



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

CARRERA INGENIERIA DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA LIMPIA MEDIANTE LA
APLICACIÓN DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL CAMPUS CEYPSA”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero en Medio Ambiente

Autor:

Tigasi Tigasi Carlos Javier

Tutor:

Ph.D. Córdova Yanchapanta Vicente de la Dolorosa

Latacunga - Ecuador

Agosto 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Carlos Javier Tigasi Tigasi, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA LIMPIA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL CAMPUS CEYPSA”**, siendo Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....

Carlos Javier Tigasi Tigasi

C.I. 050400453-2

CONTRATO DE CESIÓN NO ESCLUSIVA DE DERECHOS DEL AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte de **CARLOS JAVIER TIGASI TIGASI**, identificado con C.C. N° **050400453-2** de estado civil **SOLTERO** y con domicilio en la Ciudadela Veintimilla, Parroquia Pujilí, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA/EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería de Medio ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de Titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.- (Octubre 2011-Marzo 2012) hasta (Abril 2017-Agosto 2017)

Aprobación HCA.- (01 de Agosto del 2017)

Tutor.- Ph.D. Vicente Córdova

Tema: **“DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA LIMPIA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL CAMPUS CEYPSA”**

CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA.- Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA.- El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA.- El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.- Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA.- En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA.- Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 2 días del mes de julio del 2017.

.....

Tigasi Tigasi Carlos Javier

EL CEDENTE

.....

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA LIMPIA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL CAMPUS CEYPSA”, de Tigasi Tigasi Carlos Javier, de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la FACULTAD de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto del 2017.

Tutor:

.....

Ing. Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta Ph.D.
C.I.18016349522

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Carlos Javier Tigasi Tigasi; con el título de Proyecto de Investigación: **“DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA LIMPIA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL CAMPUS CEYPSA”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Agosto del 2017

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

MSc. Fredy Mena

C.I. 171168813-3

Lector 2

Dr. Mg. Polivio Moreno

C.I. 050104764-1

Lector 3

Ing. Mg. José Andrade

C.I. 050252448-1

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a mis padres, por haberme apoyado siempre, proporcionándome todo lo que ha estado en sus manos. Por sus apoyo en los momentos difíciles y por todos los valores que me inculcaron a lo largo de mi vida.

A mis hermanos, porque con ellos he vivido momentos de alegrías y enfados, y por darme el apoyo moral y económico.

A mis amigos de la universidad, porque sin ellos y todas las experiencias vividas hubiera sido diferente. Porque esto no termina aquí, sino que acaba de comenzar.

A mi esposa por brindarme siempre su apoyo en los momentos buenos y malos.

A mi tutor de este proyecto, PhD Vicente Córdova, por permitirme realizar este proyecto. Por su apoyo impartiendo conocimientos y su disposición ante las dudas que me han presentado a lo largo de su realización.

Finalmente, al Tribunal de Lectores: MSc. Fredy Mena, Dr. Mg. Polivio Moreno, Ing. Mg. José Andrade, por brindarme su apoyo en la revisión y corrección de los errores presentados en la ejecución del proyecto.

DEDICATORIA

A *Dios*, porque gracias a Él he podido sobrellevar cada etapa de mi vida para alcanzar esta tan añorada meta, con la que prestaré un servicio a otros.

A mi padre *Manuel Tigasi Coro* y a mi madre *María Cecilia Tigasi Tigse*, quienes, me han cuidado siempre y proporcionado todo para alcanzar esta meta. No sólo en el aspecto material o manutención, sino dándome la mejor educación y cariño que pudiera pedir.

A mis maestros, quienes me han guiado e instruido durante toda la carrera, impartiendo conocimientos y corrigiendo los errores presentados durante la ejecución del proyecto.

Carlos Javier Tigasi Tigasi.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “Diseño de un sistema para la obtención de agua limpia mediante la aplicación de energías alternativas en el campus CEYPSA”

Autor: Carlos Javier Tigasi Tigasi.

RESUMEN

El consumo generalizado de agua embotellada por parte de la comunidad universitaria en el campus CEYPSA ha ocasionado problemas tales como el alto costo del agua, aumento del riesgo a la salud por los químicos existentes en los plásticos (Disfenil A-B) y sobre todo el incremento de la generación de desechos sólidos. Se planteó diseñar un prototipo de un concentrador solar parabólico. El mismo consta de sistemas de evaporación para elevar la temperatura del agua y el sistema de condensación para el enfriamiento del vapor de agua. El objetivo planteado fue el diseño de un sistema sostenible y de bajo impacto ambiental en el campus CEYPSA, para obtener agua limpia, segura y ambientalmente amigable mediante la aplicación de energías alternativas como la energía solar y la eólica. Se analizaron los datos de la Estación Meteorológica del campus (CEYPSA), con el fin de conocer las variaciones climáticas de heliofanía y la velocidad del viento. Este sistema se diseñó para un proceso de adecuación del agua, elevando de temperatura del agua superior a 100°C con la finalidad de eliminar los microorganismos patógenos. El potencial energético solar que se concentra en el prototipo que es de 4766,23Kcal y el potencial eólico que es de 1,79 m/s. Bajo estas condiciones físicas se generarán 56 litros diarios de agua limpia y segura para el bienestar de la comunidad universitaria. Para verificar la calidad del agua se realizó un pre-análisis previo del sector en los cuales los aerobios mesófilos y colibacilos totales no cumplen con los rangos permisibles en comparación con la Norma INEN 1108. Finalmente se realizó un análisis posterior en los cuales los parámetros anteriormente mencionados mediante el incremento de la temperatura superior a 100°C se mueren porque sus límites máximos de supervivencia es de 30 – 40°C, por lo tanto se encuentran dentro de los rangos permisibles y se considera apta para el consumo humano.

Palabras clave: energías alternativas, prototipo, variaciones climáticas y la calidad de agua.

UNIVERSITY TECHNICAL OF COTOPAXI

AGRICULTURAL AND NATURAL RESOURCES FACULTY

TITLE: “Design of a system for obtaining clean water by applying alternative energies on the CEYPSA campus”

Author: Carlos Javier Tigasi Tigasi.

ABSTRACT

The general consumption of bottled water by the university community on the CEYPSA campus has caused problems such as the high cost of water, increased risk to health by existing chemicals in plastics (disphenyl A-B) and above all the increase in solid waste generation. It was proposed to design a prototype of a parabolic solar concentrator. It consists of evaporation systems to raise the water temperature and condensation system for the cooling of the water vapour. The aim was to design a sustainable and low environmental impact system on the CEYPSA campus, to obtain clean, safe and environmentally friendly water through the application of alternative energies such as solar and wind energy. We analyzed the data of the meteorological station of the campus (CEYPSA), in order to know the climatic variations of heliophany and the speed of the wind. This system was designed for a water adequacy process, raising water temperature above 100 ° C in order to eliminate pathogenic microorganisms. The solar energy potential that concentrates on the prototype that is of 4766, 23Kcal and the wind potential that is of 1.79 m/s. Under these physical conditions will be generated 56 liters daily of clean and safe water for the wellbeing of the university community. To verify the quality of the water, a previous pre-analysis of the sector was carried out in which the mesophiles and Colibacilos total aerobics do not meet the permissible ranges compared with the standard Inen 1108. Finally, a later analysis was carried out in which the parameters mentioned above by the increase of the temperature above 100 °C are died because their maximum limits of survival is 30 – 40 °c, therefore they are within the permissible ranges and are considered suitable for human consumption.

Key words: Alternative energies, prototype, climatic variations and water quality.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
CONTRATO DE CESIÓN NO ESCLUSIVA DE DERECHOS DEL AUTOR.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
3.1 Beneficiarios Directos	3
3.2 Beneficiarios Indirectos.....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
5. OBJETIVOS.....	6
5.1 General.....	6
5.2 Específicos.....	6
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
7.1 Sostenibilidad y bajo impacto ambiental de la provisión de agua para el consumo humano .	8
7.2 Procesos de evaporación y enfriamiento para la provisión de agua segura.....	8
7.3 El sol y la radiación solar	9
7.3.1 La constante solar	9
7.3.2 Componentes de la radiación solar	9
7.4 El recurso eólico	10
7.4.1 Aprovechamiento del viento.....	11
7.4.2 Velocidad del viento	11

