requieren un estudio cuidadoso ya que de su estado puede depender tanto el funcionamiento, como el rendimiento de una máquina o mecanismo, la

duración, e incluso sus posibilidades de venta, al presentar un aspecto más o menos atractivo.

Como consecuencia de lo anterior, es necesario establecer en los planos de proyecto y fabricación los requerimientos tecnológicos a aplicar sobre las superficies para hacer que el producto, que se está diseñando o construyendo responda a las condiciones de funcionamiento y duración esperada, todo ello dentro de un precio competitivo.

Representando el acabado superficial una parte importante del costo de producción de una pieza, la elección de los procedimientos adecuados para la satisfacción de los requerimientos funcionales adquiere una gran importancia y se hace necesario para el proyectista tener conocimiento de los sistemas de acabados y de los métodos empleados, para satisfacer cada una de las necesidades a cubrir.

Los objetivos funcionales a cumplir por una superficie se pueden clasificar en:

Protectores:

- Resistencia a la oxidación y corrosión
- Resistencia a la absorción

Decorativos

- Mejora del aspecto

Tecnológicos

- Disminución o aumento del rozamiento.
- Resistencia al desgaste, con los consiguientes beneficios de:
- Mantenimiento de juegos
- Facilidad de intercambiabilidad.
- Resistencia a la fatiga

- Reflectividad
- Prevención de gripado.
- Mejorar la soldabilidad.
- Conductividad o aislamiento eléctrico.

Para dar satisfacción a estos aspectos funcionales se actúa bajo el punto de vista de la superficie en dos sentidos, definiendo: a) el acabado (rugosidad superficial); b) los tratamientos y recubrimientos a aplicar sobre ellas, siendo por tanto la secuencia de trabajo, la realización de:

1- Producción de la superficie.

2- Limpieza y preparación.

3- Recubrimientos.

NOTA: No se contemplan aquí los tratamientos térmicos de endurecimiento superficial por considerarse dentro de los métodos de producción de la misma.

3.3.2. Propiedades ópticas de los materiales.

Generalidades.

Cuando un rayo de luz se propaga por un medio y alcanza el límite que lo separa de un segundo medio puede suceder, que retorne, al primero (reflexión), o que lo atraviese y que ingrese al segundo medio donde parte se convertirá en otra forma de energía (absorción) y parte no cambiara (transmisión).

Dos, o los tres de dicho fenómenos ocurren simultáneamente, y como la energía no se puede destruir, la suma de la energía transmitida, absorbida y reflejada debe ser igual a la energía incidente.

Por lo tanto, la aplicación de la luz en la forma más conveniente exige un control y una distribución que se consigue modificando sus características a merced de los fenómenos físicos de reflexión, absorción y transmisión de la luz, sin olvidarnos de otro cuarto factor conocido como refracción.

3.3.3. Reflexión:

Cuando unas ondas de cualquier tipo inciden sobre una barrera plana como espejo, se generan nuevas ondas que se mueven alejándose de la barrera. Este fenómeno se denomina reflexión.

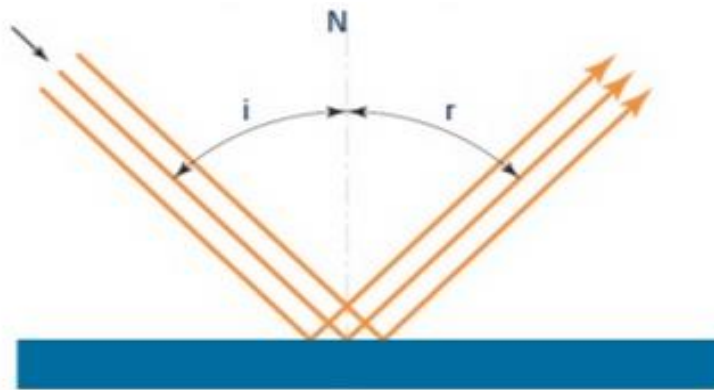
Cuando la luz es reflejada por una superficie, un porcentaje de dicha luz se pierde debido al fenómeno de absorción. La relación entre la luz reflejada y la luz incidente se denomina reflectancia de la superficie.

Cualquier superficie que no es completamente negra puede reflejar la luz. La cantidad de luz reflejada y la forma en que dicha luz es reflejada se determina por las propiedades de reflexión de la superficie. Se distinguen cuatro tipos de reflexiones, a saber: reflexión compuesta, reflexión difusa y reflexión mixta. En estas propiedades de reflexión se fundamenta los sistemas reflectores.

Reflexión especular (Gráfica 10) Se produce cuando la superficie reflectora es lisa. Dicha reflexión a dos leyes fundamentales:

El rayo incidente, el rayo reflejado y el normal a la superficie en un punto de incidencia se trazan en un mismo plano.

El ángulo e incidencia (i) es igual al ángulo de reflexión (r)



Gráfica 10 Reflexión especular

Fuente: (wikipedia.org, 2013)

Reflexión compuesta (Gráfica 11): a diferencia de lo que ocurre en la reflexión especular, no hay imagen de espejo de la fuente de luz, pero el ángulo de intensidad máxima reflejada es igual al ángulo de incidencia. Esta reflexión ocurre cuando la superficie es irregular o rugosa.



Gráfica 11 Reflexión compuesta

Fuente: (wikipedia.org, 2013)

Reflexión difusa (Gráfica 12) Se produce cuando la luz que incide sobre una superficie es reflejada en todas las direcciones, siendo el rayo normal a la superficie el de mayor intensidad.

Este tipo de reflexión se produce en superficies como el papel blanco mate, las paredes y cielos rasos de yeso, las nieve, etc.



Gráfica 12 Reflexión difusa

Fuente: (wikipedia.org, 2013)

Reflexión mixta (Gráfica 13): es una reflexión intermedia entre la especular y la difusa, en la que parte del haz incidente se refleja y parte se difunde. Este tipo de reflexión la presentan los metales no pulidos, el papel brillante y las superficies barnizadas.



Gráfica 13 Reflexión mixta

Fuente: (wikipedia.org, 2013)

Tabla 1 Factor de reflexión de algunos materiales

Superficie Reflectora	% Factor de Reflexión.
Plata brillante	92-97
Oro	60-92
Plata blanca(mate)	85-92
Níquel pulido	60-65
Cromo pulido	60-65
Aluminio pulido	67-72
Aluminio electrobrillantado	86-90

Aluminio vaporizado	90-95
Cobre	35-80
Hierro	50-55
Porcelana esmaltada	60-80
Espejos	80-85
Pintura blanca mate	70-80
Beige claro	70-80
Amarillo y crema claro	60-75
Techos acústicos	60-75
Verde muy claro	70-80
Verde claro y rosa	45-65
Azul claro	45-55
Gris claro	40-50
Rojo claro	30-50
Marrón claro	30-40
Beige oscuro	25-35
Marrón, verde y azul oscuros	5-20
Negro	3-4

Fuente: (Díez, 2005)

3.3.4. Aplicación de los Diferentes Acabados.

Cobreado

El cobreado se emplea tanto para aplicaciones funcionales como decorativas, entre las primeras se encuentran:

- En piezas cementadas o nitruradas proteger las zonas exentas de este tratamiento.
- Apantallado para soldadura de latón.
- Transferir el calor de la pieza.
- Base para baños posteriores de níquel.
- Facilitar soldadura con estaño.
- Protección como barrera contra la corrosión.
- Recrecimiento de piezas desgastadas.

Como decoración y mediante pulido alcanza un color rojizo brillante, que en contacto con la atmósfera se patina rápidamente por lo que es necesario protegerlo con barnices transparentes.

Cromado

El cromado como recubrimiento electrolítico se realiza en dos variantes dependiendo de la aplicación pudiéndose distinguir entre el cromado duro o industrial y el decorativo.

- Cromado Duro: Se utiliza cuando se necesita conferir a la superficie de las piezas dureza (68 a 74 Rc) y resistencia al desgaste y de moderada a débil a la corrosión. Confiere un coeficiente de rozamiento muy bajo que unido a su resistencia a la abrasión tanto seca o con aceite lo hace especialmente útil en todas aquellas piezas sometidas a deslizamiento con fuertes cargas y en ambientes agresivos como por ejemplo: ejes, cojinetes, trenes de aterrizaje, cilindros hidráulicos, pistones, calibres, moldes, etc. También se utiliza en recrocimiento de piezas desgastadas siempre que el coste lo compense.

Como precauciones en su empleo deben tenerse en cuenta, una ligera reducción de resistencia a la fatiga y ductibilidad, que no debe aplicarse sobre partes cementadas ni sobre aristas vivas; no se deben de rectificar piezas después de cromar con resistencia superior a 142 kg/mm^2 ; En piezas cilíndricas con cambios de diámetro es necesario especificar como exentas de cromado las salidas de herramientas.

Se aplica directamente sobre el material base, y el acabado de rugosidad conseguido es similar al conseguido en el proceso previo. Debido a la generación de hidrógeno durante el proceso electrolítico, es muy importante en aceros con durezas superiores a 40 Rc someter a las piezas antes del baño a un tratamiento térmico durante 3 horas y $190 \text{ }^\circ\text{C}$ más menos $5 \text{ }^\circ\text{C}$, para alivio de tensiones, y otro inmediatamente después para la eliminación del hidrógeno absorbido durante el proceso y causante de fragilidad.

Cuando se requiere incrementar la resistencia a la corrosión se emplea es denominado flash de cromo de alta densidad que al microscopio no presenta grietas ni poros, característicos del anterior.

La especificación QQ-C-320A define los tipos y clases que determinan los espesores que pueden ir de 0,0025 a 0,5 mm.

- **Cromado Decorativo:** Proporciona una capa brillante de gran reflexión resistente al deslucimiento, aplicable a gran cantidad de productos tanto industriales como domésticos. La resistencia a la corrosión siempre y cuando no se rompa la capa.

Normalmente se da sobre capas de cobre o níquel con espesores no mayores de 0,0015 mm. En la misma especificación del duro se definen sus características

Niquelado :

Existen aplicaciones de acabados de níquel prácticamente para la mayor parte de necesidades. Puede ser blando o duro, brillante o mate dependiendo del proceso y las condiciones del baño. La dureza puede estar entre 150 y 500 Vickers. En color puede ser parecido al acero inoxidable o alcanzar un gris brillante o mate.

Proporciona: resistencia al desgaste para cargas ligeras y medias; buena prevención de la corrosión por sí mismo o bajo capas de cromo; su coeficiente de dilatación es bajo, es magnético.

Como limitaciones deben de tenerse en cuenta no aplicar sobre aceros con resistencias por encima de 140 kg/mm^2 , ni en piezas expuestas a temperaturas por encima de $480 \text{ }^\circ\text{C}$.

Al igual que en el cromado las piezas con dureza superior a 40 Rc necesitan ser sometidas inmediatamente después del baño a un tratamiento térmico durante 3 horas a $190 \text{ }^\circ\text{C}$ más menos $5 \text{ }^\circ\text{C}$ para eliminación del hidrógeno causante de fragilidad.

Para aplicaciones decorativas se puede aplicar sobre: acero con espesores de 0,01 a 0,05, sobre base de cobre de 0,002 a 0,01, sobre base de zinc de 0,01 a 0,03.

En aplicaciones de ingeniería para la recuperación de piezas desgastadas, con requerimientos de dureza y resistencia a la corrosión, los espesores se aplican según necesidad. Para aplicaciones aeronáuticas y en la especificación AMS-2416-D se define el proceso de Níquel-cadmio difuso para prevenir la corrosión de piezas de acero de baja

aleación que deban trabajar por encima de 482 °C durante largo tiempo. Los espesores de capa van de 0,002 a 0,01 mm.

Cadmiado

El cadmiado es un tratamiento para la protección contra la corrosión del hierro, acero, fundición de hierro y aleaciones de cobre, es de gran eficacia por el hecho de ser el cadmio más electronegativo que el hierro de forma que si se produce rotura de capa, el deterioro es a cuenta del cadmio. Sobre acero inoxidable se obtienen resultados excelentes para prevenir la corrosión galvánica cuando está en contacto con piezas de aluminio. No tiene efectos sobre la resistencia a la fatiga.

Como limitaciones deben tenerse en cuenta:

- No aplicar donde la temperatura pueda exceder 230 °C.
- En piezas deslizantes o con roscas móviles que estén en contacto con combustible, fluidos hidráulicos, grasas, aceites.
- En piezas en contacto con otras de titanio.
- La toxicidad del cadmio y los productos utilizados en el proceso.

La capa es de color blanco plateado con espesores entre 0,05 y 0,13 mm. Se puede aplicar sólo o con tratamientos suplementarios de cromado o fosfato, la mejor resistencia a la corrosión se obtiene con cromado (96 horas en niebla salina al 20%).

Para pintado posterior se utiliza con tratamiento de fosfato. En aceros con durezas superiores a 40 Rc y para evitar la fragilización, es necesario someter a las piezas antes del baño a un tratamiento térmico durante 3 horas y 190 °C más menos 5 °C, para alivio de tensiones, y otro inmediatamente después del baño para eliminar el hidrógeno absorbido en el proceso.

Plateado

Se realiza para aplicaciones decorativas y funcionales sobre todo en electricidad y electrónica.

Proporciona buena resistencia al corrosión, la dureza varía entre 90 y 135 Brinell, dependiendo del proceso. La soldabilidad es excelente decreciendo con el paso del tiempo. Proporciona una conductibilidad eléctrica inmejorable por lo que se emplea en contactores. El bajo coeficiente de rozamiento hace que sea de una gran aplicación en juntas estáticas, cojinetes, placas de fricción en bombas de pistones, bombas de keroseno, motores de turbinas de gas.

Como limitaciones debe de tenerse en cuenta: no utilizar en contacto con piezas de titanio; no emplear en atmósferas oxidantes a temperaturas por encima de 425 °C. La capa varía de color blanco mate a muy brillante. Los espesores recomendados varían entre 0,0015 y 0,005 mm.

Dorado

El dorado se emplea fundamentalmente en aplicaciones decorativas aunque también se utiliza con propósitos tecnológicos principalmente en la industria electrónica, en contactos, conectores, guías de ondas, circuitos impresos, etc.

Su utilización es debida a la resistencia a la corrosión, brillo y conductividad eléctrica, el alto precio condiciona el empleo a condiciones en que otros procedimientos no son válidos. El color varía del amarillo al naranja y los espesores de 0,001 a 0,04 mm. (Poveda, 2008)

3.3.5. Relación entre costo y beneficio.



Gráfica 14 Relación costo beneficio

Fuente: (Picoita, 2010)

El análisis de costo-beneficio es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia de proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto. Este método se aplica a obras sociales, proyectos colectivos o individuales, empresas privadas, planes de negocios, etc., prestando atención a la importancia y cuantificación de sus consecuencias sociales y/o económicas.