7.4.3 La velocidad del viento puede variar de muy diversas maneras:.....	12
7.4.4 Medida de la velocidad	13
7.5 Concentradores Solares Parabólicos.....	13
7.5.1 Ventajas:	15
7.5.2 Desventajas:	16
7.5.3 Componentes:	16
7.6 Requerimientos de instalación de un concentrador solar	17
7.6.1 Monitoreo.....	17
7.7 Sistema de lentes fresnel.....	17
7.8 Aerogeneradores de eje vertical tipo savonius	18
7.8.1 Beneficios de la aerogeneración	19
7.9 Importancia del proceso térmico de desinfección	20
7.10 La eliminación de microorganismos con proceso térmico	20
7.11 Características físicas – químicas y microbiológicas del agua	21
7.11.1 Parámetros Físicos:	22
7.11.2. Parámetros Químicos:.....	23
7.11.3. Parámetros Biológicos:.....	23
8. HIPÓTESIS	24
8.1 Hipótesis Afirmativa (H1)	24
8.2 Hipótesis Nula (H0).....	24
9. METODOLOGÍAS	24
9.1 Sitio de estudio	24
9.2 Delimitación del área de estudio	25
9.3 Material empleado en un Concentrador Solar Parabólico.....	26
9.4 La construcción del Aerogenerador de eje vertical tipo Savonius	27
9.4.1 Diseño de las Aspas:.....	28
9.5 Normativa para la calidad de Agua Potable según la Norma INEN 1108:2014.....	29
9.5.1 Objeto.....	30
9.5.2 Campo de Aplicación.....	30
9.5.3 Control en el Grifo del consumidor	30
9.5.4 Los parámetros a controlar en el grifo del consumidor, son:.....	30
9.5.5 Protocolo para la Toma de Muestras de Agua Potable según la Norma INEN 1108: ...	31
9.5.5.1 Muestreo de un grifo.....	31
9.6 MÉTODOS.....	34

9.6.1 Investigación descriptiva	34
9.6.2 Investigación Bibliográfica.....	34
9.6.3 Investigación de Campo.....	34
10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	35
10.1 Potencial energético solar del campus (CEYPSA).....	35
10.2 Potencial eólico del campus (CEYPSA)	37
10.3 Requerimientos de energía para evaporar el agua	38
10.4 Energía requerida para enfriar el agua.....	40
10.5 Dimensionamiento del Prototipo con sus componentes:	41
10.5.1 Dimensionamiento del Sistema Parabólico	41
10.5.3 Dimensionamiento del Soporte para la acoplación de los Lentes Fresnel.....	43
10.5.4 Dimensionamiento del Aerogenerador Vertical tipo Savonius	43
10.5.5 Dimensionamiento del Sistema de Enfriamiento.....	44
10.6 Construcción del Prototipo:	44
10.6.1 Construcción del Concentrador Solar Parabólico	44
10.6.2 Construcción del soporte para la acoplación de los Lentes Fresnel.....	45
10.6.3 Construcción del Aerogenerador Vertical tipo Savonius.....	45
10.6.4 Construcción del sistema de Enfriamiento	46
10.6.5 Instalar el Prototipo con sus componentes.....	46
10.7 Análisis de la calidad de agua.....	47
10.7.1 Análisis de la calidad de agua antes de ejecutar el proyecto	47
10.7.2 Análisis de la calidad de agua después de ejecutar el Proyecto.....	48
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	50
11.1. Técnicos.....	50
11.2. Sociales.....	50
11.3. Ambientales	50
11.4. Económicos	50
12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	51
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
13.1 Conclusiones:.....	52
13.2 Recomendaciones:	53
14. BIBLIOGRAFIA.....	54
15. ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios Directos.....	3
Tabla 2: Actividades de los Objetivos.....	7
Tabla 3: Tipos de Microorganismos.....	21
Tabla 4: Coordenadas UTM.....	24
Tabla 5: Coordenadas UTM del área de implementación del Prototipo.....	25
Tabla 6: Norma Técnica Ecuatoriana 1108:2014.....	29
Tabla 7: Parámetros Físico-químicos.....	30
Tabla 8: Parámetros Microbiológicos.....	31
Tabla 9: Resultado anterior de los parámetros físico-químicos.....	47
Tabla 10: Resultado anterior de los parámetros microbiológicos.....	48
Tabla 11: Resultado posterior de parámetros físico-químicos.....	48
Tabla 12: Resultado posterior de parámetros microbiológicos.....	49
Tabla 13: Costos del Proyecto.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Rosa de vientos - frecuencia de velocidades de viento.	12
Figura 2: Esquema de un CSP.....	15
Figura 3: Aerogeneradores de eje vertical tipo savonius.	18
Figura 4: Ubicación geográfica del campus CEYPSA.....	25
Figura 5: Delimitación geográfica del área de implementación del prototipo.....	26
Figura 6: Rotor y el eje.....	28
Figura 7: Las aspas.....	29
Figura 8: Limpieza del grifo.....	31
Figura 9: Esterilizar el frasco.	32
Figura 10: Llenado del frasco de la muestra.	32
Figura 11: Fijación de un espacio libre de aire.	32
Figura 12: Tapado del frasco de la muestra.	33
Figura 13: Transporte de la muestra al Laboratorio.	33
Figura 14: Etiquetado de la muestra.....	33
Figura 15: Promedio de Heliofanía.	35
Figura 16: Atlas Solar del Ecuador.	36
Figura 17: Potencial Energético Solar del campus CEYPSA.	36
Figura 18: Velocidad media anual del viento en el campus CEYPSA.....	37
Figura 19: Descripción del método del paralelogramo para dibujar una parábola.	41
Figura 20: Soporte de la lámina de acero inoxidable.	42
Figura 21: Soporte de aluminio para lentes fresnel.....	43
Figura 22: Aerogenerador de eje vertical tipo savonius.....	43
Figura 23: Sistema de enfriamiento.	44
Figura 24: Concentrador solar parabólico.	44
Figura 25: Soporte de aluminio de los lentes fresnel.	45
Figura 26: Aerogenerador de eje vertical tipo savonius.....	45
Figura 27: Sistema de enfriamiento.	46
Figura 28: Implementación del prototipo.....	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Aval de Centro Cultural de Idiomas.....	57
Anexo 2: Hojas de Vida.....	57
Anexo 3: Protocolo de la toma de muestra según la Norma NTE 1108:2014.....	63
Anexo 4: Procedimiento de la toma de muestras del agua potable del grifo.....	64
Anexo 5: Procedimiento de la toma de muestras del agua que sale del prototipo.....	65
Anexo 6: Formato de etiqueta para la muestra del agua.....	66
Anexo 7: Resultados de los análisis físico-químicas y biológicas del agua potable del grifo.....	67
Anexo 8: Resultados de los análisis físico-químicas y biológicas del agua que sale del Prototipo.....	68
Anexo 9: Dimensionamiento del prototipo y sus componentes.....	70
Anexo 10: Construcción del prototipo y sus componentes.....	71
Anexo 11: Registros Estadísticos de la Estación Meteorológica del Campus (CEYPSA).....	72
Anexo 12: Delimitación del área de implementación del prototipo.....	74
Anexo 13: Implementación del Prototipo con sus componentes.....	74

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Diseño de un sistema para la obtención de agua limpia mediante la aplicación de energías alternativas en el campus CEYPSA”

Fecha de inicio:

Abril 2017

Fecha de finalización:

Agosto 2017

Lugar de ejecución:

Campus “CEYPSA” - Salache – Latacunga - Cotopaxi

Facultad que auspicia:

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería de Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado:

Sostenibilidad socio-ambiental en el campus CEYPSA

Equipo de Trabajo:

Autor: Carlos Javier Tigasi Tigasi

Tutor: Ph.D, Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta

Tribunal de Lectores:

Lector 1: MSc. Fredy Mena

Lector 2: Dr. Mg. Polivio Moreno

Lector 3: Ing. Mg. José Andrade

Área de Conocimiento:

Servicios

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Aprovechamiento de Energías Alternativas

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El agua es un recurso necesario para la supervivencia de todos los seres vivos, desde el punto de vista social, el agua es un derecho humano inalienable, como lo describe la Constitución de la República del Ecuador en el “Art. 12. El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida” (Constitución, 2008).

Desde un enfoque ambiental hay una serie de factores que inciden en el aprovechamiento de este líquido vital por parte del ser humano. Dentro del sistema económico de capital, el uso del agua es movido por los intereses de consumo doméstico o consumo humano, el agrícola y el industrial. En muchas regiones del país y del mundo, la provisión de agua apta para consumo, se ha convertido en un problema de salud pública con un enfoque social.

La importancia de realizar el diseño de un Concentrador Solar Parabólico (CSP) con sus componentes que funciona a base de energías alternativas, es un sistema que concentra la energía del sol en una línea focal. En el cual se encuentra un receptor o tubo absorbente de color negro con el fin de concentrar la radiación solar directa de forma más rápida. De esta manera evitar pérdidas de calor al medio ambiente. Lo cual permite proveer de agua limpia apta para el consumo humano que beneficia la comunidad universitaria del campus.

La meta del proyecto fue diseñar sistemas sostenibles y de bajo impacto socio-ambiental para la provisión de bienes y servicios a la comunidad universitaria y de esta manera transformar este campo en un modelo de aprovechamiento de energías renovables y la sostenibilidad.

Por esta razón el trabajo investigativo contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, disminución de residuos sólidos y a promover el ejercicio de un derecho humano fundamental por parte de la población estudiantil. Además se orienta en concordancia con las políticas gubernamentales sobre equidad, desarrollo, energía, medio ambiente y tecnología que las regulan.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO:

3.1 Beneficiarios Directos

El presente proyecto investigativo tendrá como beneficiarios directos a los estudiantes, docentes y trabajadores de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus Salache (CAREN).

Tabla 1: Beneficiarios Directos.