La técnica de análisis de Costo/Beneficio, tiene como objetivo fundamental el de proporcionar una medida de la rentabilidad de un proyecto, mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios esperados en la realización del mismo. Esta técnica se debe utilizar al comparar proyectos para la toma de decisiones.

Un análisis Costo/Beneficio por sí solo no es una guía clara para tomar una buena decisión. Existen otros puntos que deben ser tomados en cuenta, eje.: La calidad del material, la disposición en el mercado, la durabilidad del mismo.

El análisis Costo-Beneficio, permite definir la factibilidad de las alternativas planteadas o de un proyecto a ser desarrollado.

La utilidad de la presente técnica es la siguiente:

- Para valorar la necesidad y oportunidad de la realización de un proyecto.
- Para seleccionar la alternativa más beneficiosa de un proyecto.
- Para estimar adecuadamente los recursos económicos necesarios, en el plazo de realización de un proyecto

Tomado en cuenta todos los aspectos: factibilidad de adquisición, disponibilidad en el mercado, calidad del acabado, facilidad de mantenimiento y vida útil; se ha logrado determinar que el acabado superficial más idóneo para ser utilizado es el cromado.

En la tabla 2, se muestra los diferentes tipos de acabados superficiales que se consideraron para su aplicación a la superficie del paraboloide, tomando en cuenta cuatro variables al fin de escoger la mejor alternativa, que en este caso fue el “CROMADO”:

Tabla 2 Relación costo beneficio de algunos materiales

Tipo de Acabado	Costo	Durabilidad	Facilidad de adquisición	Eficiencia del acabado
Dorado	A	A	B	A
Plateado	A	A	B	M
Cadmiado	A	A	B	M
Niquelado	A	A	B	A
Cromado	M	A	M	A
Cobreado	A	M	B	A
Pintado	B	M	A	B

A= Alto

M= Medio

B=Bajo

Fuente: Autor

4.- MATERIALES Y MÉTODOS

SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS DIFERENTES PROTOTIPOS DE COCINAS SOLARES PARABÓLICAS CONSTRUIDAS EN EL A.E.I.R.N.N.R.

Para la realización de este proyecto, se utilizó la cocina solar parabólica, que es una de los varios prototipos construidos en nuestra área, pero exclusivamente nos centraremos en la cocina solar de tipo parabólica.

Los datos de esta cocina solar, fueron proporcionados por el Centro de Investigaciones de Energías Renovables y Eficiencia Energética (CIEREE). Para la fundamentación teórica se realizó la recolección de toda la información referente a las características que debe tener este tipo de cocinas parabólicas, en lo referente a la utilización, eficiencia y rendimiento.

VALOR COMPARATIVO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA COCINA SOLAR TIPO PARABÓLICA.

Para encontrar el valor de los datos científicos de la cocina solar construida en un solo cuerpo, se aplicó la norma americana de ingenieros agrónomos ASAE S580, que tiene las siguientes especificaciones técnicas:

- Las pruebas se deben llevar a cabo con una velocidad del viento inferior a 1,0 m/s. En caso de viento superior a 2,5 m /s por más de diez minutos, se descartó los datos de prueba.
- La masa del agua o cantidad que fue utilizada fue de 1ℓ.
- El tiempo de la toma de datos fue cada 10 minutos.
- La temperatura ambiente tiene que estar entre los 20 y 35 °C, la temperatura del agua 5°C más de la temperatura ambiente y 5°C menos de la temperatura de ebullición.

- Se utilizó un piranómetro para medir el haz de luz en el plano perpendicular a la radiación directa. La variación de la insolación medida no debe ser superior ni inferior a 100 W/m^2 durante el monitoreo.
- Las pruebas no se realizaron cuando las lecturas estuvieron por debajo de 450 W/m^2 o por encima de 1100 W/m^2 .
- Para cumplir con este test o norma las pruebas se realizaron en el horario de 9h00 a 15h00 pm.
- En condiciones de fuerte viento, insolación baja, temperatura ambiente baja, las pruebas no se llevaron a cabo.

5.- RESULTADOS

5.1.- SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS DIFERENTES PROTOTIPOS Y DISEÑOS CONSTRUIDOS EN EL ÁREA DE ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNL Y DE OTRAS UNIVERSIDADES QUE DIRECCIONEN SUS INVESTIGACIONES EN COCINAS SOLARES.

Para obtener información necesaria acerca de cocina solares se tomó en cuenta tres diferentes trabajos de tesis, a continuación se presenta un breve resumen de la información obtenida que ha sido un referente para poder realizar la presente tesis.

Tabla 3 Información obtenida de las cocinas solares tipo caja

TÍTULO DE LA TESIS	INSTITUCIÓN	AUTOR
Evaluación térmica de cocinas solares tipo caja y transferencia de tecnología en el Cantón Zapotillo Parroquia Bolaspamba Barrio Chaquino	Universidad Nacional de Loja.	Jorge Manuel Correa Martínez.
BREVE RESUMEN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA		
<p>Lo que más se destaca del este tema es el conocimiento del Sol como fuente de energía, además que en sus aplicaciones, se ha demostrado que es una energía limpia libre de CO₂, y nos acerca a conocer datos de radiación solar de nuestra provincia que es donde fue hecha esta evaluación térmica.</p> <p>Además cabe destacar la información acerca de las ventajas y desventajas que tiene la cocina de caja con la cocina parabólica. Aspecto que se ha tomado muy en cuenta para la realización del presente tema de tesis, ya que en lo referente a eficiencia la cocina solar parabólica tiene una ventaja con respecto a la de caja.</p>		

Fuente: Jorge Manuel Correa, tesis: Evaluación térmica de cocinas solares tipo caja y transferencia de tecnología en el Cantón Zapotillo Parroquia Bolaspamba, Barrio Chaquino.

Tabla 4 Información obtenida de las cocinas solares tipo parabólica

TÍTULO DE LA TESIS	INSTITUCIÓN	AUTOR
Evaluación térmica de cocinas solares tipo parabólica y transferencia de tecnología en el cantón Zapotillo, parroquia Bolaspamba, barrio Chaquino.	Universidad Nacional de Loja.	Bolívar Patricio Martínez Palacios
BREVE RESUMEN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA		
<p>En esta tesis se destaca el estudio realizado exclusivamente a las cocinas parabólicas, cabe mencionar que en este trabajo se muestran algunas normas para la evaluación térmica de la cocina solar, pero se ha considerado tomar la norma ASAE S580, además de esto cabe destacar la información referente a: reglas de mantenimiento de una cocina solar parabólica, normativas para su buen uso, ventajas y desventajas de una cocina solar parabólica con respecto a una de caja.</p> <p>La cocina solar parabólica que se construyó en este trabajo fue hecho por segmentos, que posteriormente fueron unidos para así formar la parábola, y el material reflectante utilizado es acero brillante, además se utilizados unos datos referenciales como la radiación directa y el conocimientos de algunos instrumentos de medida como termopares, pirómetro, etc.</p>		

Fuente: Bolívar Patricio Martínez tesis: Evaluación térmica de cocinas solares tipo parabólica y transferencia de tecnología en el cantón Zapotillo, parroquia Bolaspamba, barrio Chaquino.