Nº	DEPENDENCIA	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
01	Administrativo	2	1	3
02	Secretaría Académica	2	2	4
03	Información Ecoturismo	1	-	1
04	Laboratorio de Medicina Veterinaria	1	-	1
05	Laboratorio de Computación	2	-	2
06	Dispensario Médico	1	1	2
07	Biblioteca	1	1	2
08	Servicio de Limpieza	1	2	3
09	Trabajadores Agrícolas	6	1	7
10	Personal de Seguridad	6	-	6
11	Docentes	55	24	79
12	Estudiantes	980	1.103	2.083
	TOTAL	1.058	1.135	2.193

Fuente: Registros de la Institución. Periodo Académico 2016 - 2017.

3.2 Beneficiarios Indirectos

Todos los visitantes al campus (CEYPSA) y los habitantes de su alrededor.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

La Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona que aproximadamente 1.100 millones de personas, es decir, el 18 por ciento de la población mundial, no tienen acceso a fuentes seguras de agua potable, y más de 2.400 millones de personas carecen de saneamiento adecuado. En los países en desarrollo, más de 2.200 millones de personas, la mayoría de ellos niños, mueren cada año a causa de enfermedades asociadas con la falta de acceso al agua potable, saneamiento inadecuado e insalubridad (Organización Mundial de la Salud, 1978).

En algunos países como Paraguay, Estados Unidos, Canadá, México, etc. por los problemas de carencia de agua purificada eficiente se ha logrado establecer cambios mediante el Centro de Investigación de Tecnologías Energéticas (CITE). Que se propuesto diseñar modelos completamente renovables de desinfección de agua de mar y aguas subterráneas contaminadas de algunos elementos patógenos, incrementando a temperaturas elevadas el agua suministrado mediante un concentrador solar parabólico (Quinteros, 2012).

Los avances más significativos de esta tecnología se reportaron en el "Vigésimo Simposio en el Poder de Concentración Solar Parabólico y Tecnologías Alternativas", que fue llevado a cabo del 4 al 6 de septiembre del 2002 en Zurich, Suiza. Se trata de un nuevo concentrador parabólico que ha sido desarrollado para varias aplicaciones y cuenta con un rango de temperaturas de operación entre 100 y 200 °C (Geyer, 2002).

Al igual que un gran número de países en el mundo, el Ecuador enfrenta una grave crisis, los problemas de escasez, desperdicios y contaminación del agua, aumentan día a día; muchos de los cuerpos de agua, ríos, lagunas, lagos de nuestro país han ido disminuyendo su caudal o se han ido desecando casi por completo o se encuentran altamente contaminados. Muchos de ellos con grave riesgo de no poderse recuperar; en las grandes ciudades del país o en vastas zonas dedicadas a la agricultura se extraen grandes volúmenes de agua del subsuelo lo que repercute en una sobreexplotación de los acuíferos (Cornelio, 2002).

La Constitución de la República del Ecuador contempla como derecho humano básico el acceso a agua limpia y abundante. Los modelos económicos han determinado que en nuestro país se llegue a una privatización del agua potable. La industria de agua embotellada ha crecido hasta llegar a facturar 360 millones de dólares por año convirtiéndose en una de las industrias más rentables y de crecimiento rápido en el país.

El consumo generalizado de agua embotellada por parte de la comunidad universitaria en el campus CEYPSA, ha ocasionado problemas, tales como, el alto costo del agua, aumento del riesgo a la salud por los químicos existentes en los plásticos (Disfenil A-B) y sobre todo el incremento de la generación de desechos sólidos. Frente al problema existente se plantea realizar el diseño y prototipo de un concentrador solar parabólico. El mismo que constará de sistemas de evaporación para elevar la temperatura del agua y el sistema de condensación para el enfriamiento del agua. De esta manera obtener agua limpia, segura y de bajo impacto ambiental; mediante la aplicación de energías alternativas como la energía solar y la eólica.

Por ello se plantea el problema de la siguiente manera:

Ausencia de una fuente de agua segura, sostenible y de bajo impacto ambiental en el campus (CEYPSA), de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

5. OBJETIVOS:

5.1 General

- Diseñar un sistema sostenible y de bajo impacto ambiental para la generación de agua segura en el campus CEYPSA, de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

5.2 Específicos

- Determinar el potencial de producción de agua segura a partir de procesos de evaporación y condensación en el campus CEYPSA.
- Establecer los requerimientos de energía para los procesos de evaporación y condensación pasivos.
- Construir el prototipo para la obtención de agua limpia a partir de fuente solar y eólica.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:

Tabla 2: Actividades de los Objetivos.

Objetivo 1	Actividad:	Resultado de la actividad:	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos):
Determinar el potencial de producción de agua segura a partir de procesos de evaporación y condensación en el campus CEYPSA.	a) Verificar el potencial energético solar del campus CEYPSA. b) Verificar el potencial eólico del campus CEYPSA.	a) Conocer la cantidad de concentración de Heliofanía (horas/luz) en el campus CEYPSA. b) Conocer la velocidad media del viento (m/s) en el campus CEYPSA.	- Como técnica se utilizará la observación directa y de campo. Instrumentos: Revisión de datos estadísticos de la estación meteorológica del campus CEYPSA (Veleta o aspas de will y el Heliofanógrafo).
Establecer los requerimientos de energía para los procesos de evaporación y condensación pasivos.	a) Revisión de información sobre cálculos de energía para evaporar el agua. b) Revisión de información sobre cálculos para enfriar el agua.	a) Conocer el requerimiento de Kilocalorías para evaporar cierta cantidad de agua. b) Tener conocimiento sobre la cantidad de agua que se puede enfriar con el sistema de enfriamiento.	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos): Registro de información y fotografías. Instrumentos: Registros de información en Microsoft Excel versión 2013 (termómetro, cámara fotográfica, computador). Hojas Electrónicas: Libre Office computador.

<p>Objetivo 3</p> <p>Construir el suministro de energía para el proceso a partir de fuente solar y eólica.</p>	<p>Actividad:</p> <p>a) Dimensionamiento del Concentrador Solar Parabólico con sus componentes.</p> <p>b) Construcción del Prototipo.</p> <p>c) Instalar el Prototipo con sus componentes.</p> <p>d) Analizar la calidad de agua.</p>	<p>Resultado de la actividad:</p> <p>a) Diseño del Prototipo y sus componentes con las medidas exactas.</p> <p>b) Colocar los respectivos materiales en el Prototipo propuesto.</p> <p>c) Situar el prototipo en una superficie delimitada en la metodología.</p> <p>d) Conocer los Parámetros y comparar con la Normativa.</p>	<p>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos):</p> <p>Para desempeñar esta función muy importante en el área de estudio los métodos y técnicas son: observación directa, observación de campo y registros fotográficos.</p>

Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA:

7.1 Sostenibilidad y bajo impacto ambiental de la provisión de agua para el consumo humano

La sostenibilidad se refiere a la capacidad de continuar generando beneficios en el tiempo. Esto a su vez depende de varios factores, incluyendo la disponibilidad continua de los recursos empleados en el proyecto, la administración y la relación a largo plazo de costos y beneficios. Y por lo tanto es probablemente el aspecto más importante en el diseño y evaluación de proyectos, con la finalidad de mitigar los impactos ambientales (Martínez, 2013).

7.2 Procesos de evaporación y enfriamiento para la provisión de agua segura

Uno de los métodos de obtener agua segura más simple y menos costosa para suministrar agua de calidad aceptable para el consumo humano es la radiación solar. Este método es ideal cuando las condiciones económicas y socioculturales de la comunidad ponen en riesgo la sostenibilidad de otras alternativas de tratamiento y desinfección, como la filtración o el uso de cloro, aun cuando éstas también sean reconocidas como simples y económicas.

El proceso de evaporación es un proceso térmico que consiste en elevar la temperatura del agua por un espacio suficiente de tiempo en este caso en un concentrador solar parabólico para lograr la absorción del calor proveniente de la radiación solar. Este sistema contará con un foco de color negro oscuro; en todos los casos se busca que sean de color negro porque absorben mejor el calor en oposición a los colores claros. El color oscuro permite un aumento acelerado de la temperatura del agua y la conservación del calor por más tiempo. Para el proceso de enfriamiento se utilizará un recipiente plástico que contará con un aerogenerador de flujo turbulento y aspas extractoras de flujo invertido; del mismo modo este sistema poseerá elementos de seguridad para liberar la presión de vapor excesiva (Solsona & Méndez, 2002).

7.3 El sol y la radiación solar

La energía del sol llega a la tierra a través de los rayos solares que se propagan por el espacio en forma de ondas electromagnéticas de energía. Este fenómeno físico es conocido comúnmente con el nombre de radiación solar. Las ondas electromagnéticas se caracterizan por la frecuencia con que se repiten completamente por unidad de tiempo. La frecuencia se mide en hercios y cuanto mayor sea ésta o lo que es lo mismo, mayor sea el número de oscilaciones, mayor es la cantidad de energía transportada por la onda (López, 2006).