Tabla 5 Información de cocinas solares de otras universidades

TÍTULO DE LA TESIS	INSTITUCIÓN	AUTOR
Caracterización de una cocina solar Parabólica	Universidad Carlos III de Madrid.	Miguel Manchado Mejía
BREVE RESUMEN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA		
<p>En esta tesis se puede destacar la información obtenida exclusivamente de la cocina solar parabólica, ya que esta tesis abarca más tipos de cocina. El principio de diseño es con la misma ecuación de la parábola con foco en el centro, además el diámetro de la cocina es de 1.4 m y el material reflectante que se ha utilizado aquí es el aluminio brillante.</p> <p>La obtención de los datos técnicos se realizó con la norma ASAE S580, para las pruebas de la cocina solar parabólica que se muestran en el presente tema de tesis. Además se consideró algunos principios para la construcción de la base de la cocina, como el de giro con el fin de dirigirla hacia el sol, que es diferente al de las cocinas construidas en nuestra área.</p>		

Fuente: Miguel Manchado: Caracterización de una cocina solar Parabólica

5.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA COCINA SOLAR PARABÓLICA DE UN SOLO CUERPO.

5.2.1 Diseño:

Para la construcción de la cocina solar en un solo cuerpo, se necesitó de una matriz de construcción. La misma que fue diseñada en base a los cálculos realizados con la ecuación de la parábola, y los datos de construcción que a continuación se presenta:

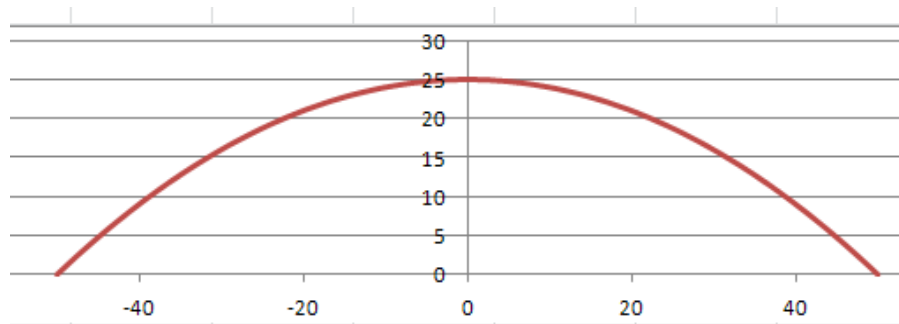
Diámetro D= 1m

Foco= $\frac{1}{4} D = 0.25\text{cm}$

Con estos datos de construcción podemos realizar los cálculos de construcción con la ecuación de la parábola con foco en el centro de la misma:

$$y = \frac{x^2}{4P}$$

Para valores de $x=0.08\text{cm}$ (que es el ancho de la plancha de plywood que se utilizó para la construcción de la matriz.), a continuación se muestra la gráfica de la parábola realizada en el programa "EXCEL", con los datos antes mencionados:



Gráfica 15 Imagen de la parábola realizada en el programa "EXCEL"

Fuente: Autor

En la tabla 6 se muestran los datos introducidos en el programa "EXCEL" de acuerdo al ancho de la plancha de plywood, que se escogió para la construcción de la matriz:

Tabla 6 Valores obtenidos para realizar la gráfica de la parábola en "EXCEL"

x	y
0	50
0,7936	49,2
1,5744	48,4
2,3424	47,6
3,0976	46,8
3,84	46
4,5696	45,2
5,2864	44,4
5,9904	43,6
6,6816	42,8
7,36	42
8,0256	41,2
8,6784	40,4
9,3184	39,6
9,9456	38,8
10,56	38
11,1616	37,2
11,7504	36,4
12,3264	35,6
12,8896	34,8
13,44	34
13,9776	33,2
14,5024	32,4
15,0144	31,6
15,5136	30,8
16	30
16,4736	29,2
16,9344	28,4
17,3824	27,6
17,8176	26,8
18,24	26
18,6496	25,2
19,0464	24,4
19,4304	23,6
19,8016	22,8
20,16	22
20,5056	21,2
20,8384	20,4

21,1584	19,6
21,4656	18,8
21,76	18
22,0416	17,2
22,3104	16,4
22,5664	15,6
22,8096	14,8
23,04	14
23,2576	13,2
23,4624	12,4
23,6544	11,6
23,8336	10,8
24	10
24,1536	9,2
24,2944	8,4
24,4224	7,6
24,5376	6,8
24,64	6
24,7296	5,2
24,8064	4,4
24,8704	3,6
24,9216	2,8
24,96	2
24,9856	1,2
24,9984	0,4

Fuente: Autor

5.2.2.- Construcción:

La construcción de la matriz se hizo mediante retazos de plywood cortados circularmente de acuerdo con los datos obtenidos de la ecuación de la parábola, que posteriormente se los fue uniendo hasta dar la forma de la parábola deseada, como se muestra en la gráfica 16:



Gráfica 16 Imagen de la matriz armada con plywood

Fuente: Autor

Luego de ello se procedió a recubrirlo con masilla automotriz, para que la forma del paraboloides sea lo más exacta posible, la misma que se muestra en la gráfica 17:



Gráfica 17 Recubrimiento de la matriz con masilla automotriz

Fuente: Autor

Una vez recubierto con masilla automotriz esperamos a que la masilla se seque, para poder pulirla con lija hasta que nos de la forma deseada, como se muestra en la gráfica 18:



Gráfica 18 Imagen de la matriz una vez pulida la masilla con lijadora

Fuente: Autor

Ya para la construcción del paraboloide, se procedió con los siguientes pasos que se detallan a continuación:

1; Colocar la matriz adecuadamente y aplicar el desmoldante, de esta manera será más fácil quitar el paraboloide hecho con fibra de vidrio de la matriz (gráfica 19):



Gráfica 19 Imagen de la matriz lista para aplicar la fibra de vidrio

Fuente: Autor

2; Se coloca la mezcla de resina para la capa superficial del paraboloide y se coloca la fibra de vidrio como se muestra en la gráfica 20:



Gráfica 20 Manera de cómo se aplicó la fibra de vidrio

Fuente Autor

3; Se realiza el mismo proceso hasta cubrir toda la superficie y luego se espera hasta que se seque la fibra (gráfica 21):



Gráfica 21 Imagen de la parábola recubierta de fibra de vidrio

Fuente: Autor

4; Finalmente retiramos la matriz del paraboloide (gráfica 22):



Gráfica 22 Imagen del paraboloide una vez retirada de la matriz

Fuente: Autor

5; Procedemos a lijar la parte de la superficie, la misma que será pintada para luego de ello se proceda a dar el acabado superficial que será el “CROMADO” (gráfica 23):



Gráfica 23 Imagen del paraboloide pintado, lista para aplicar el cromado

Fuente: Autor

6; En la gráfica 24 se muestra una imagen de la cocina ya con el cromado como acabado superficial, y con la armadura lista para las pruebas de eficiencia que se requieren:



Gráfica 24 Imagen de la cocina solar una vez aplicado el cromado

Fuente: Autor

5.3 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉRMICA DEL ESPEJO PARABÓLICO DE UN SOLO CUERPO, CON REFERENCIA A LOS DATOS OBTENIDOS DE LAS COCINAS SOLARES YA IMPLEMENTADAS EN LA UNL.

5.3.1 Cocina solar construida en un solo cuerpo



Gráfica 25 Momento en que se realizó el monitoreo

Fuente: Autor

Características generales de la cocina solar construida en un solo cuerpo:

Diámetro del espejo parabólico $\varnothing = 1\text{m}$

Altura de la parábola $H = 0.25\text{m}$

Área de la superficie de captación $S = 0.78\text{ m}^2$

Estructura material: perfil L 1/2" x 3 mm; tubo cuadrado 3/4"x 2mm; platina de 3/4" x 3mm x 60 mm; tuerca 5/16"; perno de 5/16" x 2"; tubo de 2".