7.3.1 La constante solar

La constante solar es la intensidad del flujo de radiación solar que incide sobre una unidad de superficie, medida en la parte externa de la atmósfera terrestre en un plano perpendicular a los rayos del sol. La constante solar tiene un valor de 1367 W/m². No es un valor fijo ya que sufre ligeras variaciones a lo largo del año (aproximadamente ± 7 W/m²) debido a que la órbita terrestre no es circular sino elíptica (Mendieta & Pérez, 2007).

7.3.2 Componentes de la radiación solar

Hay que tener en cuenta que toda la radiación solar que incide sobre la atmósfera no llega hasta la superficie de la tierra. Los rayos solares al entrar en contacto y atravesar el obstáculo que supone la atmósfera sufren una serie de fenómenos físicos entre los que cabe destacar:

- a) Reflexión: Una parte de la radiación se refleja en la parte superior de las nubes (tipo un espejo).

- b) **Difusión:** Los rayos solares chocan con las moléculas gaseosas y partículas de polvo en suspensión difundiéndose en todas direcciones, de forma que una parte vuelve al espacio.
- c) **Absorción:** Una parte de la radiación es absorbida por las moléculas presentes en la atmósfera.
- d) **Radiación directa:** Es la radiación solar que alcanza la superficie terrestre sin que haya sufrido ningún cambio de dirección en su recorrido. Esta radiación en días nublados es muy pequeña y provoca sombras.
- e) **Radiación difusa:** La que llega a la superficie terrestre después de haber cambiado varias veces de dirección debido a los procesos de reflexión y difusión al atravesar la atmósfera.
- f) **Radiación reflejada:** La parte de radiación reflejada por el terreno y otros elementos de la superficie terrestre y que puede ser reabsorbida por otros objetos.

En días despejados la radiación directa será mucho mayor que la difusa. La radiación difusa puede llegar a significar el 10-15% en días claros y hasta un 95% en días nublados. A lo largo del año la radiación difusa supone aproximadamente un tercio de la radiación total que llega la superficie terrestre (AVEN, 2009).

7.4 El recurso eólico

El recurso para la generación de energía eólica es el viento, el cual es generado por corrientes de aire debido al desigual calentamiento de la superficie de la tierra. El aire caliente asciende, arrastrando aire más frío proveniente de una región vecina. Al subir se enfría, por lo que aumenta su densidad, descendiendo para volver a repetir el ciclo. Así, el viento es una masa de aire en movimiento, y como tal, contiene una cierta energía cinética.

El fenómeno real es más complejo, ya que la Tierra se mueve sobre su eje. Además, hay una distribución aleatoria de las nubes sobre la superficie y la inercia térmica de los océanos es distinta a la de los continentes, lo que crea gradientes variables con el día y la noche (Fernandez, 2009).

7.4.1 Aprovechamiento del viento

(Nagia & Ishiyama) La energía del viento se origina por la energía radiante proveniente del sol, la cual se convierte en energía térmica al ser absorbida por la superficie terrestre. A parte de estas pérdidas, también hay que tener en cuenta que del viento no se puede extraer toda la energía. En apartados posteriores se explicará la Ley de Betz, en la cual se concluye que solamente puede extraerse el 56% de la energía del viento (1988).

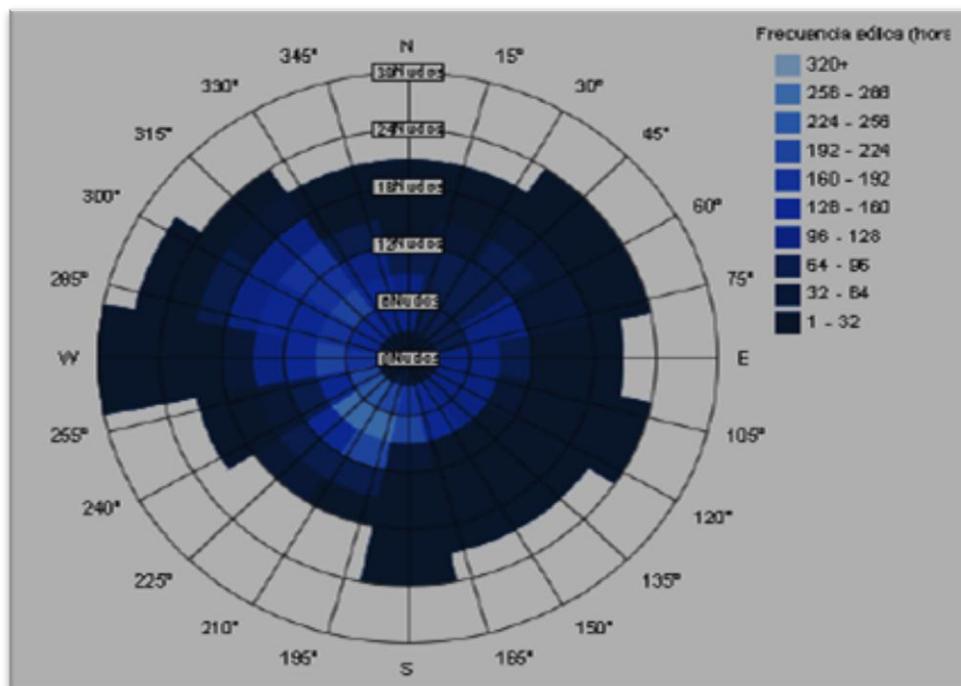
7.4.2 Velocidad del viento

A pesar de las muchas ventajas que tiene la energía eólica (no agresiva con el medio ambiente, inagotable), hay que tener en cuenta que tiene el inconveniente de que el viento es disperso y aleatorio. El gradiente de velocidades es mayor cuanto mayor es la diferencia de presiones y su movimiento está influenciado por el giro de la Tierra. La velocidad del viento es una magnitud vectorial y ésta varía de forma aleatoria tanto en módulo como en dirección y sentido.

Los valores medios suelen encontrarse entre 3 y 7 m/s. Sin embargo, dependiendo de la altitud y la topografía éstos pueden ser mayores o menores (valores mayores en altas montañas, valles estrechos y costas).

Para visualizar de forma más clara se puede apreciar en la Figura 1, de donde proviene el viento se utiliza la rosa de los vientos. Para elaborarla se divide el horizonte circular de 360° en 8, 10, 12 o 16 divisiones, teniendo en cuenta los cuatro puntos cardinales (Este=90°, Sur=180°, Oeste=270° y Norte=360°) y se dibuja la dirección de donde proviene el viento (Postigo, 2008).

Figura 1: Rosa de vientos - frecuencia de velocidades de viento.



Fuente: Postigo, rosa de vientos (2008).

7.4.3 La velocidad del viento puede variar de muy diversas maneras:

- Variaciones estacionales: los vientos globales sufren estas variaciones debido a la posición de anticiclones (zona atmosférica de alta presión) y borrascas (zona atmosférica de baja presión). Así, hay variaciones cíclicas del viento en función, por ejemplo, de las estaciones.
- Variaciones diarias: éstas son debidas a los efectos del calentamiento o enfriamiento diurno o nocturno, a la proximidad del mar.

- Variaciones en periodos muy cortos (ráfagas): se pueden encontrar ráfagas medias, fuertes y violentas dependiendo del valor de viento medio (entre 5 y 20m/s). También se diferencian las ráfagas por la duración de ésta (pueden llegar a durar incluso 10 minutos) (Paraninfo, 2002).

7.4.4 Medida de la velocidad

Los anemómetros son instrumentos para medir la velocidad del viento. Éstos miden la velocidad instantánea del viento, sin embargo, las ráfagas de viento desvirtúan la medida que recogen si lo que se quiere es tener una idea de velocidades medias. Por ello, para conocer velocidades medias lo mejor es realizar diferentes mediciones en intervalos de unos 10 minutos y tomar como medida válida el valor medio de todas las mediciones llevadas a cabo (Milla, 2008).

7.5 Concentradores Solares Parabólicos

(Tapia, Del Río, & Miñano, 2012) Manifiesta que existen muchos campos solares que utilizan esta tecnología como medio de generación de energía térmica y eléctrica. Es por ello que esta tecnología está muy avanzada, la información y exactitud es amplia y detallada.

Los Concentradores Solares Parabólicos (CSP) son concentradores solares de foco lineal, que transforman la radiación solar directa en energía térmica, gracias al calentamiento de un fluido de trabajo que puede llegar hasta desde los 85°C hasta 100 °C en casos muy favorables. Esta radiación concentrada sobre el absorbedor hace que el fluido que circula por el interior del tubo se caliente, transformando de esta forma la radiación solar en energía térmica en forma de calor sensible del fluido.

Las altas temperaturas generadas por los (CSP) se logran debido a la concentración de la energía solar por el reflector parabólico. En un concentrador de este tipo, se aprovecha la radiación directa del sol. Cuando el (CSP) está adecuadamente orientado, los rayos solares se reflejan en la superficie parabólica e inciden en una región a lo largo de una línea que corresponde al foco de la sección transversal de la canal parabólica. En esta línea focal está colocado un receptor normalmente cilíndrico, donde la radiación es absorbida y transformada en energía térmica.

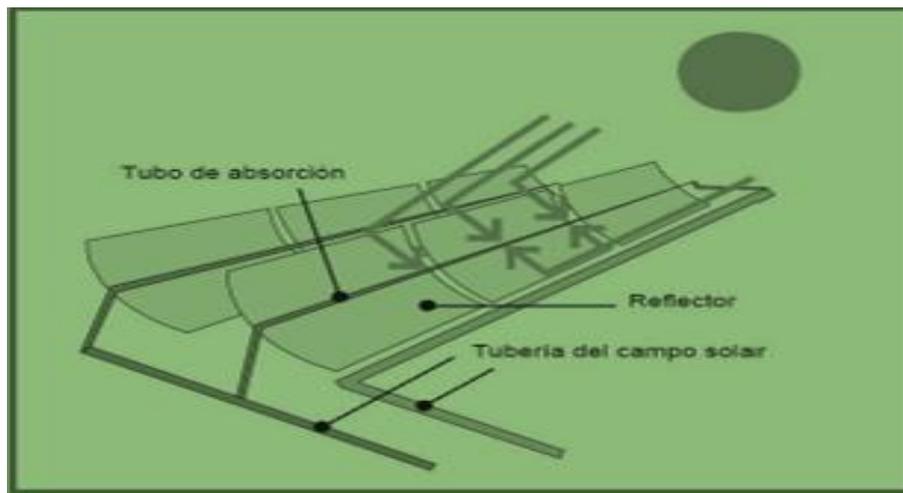
Dicha energía es removida mediante un fluido con propiedades térmicas adecuadas, ya sea agua o algún aceite térmico, y posteriormente es utilizada como calor. Las pérdidas térmicas de este sistema son en su mayor parte debidas a la convección (velocidad del viento) y la radiación emitida en la superficie del absorbedor (temperaturas por arriba de los 100° C). En los (CSP) la construcción de la superficie parabólica es normalmente una lámina de aluminio u otro material con sección parabólica aunque también se pueden utilizar segmentos de espejos inclinados. El receptor está localizado en la línea focal del canal parabólico e incluye al absorbedor (asociado con cubiertas y aislamiento).

El receptor es comúnmente un conducto por donde circula el fluido que transporta el calor hacia una máquina térmica para su utilización. El sistema debe estar motorizado para seguir el movimiento diurno del sol ya que el concentrador debe obtener el máximo posible de radiación solar directa y formar una imagen del Sol en el absorbedor lineal. El requerimiento de rastreo en conjunto con el uso de materiales que deben resistir altas temperaturas, eleva el costo y mantenimiento de estos sistemas (CSP) hasta el punto en que se restringe su uso a instalaciones de gran escala.

Este tipo de concentradores solares tienen una eficiencia termodinámica muy buena en comparación con otros, y es por ello por lo que se usan en algunos procesos industriales como en la producción de acetona, el procesado de residuos, en la industria láctea, así como en la producción de electricidad, donde existe gran madurez en investigación.

Aun así, una de las mayores desventajas de este diseño de colector es que sólo hace uso de la radiación directa, siendo incapaz de captar la radiación difusa. Por culpa de ello los costes se incrementan, pues es necesario un instalar un sistema de seguimiento solar que necesita un aporte secundario de energía como se puede observar en la Figura 2.

Figura 2: Esquema de un CSP.



Fuente: Tapia, Del Río & Miñano, Greenpeace (2012).

7.5.1 Ventajas:

- Se obtienen mayores temperaturas en un colector concentrador para la misma superficie de colección. Esto significa que se puede lograr una mejor eficiencia termodinámica.
- La eficiencia térmica es mayor debido a que el área de pérdida de calor es pequeña comparada con el área de recepción.
- Es económicamente viable el tratamiento de superficies selectivas y la instalación de tubos de vacío para reducir pérdidas de calor.

7.5.2 Desventajas:

- Los sistemas de concentración prácticamente no colectan la radiación difusa y sólo aprovechan la radiación solar directa. Por lo tanto, no pueden funcionar en días nublados.
- Se requiere de un sistema de seguimiento del movimiento aparente del Sol, de forma que se intercepte la radiación directa y mejore su eficiencia.
- Las superficies reflectivas pueden perder su reflectancia con el tiempo, además requieren limpieza y mantenimiento periódicos.

7.5.3 Componentes:

a) El Reflector Cilíndrico Parabólico: Su función principal es la de reflejar y concentrar sobre el Receptor la radiación solar directa incidente sobre la línea focal toda la radiación reflejada. Entre los materiales usados para la reflexión, encontramos plásticos recubiertos con películas de plata o aluminio, en este caso también se utilizará los lentes fresnel para incrementar la temperatura del agua.

b) El tubo de absorción o Receptor: Es un elemento fundamental en un CCP, pues el rendimiento global del concentrador depende en gran parte de la calidad termodinámica del absorbente. Para el diseño de este sistema se utilizará un solo tubo de color negro oscuro, debido a que es uno de los elementos fundamentales del (CSP), ya que de él depende en gran medida la concentración de la radiación solar.

7.6 Requerimientos de instalación de un concentrador solar

Los concentradores solares son relativamente fáciles de instalar o adaptar a cualquier instalación. Únicamente se requiere que el tanque colector del agua caliente se eleve aproximadamente 60 cm por arriba del punto más alto del colector. La operación es simple, solo debe abrirse la llave de paso durante el día y cerrarse durante la noche. El mantenimiento se limita a mantener la cubierta del colector libre de toda suciedad, ya que la misma reduce la cantidad de radiación que llega al colector. La frecuencia de limpieza dependerá del grado de contaminación atmosférica. No se recomiendan las cubiertas de acrílico, pues se deforman y rayan fácilmente (Wegelin, y otros, 1994).

7.6.1 Monitoreo

Se ha demostrado que en 99% de los casos, la remoción de coliformes es total para temperaturas del efluente mayores de 55° C. Sin embargo, por razones de seguridad, ya se ha expresado que la regla de oro es trabajar con un margen de seguridad y establecer los 65° C como la temperatura mínima de desinfección. Por tal motivo, el monitoreo de estos sistemas debe confirmar que la temperatura del agua a la salida de cualquier sistema o luego del período de tratamiento haya alcanzado 65° C (Almanza & Muñoz, 1994).

7.7 Sistema de lentes fresnel

(Garrido, 2012) Enseña acerca del diseño y construcción de los CSP con la incorporación de los lentes fresnel son muy eficaces debido a que es una tecnología más sencilla y más barata. Los CSP basadas en la tecnología fresnel, concentran la radiación solar a lo largo de una línea, como es un tubo absorbedor de 2 metros de longitud. Estas centrales destacan por la sencillez de su construcción y por su bajo coste.

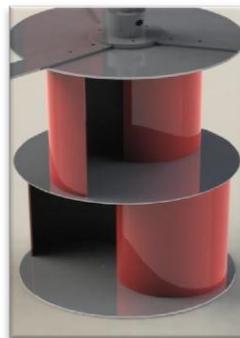
Los reflectores se construirán con espejos de vidrio planos y por lo tanto su materia prima es muy barata. La forma curvada de los espejos cilindro parabólicos hace que sean un 15% más eficientes que los espejos fresnel, pero con el ahorro de costes en materiales, junto con la simplicidad del funcionamiento hacen que la reducción de costes sea muy superior a la reducción de rendimiento.

7.8 Aerogeneradores de eje vertical tipo savonius

Este tipo de aerogeneradores tiene la ventaja de que no necesitan sistemas de orientación. Esto es una gran ventaja, ya que no habría que diseñar ni fabricar estos mecanismos tan complejos de direccionamiento y se eliminarían los esfuerzos a los que se ven sometidas las palas ante los cambios de orientación del rotor.

En este proyecto el aerogenerador está centrado en el rotor Savonius, debido a su sencillez en cuanto a técnicas de fabricación y a su bajo costo, aunque todo ello afecte a su eficiencia, haciendo que ésta no sea muy elevada. Este tipo de rotores suelen utilizarse en aplicaciones donde se requieren pequeñas potencias, ejemplo en la Figura 3 (Baillaire, 2007).

Figura 3: Aerogeneradores de eje vertical tipo savonius,



Fuente: Baillaire, Aerogenerador de flujo turbulento (2007).

7.8.1 Beneficios de la aerogeneración

(Guzmán, 2009) Los aerogeneradores generan energía limpia y poco contaminante en comparación con los demás procedimientos de obtención de energías. Por ello, el impacto medio ambiental es mínimo. Además, es importante aclarar que los aerogeneradores durante su trabajo no contaminan y que el único momento en el que contaminan es durante su proceso de fabricación. Por eso se consideran equipos “poco contaminantes”.

(Moreno, 2012) Manifiesta que se encuentran otros beneficios relacionados con otras áreas:

➤ Limpieza:

No produce residuos de ninguna especie.

➤ Ecológico:

No emplea combustibles.

➤ Económico:

Actualmente la adquisición de un aerogenerador de baja potencias es más accesible con relación a otros métodos de generación de energía. La energía generada por el aerogenerador no implica que deba pagarse a una entidad de usos y servicios.