Este tipo de cocinas solares por lo general son más eficientes en lo que se refiere a la cocción de alimentos con respecto a otro tipo de cocinas solares conocidas, por lo general son útiles en hogares pequeños.

En lo que tiene que ver al factor económico, son generalmente más costosos que otro tipo de cocinas solares, debido a que se utilizan materiales más caros y se necesita una mano de

obra idónea para que el paraboloide sea lo más exactamente posible, como la que se calculó anteriormente. Una estimación del precio sería de entre \$350- \$4 50.

Como ventaja tenemos que es de una larga vida útil, ya que se utilizan generalmente materiales como el aluminio, acero y acero inoxidable, y en nuestra cocina hemos utilizado un acabado superficial de cromado el cual es muy resistente.

Los cálculos que a continuación se detallan, se muestran en la tabla 6, del monitoreo de la cocina solar de un solo cuerpo, se ha realizado con las fórmulas que de manera siguiente se detallan:

5.3.2 CÁLCULO DE LA DIFERENCIA DE TEMPERATURA.

La diferencia de temperatura se obtiene tomando la temperatura final y restando la temperatura inicial.

$$\Delta T = T_f - T_i \quad (\text{Ec.2})$$

Dónde:

ΔT = Diferencia de Temperatura (°C).

T_f = Temperatura Final del agua (°C).

T_i = Temperatura Inicial del agua (°C)

5.3.3. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE COCCIÓN.

La potencia de cocción es el cambio en la temperatura del agua por cada 10 minutos, debe ser multiplicado por la masa y el calor específico del agua contenida en la olla de la cocina parabólica. Este producto se divide para los 600 segundos (10 minutos):

$$P_i = (T_2 - T_1) \times C_p \times M / 600 \quad (\text{Ec.3}) \quad \text{Fuente: Norma ASAE S580}$$

Dónde:

P_i =Potencia de cocción (W).

T_2 =Temperatura final del agua ($^{\circ}\text{C}$).

T_1 = Temperatura inicial del agua ($^{\circ}\text{C}$).

M = Masa del agua (kg).

C_p = Calor específico del agua (4186 J/Kg $^{\circ}\text{C}$)

5.3.4 ESTANDARIZACIÓN DE LA POTENCIA DE COCCIÓN.

La estandarización de la potencia de cocción en cada intervalo debe ser corregida para una radiación estándar de 700 W/m², multiplicándola por 700 y dividiéndola para la radiación media durante el intervalo correspondiente.

$$P_s = P_i \times 700 / G \quad (\text{Ec.4})$$

Fuente: Norma ASAE S580

Dónde:

P_s = Potencia de cocción estandarizada (W).

P_i = Potencia de cocción para un intervalo (W).

G = Radiación media en el intervalo (W/m²).

5.3.5 MONITOREO DE LA COCINA SOLAR PARABÓLICA CONSTRUIDA EN UN SOLO CUERPO.

Ejemplo de monitoreo y cálculos realizados para un día:

Tabla 7 Datos del monitoreo realizado en un día y cálculos realizados con los mismos.

N°	Ti(°C)	$\Delta T(^{\circ}C)$	Pi(W)	Ps(W)	G(W/m ²)	Ta(°C)	v(m/s)
1	34	8,2	57,2	41,4	967	24,5	0,8
2	39	5	34,9	25,1	974	25,6	0,4
3	47,1	8,1	56,5	40,6	974,4	25,7	1,5
4	55	7,9	55,1	40,3	957,8	25,8	1,8
5	62,7	7,7	53,7	39,1	962	25,8	1,9
6	71,8	9,1	63,5	45,9	969	26	0,9
7	75,9	4,1	28,6	20,6	973	26,1	0,8
8	82,2	6,3	44,0	31,7	969,5	26,2	0,6
9	87,2	5	34,9	25,2	969,7	26,2	2
10	89,7	2,5	17,4	12,5	979,5	26,4	1,8
11	93,4	3,7	25,8	18,7	968	26,6	1,4

Fuente: Autor.

Dónde:

N°= Numero de muestras tomadas en un día (en este caso 11), en un intervalo de 10 minutos (Norma ASAE S580)

Ti= Es el incremento de temperatura del agua en cada uno de los intervalos

ΔT = Es la diferencia de la última medida de temperatura con respecto a la anterior en cada intervalo

Pi= Potencia de cocción (véase pág. 60)

Ps= Potencia de cocción estandarizada (véase pág. 60)

G= Radiación medida en el sector en cada intervalo de tiempo.

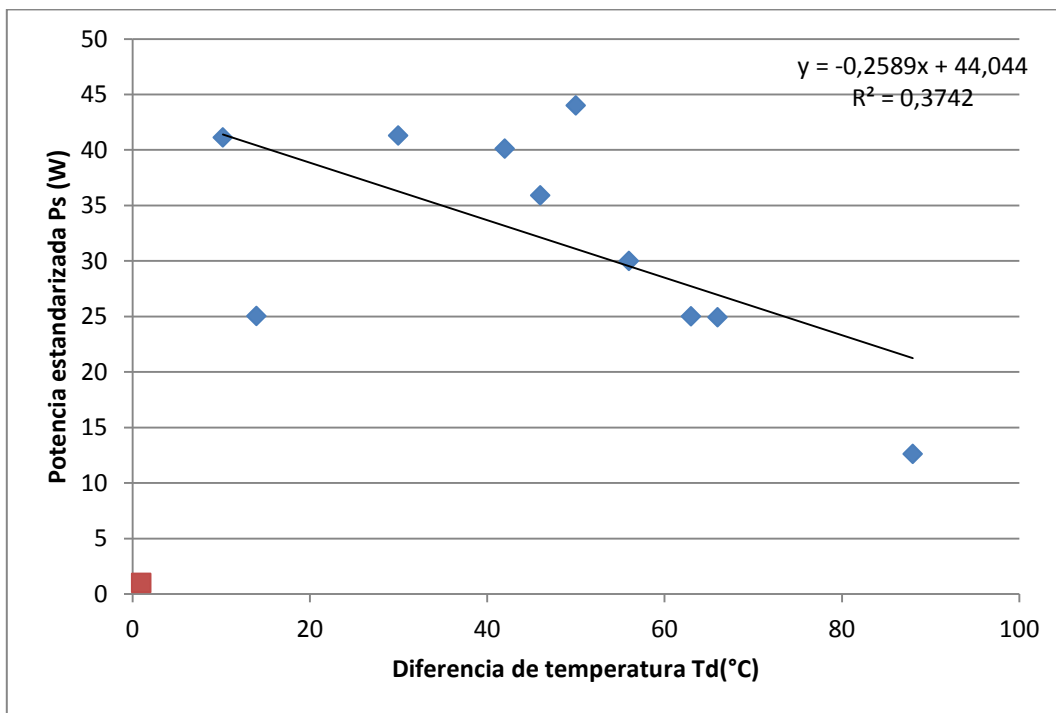
Ta= Temperatura ambiente.

v= Velocidad del viento

5.3.6 GRÁFICA DE REGRESIÓN.

Se debe graficar la diferencia de temperaturas T_d en X y la potencia estandarizada P_s en Y. Luego mediante una regresión lineal debemos encontrar la ecuación de la gráfica que es de la forma $P_s = a + bT_d$ (la ecuación la obtenemos mediante el programa "EXCEL" de Microsoft. Sirve para obtener la ecuación de la gráfica, y de esta manera calcular la potencia de la cocina.)