7.9 Importancia del proceso térmico de desinfección

Las altas temperaturas tienen un marcado efecto sobre todas las clases de microorganismos. A altas temperaturas las células vegetativas mueren debido a la desnaturalización de las proteínas y la hidrólisis de otros componentes. En el agua, las bacterias mueren entre los 40 y los 100°C, mientras que las algas, protozoarios y hongos lo hacen entre los 40 y los 60°C. Las esporas requieren condiciones de calor mucho más rigurosas para destruirse: 120°C en calor húmedo (vapor) durante 20 min o 170°C en calor seco durante 90 min.

A pesar de lo interesante del método y de sus escasos requerimientos, la SODIS no ha alcanzado popularidad extendida. La razón es que hay demasiadas variables que condicionan su eficiencia y la eventual seguridad del agua tratada. La latitud y la altitud geográfica, la estación, el número de horas de exposición, la hora, las nubes, la temperatura; el tipo, el volumen y el material de los envases que contienen el agua; la turbiedad de agua y el color; son, entre otros, los parámetros que podrían interferir en una desinfección perfecta.

La Organización Mundial de la Salud considera a la Desinfección Solar una opción válida, pero solo como un “método menor y experimental”. Aun así, en áreas donde no hay otro medio disponible para desinfectar el agua, puede mejorar sustancialmente la calidad bacteriológica de la misma: que en ocasiones, si no se puede lograr la perfección, un paso hacia el “mejoramiento” es mejor que nada (Hooper, 1987).

7.10 La eliminación de microorganismos con proceso térmico

(“Anónimo”, 2009) Señala que los microorganismos mueren rápidamente cuando son sometidos a temperaturas superiores a su óptima de crecimiento. Esto permite utilizar altas temperaturas para eliminar microorganismos por termodestrucción. Los métodos basados en el calor son quizá los más utilizados para controlar el crecimiento microbiano, como se puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3: Tipos de Microorganismos.

<i>Organismo</i>	<i>Temp. (°C)</i>	<i>D (seg)</i>	<i>Z (°C)</i>
-Bacillus steratothermophilus			
TH4 (en agua)	120	1000	7.3
FS 79-54 (en tampón fosfato)	121	6	8.3
NCIB 8919 (en agua)	121	186	7.0
-Bacillus subtilis			
5230 (en agua)	121	6.0	8.3
5230 (en tampón fosfato)	121	21.9	8.8
-Clostridium botulinum			
Tipo A (en agua)	121	6.0	8.3
A35B (en tampón fosfato)	121	19.2	10.8
213B (en vegetales)	121	6.6	9.8
213B (en tampón fosfato)	110	96	10.3
62A (en puré de guisantes)	121	5.34	8.3
-Clostridium thermosaccharolyticum			
59 (en agua)	132	4.4	6.9
-Desulfotomaculum nigrificans			
ATCC7946	121	1550	6.7
-Escherichia coli			
Agua	55	402	3.6

Fuente: Hooper, Microbiología General (1987).

7.11 Características físicas – químicas y microbiológicas del agua

(Rodier, J., 1989).- Menciona que las aguas naturales, al estar en contacto con diferentes agentes (aire, suelo, vegetación, subsuelo, etc.), incorporan parte de los mismos por disolución o arrastre, o incluso, en el caso de ciertos gases, por intercambio. A esto es preciso unir la existencia de un gran número de seres vivos en el medio acuático que interrelacionan con el mismo mediante diferentes procesos biológicos en los que se consumen y desprenden distintas sustancias.

7.11.1 Parámetros Físicos:

Color: Es el resultado de la presencia de materiales de origen vegetal tales como ácidos húmicos, turba, plancton, y de ciertos metales como hierro, manganeso, cobre y cromo, disueltos o en suspensión.

Olor: Es debido a cloro, fenoles, ácido sulfhídrico, etc. La percepción del olor no constituye una medida, sino una apreciación, y ésta tiene, por lo tanto, un carácter subjetivo. El olor raramente es indicativo de la presencia de sustancias peligrosas en el agua, pero sí puede indicar la existencia de una elevada actividad biológica.

Turbidez: Es una medida de la dispersión de la luz por el agua como consecuencia de la presencia en la misma de materiales suspendidos coloidales y/o particulados.

Sólidos en suspensión: Comprenden a todas aquellas sustancias que están suspendidas en el seno del agua y no decantan de forma natural.

Temperatura: La temperatura de las aguas residuales y de masas de agua receptora es importante a causa de sus efectos sobre la solubilidad del oxígeno y, en consecuencia, sobre las velocidades en el metabolismo, difusión y reacciones químicas y bioquímicas.

Densidad: Las medidas de densidad son necesarias en aguas de alta salinidad para convertir medidas de volumen en peso.

Conductividad: La conductividad eléctrica de una solución es una medida de la capacidad de la misma para transportar la corriente eléctrica y permite conocer la concentración de especies iónicas presentes en el agua.

7.11.2. Parámetros Químicos:

pH: Se define como el logaritmo de la inversa de la concentración de protones. La medida del pH tiene amplia aplicación en el campo de las aguas naturales y residuales. Es una propiedad básica e importante que afecta a muchas reacciones químicas y biológicas.

Demanda química de oxígeno DQO: Es la cantidad de oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en el agua sin la intervención de los organismos vivos.

Demanda bioquímica de oxígeno DBO: Permite determinar la materia orgánica biodegradable. Es la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer la materia orgánica presente, por la acción bioquímica aerobia.

Aceites y grasas: En este grupo se incluyen los aceites y las grasas que se encuentren en estado libre, ya sean de origen animal, vegetal o mineral, destacando entre estos últimos por su especial importancia los derivados del petróleo.

7.11.3. Parámetros Biológicos:

Coliformes Totales y fecales: La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y de alimentos. Los coliformes se introducen en gran número al medio ambiente en las heces de los seres humanos y animales.

8. HIPÓTESIS:

8.1 Hipótesis Afirmativa (H1)

La aplicación de energías alternativas en procesos de evaporación y condensación, permitirá proveer de una fuente de agua segura, sostenible y de bajo impacto ambiental a la comunidad universitaria en el campus CEYPSA.

8.2 Hipótesis Nula (H0)

La aplicación de energías alternativas en procesos de evaporación y condensación, no permitirá proveer de una fuente de agua segura, sostenible y de bajo impacto ambiental a la comunidad universitaria en el campus CEYPSA.

9. METODOLOGÍAS:

9.1 Sitio de estudio

El proyecto de investigación se encuentra ubicado en el Campus CEYPSA a Km 7,54 del cantón Latacunga vía Salache perteneciente a la provincia de Cotopaxi. Lugar donde se sitúa las instalaciones del Campus (CEYPSA), cuyas coordenadas se describen en la **tabla 4 y figura 4**.

Tabla 4: Coordenadas UTM.

UBICACIÓN DEL CAMPUS (CEYPSA)	
PUNTOS	UTM
X	764522
Y	9889384
ALTITUD	2748 (msnm)

Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

Figura 4: Ubicación geográfica del campus CEYPSA.



Fuente: Google Earth (2016).

9.2 Delimitación del área de estudio

Para la instalación del prototipo con sus componentes, se delimitó un espacio de 20 m², el mismo que se sitúa dentro del jardín, ubicado detrás de la construcción de los servicios higiénicos de la institución como se demuestra en la **tabla 5 y figura 5**.

Tabla 5: Coordenadas UTM del área de implementación del Prototipo.

PUNTOS	COORD X	COORD Y	ALTITUD
P1	764473	9889331	2737 msnm
P2	764473	9889347	2736 msnm
P3	764482	9889345	2736 msnm
P4	764481	9889333	2737 msnm

Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

Figura 5: Delimitación geográfica del área de implementación del prototipo.



Fuente: Google Earth (2016).

9.3 Material empleado en un Concentrador Solar Parabólico

(Alatorre, 2009) Sugiere que la instalación para la generación de vapor mediante concentradores solares parabólicos se lleva a cabo a través de las siguientes actividades:

- a) El campo solar consiste en un lazo paralelo de concentrador cilindro parabólico con material cubierto de una lámina de acero inoxidable. Este concentrador solar parabólico tienen concentradores fabricados de espejos denominados láminas o Lentes fresnel con las dimensiones del formato A4 (21cm x 29,7cm) que concentran la mayor cantidad de radiación solar, situados sobre un soporte de aluminio.

- b) El concentrador solar parabólico se orienta sobre un eje de norte (N) a sur (S). Mediante el seguimiento solar de este (E) a oeste (O) sobre este eje, un concentrador cilindro parabólico concentra la radiación solar en un tubo absorbedor galvanizado de 1-1/4 de color negro. Por el tubo absorbedor circula un fluido de transferencia de calor, que se caliente hasta una temperatura de 150 a 250 °C.

- c) Durante las horas de alta insolación del medio día se puede generar alta temperatura superior a 200 °C. Al avanzar el día y bajar la intensidad de la radiación solar por la tarde disminuye la producción de energía térmica hasta que a la puesta del sol, la operación del campo solar se detiene.

- d) La energía que se concentra en el tubo absorbedor se utilizará para evaporar el agua potable proveniente al campus CEYPSA. Con la finalidad eliminar los microorganismos patógenos que alteran su calidad.

- e) Para enfriar el agua se requiere de un sistema de enfriamiento que es un aerogenerador vertical tipo savonius que genera energía eólica.

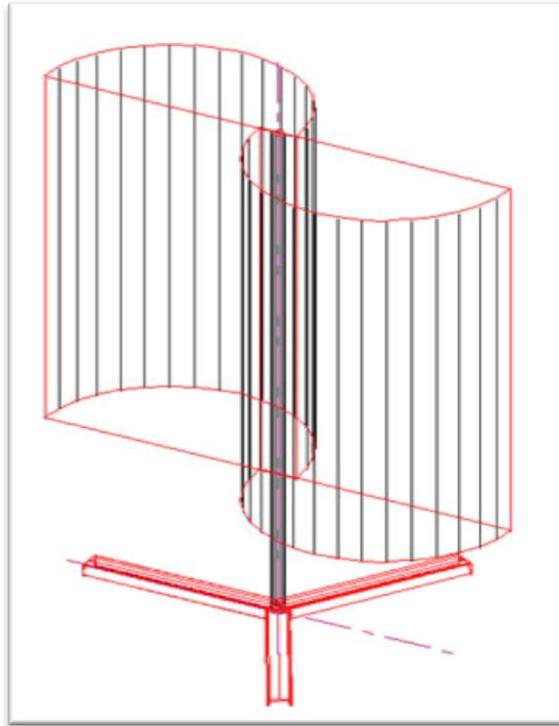
- f) El agua evaporada pasa al sistema de enfriamiento que se encontrará instalado a un recipiente metálico de material galvanizado de 200 litros y recorrerá por una tubería de acero inoxidable en forma esferoidal con el fin de disipar calor.

- g) Mediante la ejecución de todas las actividades mencionadas se puede generar agua limpia o segura apta para el consumo de la comunidad universitaria.

9.4 La construcción del Material empleado para Aerogenerador de eje vertical tipo Savonius

(Guzmán C. , 2012) Manifiesta que el modelo de rotor Savonius es el más simple. Consiste en un alternador usado y en el centro tiene un cilindro hueco partido en dos mitades convertidas en una S, mientras que los reversos presentan una menor resistencia al viento, revisar la Figura 6.

Figura 6: Rotor y el eje.



Fuente: Tolosa, Aerogeneración de Energía; Olade; Ecuador, (1983).

9.4.1 Diseño de las Aspas:

El aerogenerador Savonius es de arrastre; y el funcionamiento de este aerogenerador se basa en la distinta fuerza aerodinámica que, ejerce un flujo de aire sobre sólidos de diferentes formas; y genera energía cinética (Prieto, 2012):

Ec. 1 $E_{cin} = 1/2 \cdot m_{aire} \cdot v^2$

Donde:

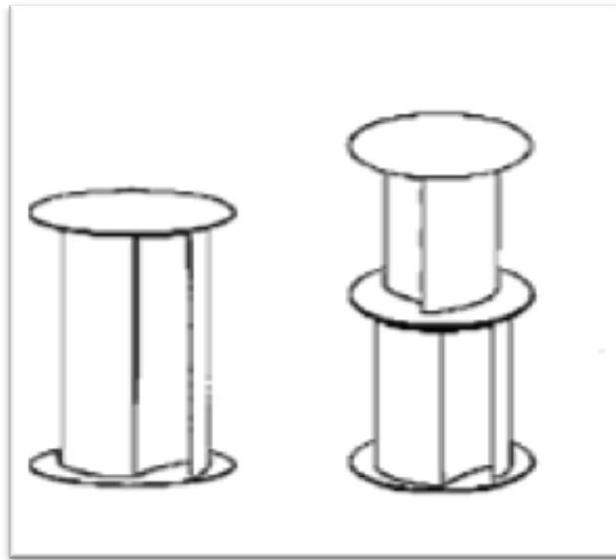
Ecín: energía cinética del viento en [J].

maire: masa del aire en [kg].

Vel: velocidad del viento en m/s

El rotor seleccionado para el generador está formado por cuatro aspas que se forman cortando un cilindro en el sentido longitudinal a la mitad a la mitad y luego desplazando las dos superficies cilíndricas a lo largo del eje vertical, de tal manera que el corte se parezca a la letra S, la acción del viento originará fuerzas distintas en la parte cóncava y convexa de estas aspas, lo que hará que se origine un par que ocasionará el giro del rotor, como se puede apreciar en la Figura 7:

Figura 7: Las aspas.



Fuente: Prieto, Rotor del generador eólico tipo Savonius (2012).

9.5 Normativa para la calidad de Agua Potable según la Norma INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, 2014 - 01):

Tabla 6: Norma Técnica Ecuatoriana 1108:2014.

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	AGUA POTABLE REQUISITOS	NTE INEN 1108:2014 Quinta revisión 2014-01
---------------------------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------------------------------

Fuente: INEN 1108:2014.

9.5.1 Objeto

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.

9.5.2 Campo de Aplicación

2.1 Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros.

9.5.3 Control en el Grifo del consumidor

Para las aguas de consumo humano suministradas a través de una red de distribución pública o privada, el municipio, o en su defecto otra entidad de ámbito local, tomará las medidas necesarias para garantizar la realización del control de la calidad del agua en el grifo del consumidor y la elaboración periódica de un informe sobre los resultados obtenidos.

9.5.4 Los parámetros a controlar en el grifo del consumidor, son:

Tabla 7: Parámetros Físico-químicos.

<i>PARÁMETROS</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>LÍMITE MÁXIMO</i>
Color aparente	Unidades de Color Aparente (Pt-Co)	15
Olor		Sin olor
Aspecto	NTU	Transparente
Ph	(Pt-Co)	7 - 9
Temperatura	°C	15
Turbiedad	NTU	5
Cloro libre residual	Mg/l	0,3 – 1,5

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. Norma Técnica Ecuatoriana 1108:2014, quinta revisión. “Agua Potable Requisitos”.

Tabla 8: Parámetros Microbiológicos.

<i>PARÁMETROS</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>LÍMITE MÁXIMO</i>
Aerobios Mesófilos	ufc/100ml	30
Colibacilos Totales	ufc/100ml	10
Colibacilos Fecales	ufc/100ml	0

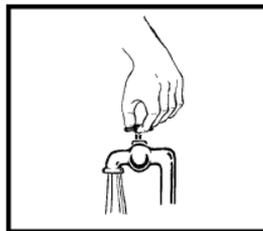
Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. Norma Técnica Ecuatoriana 1108:2014, quinta revisión. “Agua Potable Requisitos”.

9.5.5 Protocolo para la Toma de Muestras de Agua Potable según la Norma INEN 1108:

9.5.5.1 Muestreo de un grifo

En primer lugar, tener la precaución de que el grifo esté conectado directamente a la red de distribución y sin accesorios (coladores, anexos de mangueras, etc). De otro modo, remover cualquier dispositivo ajeno al grifo. Si existen fugas, seleccionar otro punto de muestreo o reparar los puntos de fuga antes de tomar la muestra.

- a) Con la ayuda de una tela, limpiar y retirar del grifo cualquier tipo de materia extraña adherida a la boca de salida. Abrir el grifo, hasta que alcance su flujo máximo y dejar correr el agua durante dos minutos.

Figura 8: Limpieza del grifo.

Fuente: Protocolo de toma de muestra para análisis físico-químico y microbiológico.

- b) Abrir el frasco de muestreo. Desamarrar el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel kraft y destapar.

Figura 9: Esterilizar el frasco.



Fuente: Protocolo de toma de muestra para análisis físico-químico y microbiológico.

- c) Llenar el frasco. Mantener la tapa y la cubierta protectora hacia abajo (para evitar la entrada de polvo portador de microorganismos).

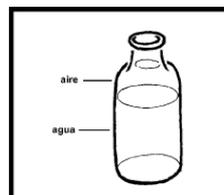
Figura 10: Llenado del frasco de la muestra.



Fuente: Protocolo de toma de muestra para análisis físico-químico y microbiológico.

- d) Dejar un espacio de aire (aproximadamente un tercio del frasco) para facilitar la agitación de la muestra antes del análisis bacteriológico.

Figura 11: Fijación de un espacio libre de aire.



Fuente: Protocolo de toma de muestra para análisis físico-químico y microbiológico.

- e) Colocar el tapón al frasco. Enroscar la tapa y fijar con el cordón la cubierta protectora de papel kraft.

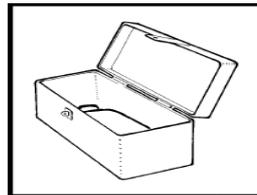
Figura 12: Tapado del frasco de la muestra.



Fuente: Protocolo de toma de muestra para análisis físico-químico y microbiológico.

- f) La muestra deberá ser transportada al laboratorio lo antes posible. El tiempo límite entre el muestreo y el inicio del examen bacteriológico es 30 horas.