Gráfica de regresión



Gráfica 26 Imagen de la gráfica de regresión obtenida en "EXCEL"

Fuente: Autor

5.3.7 CÁLCULO DE LA POTENCIA Y EFICIENCIA DE LA COCINA SOLAR PARABÓLICA CONSTRUIDA EN UN SOLO CUERPO.

Para el cálculo de la potencia utilizamos la ecuación obtenida en el programa “EXCEL, la misma que fue: $y=-0,2493x+43,149$; luego para reemplazar el valor de x , tomamos un valor estandarizado de $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, esto es basándonos en la norma ASAE S580 y obtenemos nuestro valor de la potencia.

$$P=-0,2493x+43,149=-0,2493(50)+43,149=31,15W \quad (\text{Ec.5})$$

Fuente: Norma ASAE S580

Con el valor de potencia de la cocina solar parabólica, podemos obtener el valor de la eficiencia:

$$\eta_1 = \frac{P}{GxA} = \frac{31,15W}{700W/m^2 \times 0,78m^2} = 0,057 \times 100 = 5,7\% \quad (\text{Ec.6})$$

Fuente: Norma ASAE S580

Dónde:

$G= 700\text{ W/m}^2$ Radiación media estándar. (Norma ASAE S580)

$A=$ Área de superficie de captación.

6.- DISCUSIÓN

En lo referente a la construcción de la cocina solar de un solo cuerpo, se lo hizo con fibra de vidrio, la misma que puede tomar la forma que uno elija, (en este caso el paraboloide construida anteriormente). Cabe resaltar que también se necesitó de un asesoramiento en cuanto a la preparación y a la aplicación de la fibra de vidrio, por lo cual sería muy importante conocer la preparación y la aplicación de la misma, para posteriores trabajos que se quieran realizar a partir de la presente tesis. Una vez realizado esto, se procede a realizar el acabado superficial, eligiéndose el proceso de CROMADO, por su factibilidad y su capacidad reflectora.

El monitoreo de la cocina solar parabólica de un solo cuerpo, fue realizado en la parroquia de Playas de Catacocha, y se lo realizó en las horas de mayor radiación del día (10H00 a 15H00). Cabe recalcar que este monitoreo se lo realizó en tres días de acuerdo a lo requerido por la norma ASAE S580, y se presenta el resultado de un día, de acuerdo al criterio tomado se escoge el día de mejor radiación.

Uno de los inconvenientes de la cocina solar parabólica es que se debe estar dirigiendo la parábola al sol cada cierto tiempo, conforme al transcurso del día, esto llevó a estar revisando cada 20 minutos la dirección de la parábola con respecto del sol, para que de esta manera el foco esté concentrado en el centro de la olla, así se logrará tener un mejor monitoreo y aprovechamiento de la energía solar.

Otro de los inconvenientes es de encontrar el foco y que el mismo este concentrado en el centro de la olla, ya sabemos que en el diseño se encuentra en el centro del paraboloide, pero esto en la práctica puede tener una cierta variación, ya sea por la construcción o por el mismo diseño, además cada vez que variamos la posición de la cocina también existe una variación de la posición de foco, para ello se utilizó una manera práctica de verificar que el foco este en el centro de la olla, que fue acercando una vara de madera seca en el centro del paraboloide, y esta vara se incineraba como constancia de que estaba el foco donde lo requeríamos.

En cuanto a la eficiencia de la cocina solar parabólica de un solo cuerpo, con respecto a las cocinas que ya habían sido construidas en nuestra universidad, la cocina solar del presente trabajo de tesis presenta una mayor rapidez para hervir el agua en el momento del monitoreo, y por lo cual podemos deducir que se ha podido lograr una mayor eficiencia con respecto a las cocinas ya implementadas por nuestra universidad. Esta cocina, para hervir un litro de agua tardó un tiempo de una hora con diez minutos, el cual es un tiempo sensiblemente menor que las cocinas de otros trabajos, que lo hicieron en tres horas, para constancia de lo antes mencionado, a continuación se muestra la tabla de monitoreo de nuestra cocina en comparación al de otro trabajo de tesis: (Matínez)

MONITOREO DE LA COCINA SOLAR DE UN SOLO CUERPO

Tabla 8 Datos de monitoreo para un día

N°	Ti(°C)	ΔT(°C)	Pi(W)	Ps(W)	G(W/m ²)	Ta(°C)	v(m/s)
1	34	8,2	57,2	41,4	967	24,5	0,8
2	39	5	34,9	25,1	974	25,6	0,4
3	47,1	8,1	56,5	40,6	974,4	25,7	1,5
4	55	7,9	55,1	40,3	957,8	25,8	1,8
5	62,7	7,7	53,7	39,1	962	25,8	1,9
6	71,8	9,1	63,5	45,9	969	26	0,9
7	75,9	4,1	28,6	20,6	973	26,1	0,8
8	82,2	6,3	44,0	31,7	969,5	26,2	0,6
9	87,2	5	34,9	25,2	969,7	26,2	2
10	89,7	2,5	17,4	12,5	979,5	26,4	1,8
11	93,4	3,7	25,8	18,7	968	26,6	1,4

Fuente: Autor.

A partir de la gráfica de regresión que se obtuvo anteriormente en los resultados, los valores de potencia y eficiencia, los cuales se muestran a continuación para ser comparados con los valores de otra cocina solar implementada por la UNL:

$$P = -0,2493x + 43,149 = -0,2493(50) + 43,149 = 31,15W$$

$$\eta_1 = \frac{P}{GxA} = \frac{31,15W}{700W/m^2 \times 0,78m^2} = 0,057 \times 100 = 5,7\%$$

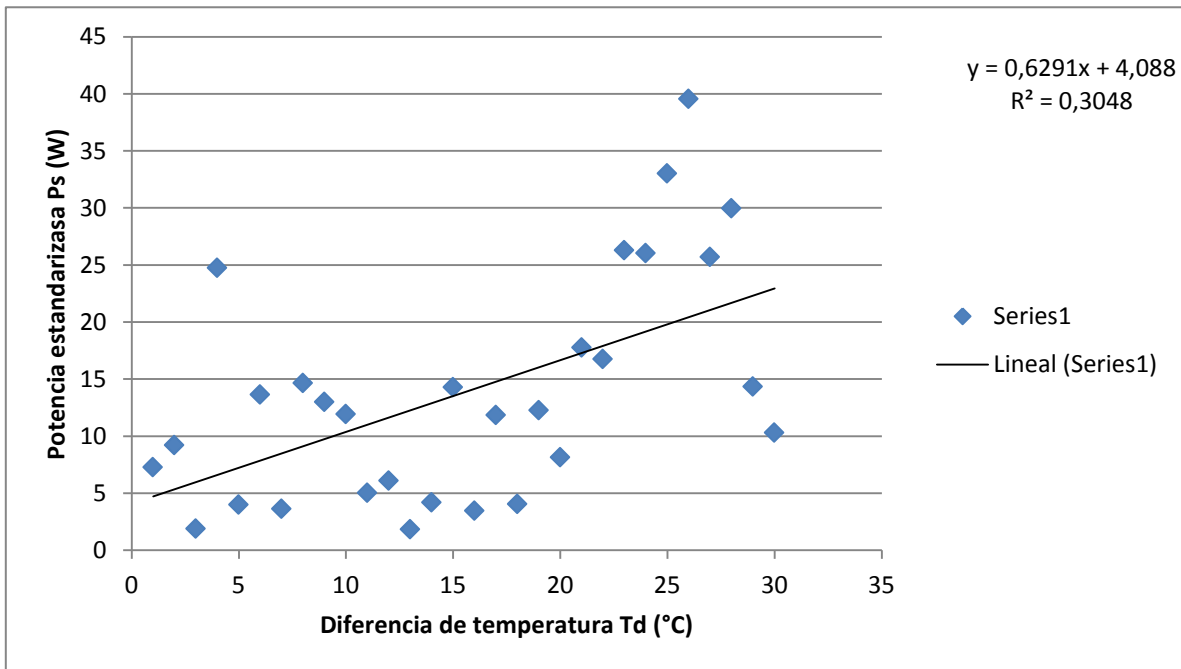
MONITOREO DE LA COCINA SOLAR PARABÓLICA
IMPLEMETADA EN LA UNL (TESIS: BOLÍVAR MARTÍNEZ).

N°	Ti(°C)	ΔT(°C)	Pi(W)	Ps(W)	Td(°C)	G (W/m ²)	Ta(°C)
1	49,2	1,1	7,67	7,28	19,2	738	30
2	50,6	1,4	9,77	9,21	20,6	742	30
3	50,9	0,3	2,09	1,90	20,9	773	30
4	54,8	3,9	27,21	24,77	24,8	769	30
5	56,4	0,6	4,19	4,01	28,4	730	30
6	57,6	2,2	15,35	13,65	27,6	787	30
7	58,2	0,6	4,19	3,63	28,2	807	30
8	60,3	2,1	14,65	14,65	30,3	700	30
9	61,8	2,1	14,65	13,01	31,8	788	30
10	62,3	2,1	14,65	11,93	32,3	860	30
11	50,2	0,9	6,28	5,04	20,2	872	30
12	51,3	1,1	7,67	6,10	21,3	881	30
13	51,6	0,3	2,09	1,85	21,6	793	30
14	52,3	0,7	4,88	4,20	22,3	813	30
15	54,8	2,5	17,44	14,31	24,8	853	30
16	55,4	0,6	4,19	3,48	25,4	842	30
17	57,6	2,2	15,35	11,87	27,6	905	30
18	58,2	0,6	4,19	4,07	28,2	720	30
19	60,3	2,1	14,65	12,27	30,3	836	30
20	61,8	1,5	10,47	8,16	32,8	898	29
21	50,7	2,9	20,23	17,77	21,7	797	29
22	53,9	3,2	22,33	16,77	24,9	932	29
23	58,6	4,7	32,79	26,29	29,6	873	29
24	64,2	5,6	39,07	26,05	35,2	1050	29
25	70,4	6,2	43,26	33,02	41,4	917	29
26	77,9	7,5	52,33	39,55	48,9	926	29
27	82,8	4,9	34,19	25,70	53,8	931	29
28	87,8	5	34,88	29,96	58,8	815	29
29	90,3	2,5	17,44	14,36	61,3	850	29
30	92,4	2,1	14,65	10,32	64,4	994	28

Tabla 9 Datos del monitoreo de una cocina solar de otro trabajo de tesis

Fuente: Bolívar Martínez (Tesis: evaluación térmica de cocinas solares tipo parabólica y transferencia de tecnología en el cantón zapotillo, parroquia Bolaspamba, barrio Chaquino.)

GRÁFICA DE REGRESIÓN



Gráfica 27 Imagen de la gráfica de regresión de otro trabajo de tesis

Fuente: Bolívar Martínez.

$$P = -0,629x + 4,088 = -0,629(50) + 4,088 = 38,5W$$

$$\eta_1 = \frac{P}{G \times A} = \frac{38,5W}{700W \times 1,49m^2} = 0,0369 \times 100 = 3,7\%$$

Algo que también se puede resaltar del presente trabajo de tesis, es que el cromado utilizado en el paraboloide se lo hizo sobre fibra de vidrio, aplicando una nueva tecnología de cromado, ya que el mismo solo podía ser aplicado sobre superficies metálicas, y con ésta nueva tecnología se la puede aplicar en diferentes tipos de superficies no metálicas como: fibra de vidrio, plástico, madera y caucho. Para poder realizar el cromado sobre las superficies no metálicas se aplica un químico que actúa en la superficie del no metal como el ión negativo que es necesario para que el cromado pueda aplicarse en dicha superficie.

7.-CONCLUSIONES

- Luego de la revisión bibliográfica y el análisis de la información de la cocina solar parabólica, se determinó que la eficiencia de las cocinas solares implementadas en la UNL, oscila entre un 0.28 a 0.37%, con respecto a las cocinas solares de otras universidades, el valor de la eficiencia se encuentra entre 0.38 a 0.64%. Cabe mencionar que todas estas fueron analizadas con la norma ASAE S580, que es un método sencillo pero con un valor significativo en la práctica.
- Se logró diseñar y construir una cocina solar parabólica, con el espejo concentrador conformado por un solo cuerpo y con un acabado superficial de alta calidad (cromado), a partir de este nuevo modelo de cocina solar, que permite lograr una concentración de energía más eficiente que otros prototipos.
- Según los datos obtenidos de la cocina solar parabólica construida en un solo cuerpo, podemos decir que ésta tiene una mayor eficiencia, la misma que fue del 5.7%, con respecto a otras cocinas que se han implementado en la UNL, las cuales tienen una eficiencia del 3.7%.
- Tomando en cuenta el factor económico, durabilidad y de acuerdo a los datos antes mencionados, se concluye que la cocina solar de un solo cuerpo tiene una mejor eficiencia, y con respecto al factor económico, el valor estimado es de \$450, y el de las cocinas de otras tesis es de \$350, por lo cual el factor económico no es un obstáculo para posteriores investigaciones que se puedan realizar a partir de la presente tesis.
- En cuanto al valor de R^2 de correlación de la función lineal de la gráfica de regresión obtenida, fue bajo alrededor de "0.37", con respecto al valor requerido que es de "0,5", esto se debe a que los valores de la velocidad del viento fueron en instantes de la medición superiores a 1 m/s , la misma que es una especificación de la norma ASAE S580, por lo cual se recomendaría realizar un estudio enfocado en como contrarrestar el efecto de la velocidad del viento.

- Se pudo conocer una nueva tecnología de acabado superficial, como fue el cromado en superficies no metálicas, ya que anteriormente solo se podía cromar en superficies metálicas. El metal actúa como ión negativo para poder realizar el cromado, y con esta nueva tecnología se aplica un químico que actúa como este ión, de esta manera logramos el cromado en la fibra de vidrio, material del que ésta hecho el paraboloide.

8.- RECOMENDACIONES

- Para realizar el monitoreo de la cocina, se debe verificar que la superficie reflectora no tenga ningún tipo de suciedad u objetos que puedan alterar el correcto funcionamiento de la misma.
- Se debe utilizar gafas, para evitar deslumbramientos que pueda ocasionar la cocina parabólica; así también guantes para la manipulación de la olla, de esta manera evitaremos algún tipo de quemadura.
- Al momento que la cocina solar parabólica se la esté utilizando se debe tener cuidado que no se acerquen personas o animales, ya que podrían cambiar la dirección del foco. Además se debe tener cuidado que no tengan contacto con ningún utensilio que se esté utilizando en el momento de la cocción, ya que el mal manejo de estos puede causar quemaduras.
- Para posteriores trabajos enfocados en la presente tesis se recomienda realizar un previo análisis, de la potencia, eficiencia y cantidad de agua que se requiera calentar, de esta manera se tiene una cocina solar con un estándar determinando antes de construirla.

9.- BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso C, A., & Rodríguez V, L. (1985). *Alternativas Energéticas*. México: FCE-CONACYT.
- Almanza, R., & Muños, F. (2003). *Ingeniería de la energía solar*. Mexico: Cromocolor S.A. De C.V. 2003.
- ALVARADO, J., & ROMERO, E. (2009). *Energías Renovables*. Bogotá: CEAC.
- Argüelles, K., Parrondo, J., & Fernandez, J. (2005). *Prácticas de Mecánica de Fluidos*. Oviedo: Departamento de Energía, Universidad de Oviedo.
- Bravo, C., & Sacari, E. (2 al 6 de Noviembre de 2009). Evaluación de un Concentrador Cilíndrico Parabólico (CCP). *XVI Simposio Peruano De Energía Solar; Universidad Nacional Jorge Basadre Grohamann*. Tanca, Perú: APES Asociación Peruana de Energía Solar; Centro de energías renovables de Tanca (CERT).
- Camarero, C. M. (2008). <http://www.ccoo.es/publicaciones/DocSindicales/renovables.html>. *El Nuevo Reto de las Energías Alternativas*.
- CARRIÓN, C. (2008). *Máquinas eléctricas*. México: Mc Graw-Hill.
- César, C. L., & Rodrigo, Q. Q. (2010). *Diseño y construcción de un hidroseguir para el control del seguimiento de una cocina solar parabolica*. Loja, Loja, Ecuador.
- CIE. (Corporación para la investigación energética). (2008). Atlas solar del Ecuador con fines de generación eléctrica. Quito.
- Cristian Picoita, F. P. (2010). *EXPERIMENTACION Y VALORACION MATEMATICA DE COCINAS SOLARES TIPO CAJA*. Loja - Ecuador, Loja, Loja.
- Díez, P. F. (2005). *Procesos Termosolares en baja, media y alta Temperatura*. Cantabria: Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética, Universidad de Cantabria.
- Energía, S. d. (2008). ENERGIAS RENOVABLES_ENERGÍA SOLAR.
- Fernandez Diez, P. (2003). *Mecanica de Fluidos*. Cantabria: Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética; Universidad de Cantabria.
- Fundacion tierra los pequeños cambios son poderosos. (30 de Marzo de 2010). *CONSEJOS DE USO PARA LA COCINA SOLAR PARABOLICA*. Recuperado el 11 de Julio de 2010, de <http://www.terra.org/consejos-de-usp-para-la-cocina-solar-parabolica-2376.html>///
- Gonzaga, M., Orozco, L., & Orellana, E. (2005). *"Informe de la construcción y monitoreo de una cocina solar"*. Loja: Trabajo de investigación formativa, Ingeniería Electromecánica, Universidad Nacional de Loja.

- Lalangui, E., & Gonzáles, C. (2005). *"Construcción de un prototipo de cocina solar parabólica utilizando materiales de construcción accesibles en cualquier lugar"*. Loja: Trabajo de investigación formativa. Ingeniería en Electromecánica. Universidad Nacional de Loja.
- M. A. (1993). *INGENIERIA DE LA ENERGÍA SOLAR. Primera edición*. Mexico.
- Matínez, B. (s.f.). *Evaluación térmica de cocinas solares tipo parabólica y transferencia de tecnología en el cantón Zapotillo, parroquia Bolaspamba, barrio Chaquino*.
- Megia, M. M. (Junio de 2010). *CARACTERIZACION DE UNA COCINA SOLAR PARABOLICA*. Recuperado el 6 de Julio de 2010, de <http://Miguel-Manchado-Megia.pdf>
- Menayo, A. P. (Mayo de 2010). *CARACTERIZACION DE LA COCINA SOLAR PRIMROSE*. Recuperado el 5 de Julio de 2010, de <http://caracterizacion-de-la-cocina-solar-primrose/e-archivo.uc3m.es/handle/10016/9477>
- Mendoza, A. B. (2010). *COCINA SOLAR*.
- Muñoz, A. (1993). *INGENIERIA DE LA ENERGÍA SOLAR. Primera edición*. Mexico.
- O'Keto D, M. P. (2007). *Pre_diseño de una Estación Fotovoltáica accionada con hidroseguidor en Régimen Autónomo*. Moa Cuba: Instituto Superior Minero-Metalúrgico.
- Peña Pinto, L. (2011). *EL SOL: FUENTE DE ENERGÍA*. en <http://www.monografias.com/trabajos70/sol-fuente-energia/sol-fuente-energia.html>.
- Picoita, C. (2010). *EXPERIMENTACIÓN Y VALORACIÓN MATEMÁTICA DE COCINAS SOLARES TIPO CAJA*. Loja, Loja, Ecuador.
- Poveda, S. (2008). *ACABADOS SUPERFICIALES*. MEXICO.
- RAMÍREZ, P. (2012). *Transferencia de Calor*. Loja: UNL.
- Ré, A. (2003). *Cocinar con el sol*. Espinar Yauri: Centro de formación campesina CFC.
- Reina, E., Díaz, C., & Payares., C. (2011). *PRINCIPIOS DE TERMODINÁMICA*. UNIVERSIDAD TECNICA DE PANAMA.
- Salcedo, E. S. (2006). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA COCINA SOLAR EXPERIMENTAL*. Tesis Ingeniería Mecánica, Quito.
- Sarmiento, J. (1980). *Energía Solar, aplicaciones e ingeniería*. Valparaiso: Ediciones Universitaria de Valparaiso.
- Sodre, B. (2010). *LA FUNCION CUADRÁTICA (PARABOLA)*. Brasil.
- Sodré, B. (2010). *LA FUNCION CUADRÁTICA (PARABOLA)*. Brasilia.

wikipedia.org. (2013). http://es.wikipedia.org/wiki/Cocina_solar.

www.tucbbs.com.ar/users/arias/Antenas.PDF. (2004).

10.- ANEXOS



Gráfica 28 Imagen de cómo se trazó la curva de la parábola para verificación de la matriz



Gráfica 29 Instalación de la cocina para el monitoreo



Gráfica 30 Muestra de un valor de la radiación directa en el sector del monitoreo



Gráfica 31 Método de cómo se encontró el foco



Gráfica 32 Imagen del momento en que el agua hierve realizando el monitoreo



Gráfica 33 Muestra de la velocidad del viento tomado por el anemómetro

NEW YORK ENGLISH LEARNING CENTER

THE NEW YORK ENGLISH LEARNING CENTER
AV. PIO JARAMILLO ALVARADO
LOJA
CIUDAD.

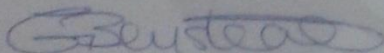
07/07/2015

CERTIFICADO

Yo certifico que se ha realizado una traducción del resumen de la tesis denominada " DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN TÉRMICA DE UNA COCINA SOLAR PARABÓLICA DE UN SOLO CUERPO" por Luis Rodrigo Condo Macas, portador de cedula número 1900539915.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado hace uso del presente en lo que el creyere conveniente.

Atentamente



Gloria Benstead
Gerente General
New York English Learning Center



Ref: BK64HC University of Cambridge