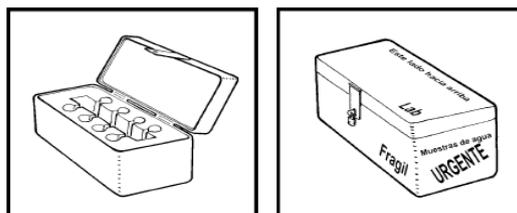
Figura 13: Transporte de la muestra al Laboratorio.



Fuente: Protocolo de toma de muestra para análisis físico-químico y microbiológico.

- g) Los frascos deben ser transportados o enviados en una caja resistente para evitar roturas con su respectiva etiqueta o identificación correspondiente. La caja tendrá suficiente espacio para colocar las bolsas con la mezcla refrigerante que permitirá que la muestra se conserve a temperatura de refrigeración.

Figura 14: Etiquetado de la muestra.



Fuente: Protocolo de toma de muestra para análisis físico-químico y microbiológicos.

9.6 MÉTODOS

Los métodos utilizados para la construcción del Prototipo con sus componentes fueron los siguientes:

9.6.1 Investigación descriptiva

Mediante esta investigación se identificó la eficacia y el funcionamiento del Concentrador Solar Parabólico (CSP), de esta manera se pretende establecer una relación concreta entre el investigador y el prototipo consiguiendo datos que aporten para el desarrollo de la investigación.

9.6.2 Investigación Bibliográfica

Este método facilitó la recopilación de información de fuentes bibliográficas confiables tales como: libros, catálogos, tesis y manuales que permita establecer recomendaciones que aporten al proyecto investigativo.

9.6.3 Investigación de Campo

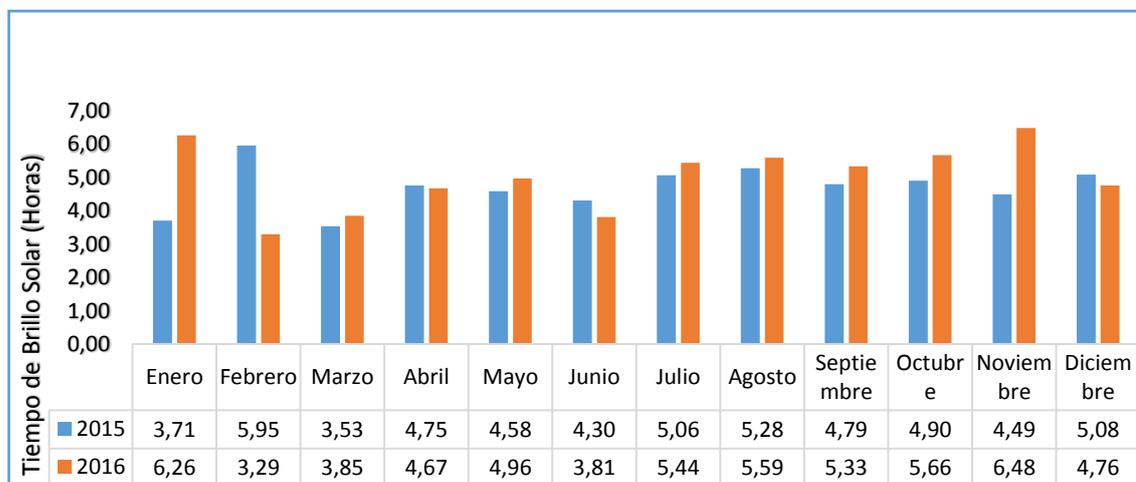
Con este método se recopiló datos de la concentración de horas/luz o brillo solar y la velocidad del viento, mediante los datos estadísticos de la Estación Meteorológica del Campus CEYPSA.

10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

10.1 Potencial energético solar del campus (CEYPSA)

Las amplitudes de datos de heliofanías promedio anuales, mensuales y diarias adquiridas en los distintos observatorios de la Estación Meteorológica del Campus (CEYPSA) son las que se describen en la Figura 15:

Figura 15: Promedio de Heliofanía.

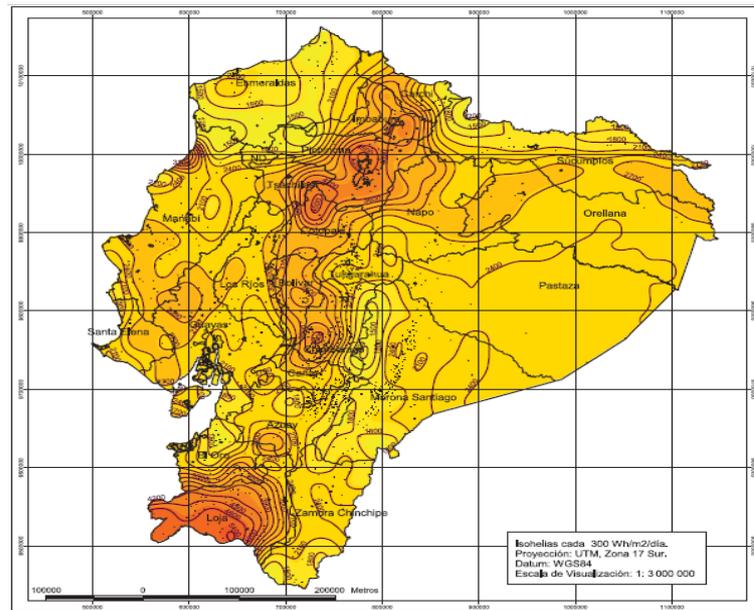


SUMATORIA ANUAL	2015	56,43 (horas/luz)	2016	60,10 (horas/luz)
MEDIA ANUAL	4,66 (horas/luz)		4,91(horas/luz)	

Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

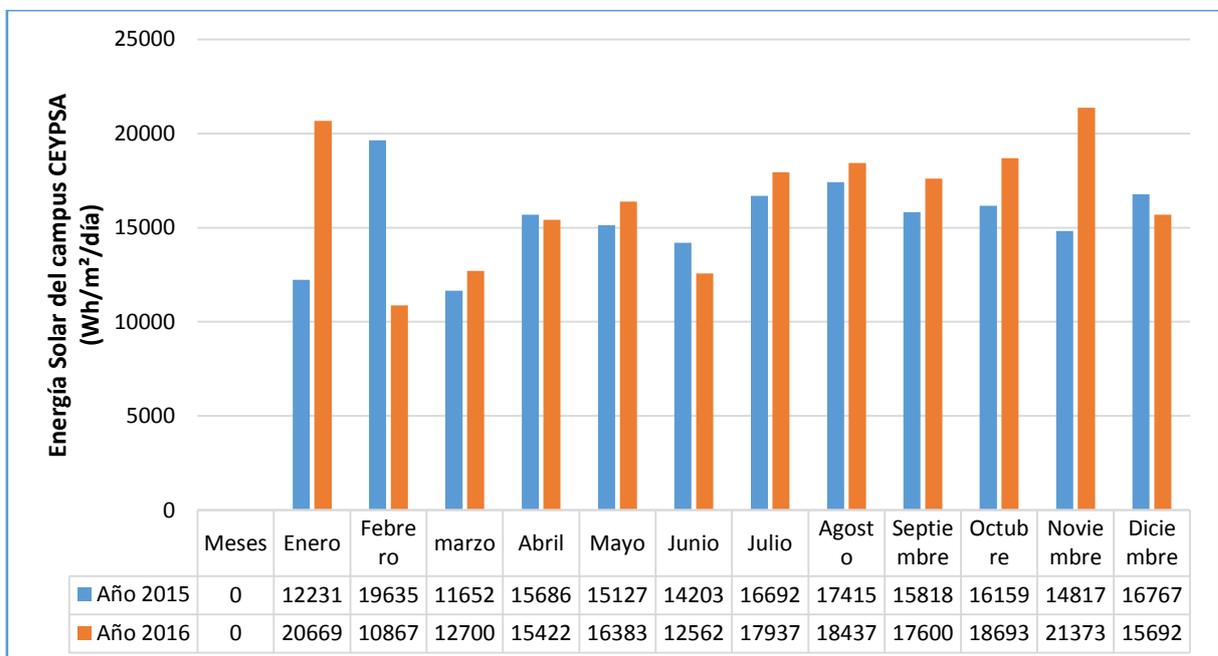
La duración del brillo solar o heliofanía en horas, representa el tiempo total durante el cual incide luz solar directa sobre los elementos registradores de la Estación Meteorológica del campus (CEYPSA), entre la mañana y el atardecer. El Brillo Solar Mensual está dado por el promedio de Brillo Solar diario, sumando todos los días del mes. En la Figura N° 13, se puede observar que en el año 2015 en los meses de febrero, julio, agosto y diciembre existe un brillo solar superior a 5 (horas/luz). Mientras que en el año 2016 en los meses de enero y noviembre el brillo solar es superior a 6 (horas/luz) y el resto de los meses de los dos años posee brillo solar inferior a 4(horas/luz).

Figura 16: Atlas Solar del Ecuador.



Fuente: CONELEC (Insolación Directa Promedio 2010).

Figura 17: Potencial Energético Solar del campus CEYPSA.



SUMATORIA ANUAL	186203 Wh/m²/día	198335 Wh/m²/día
MEDIA ANUAL	15372 Wh/m²/día	16215 Wh/m²/día

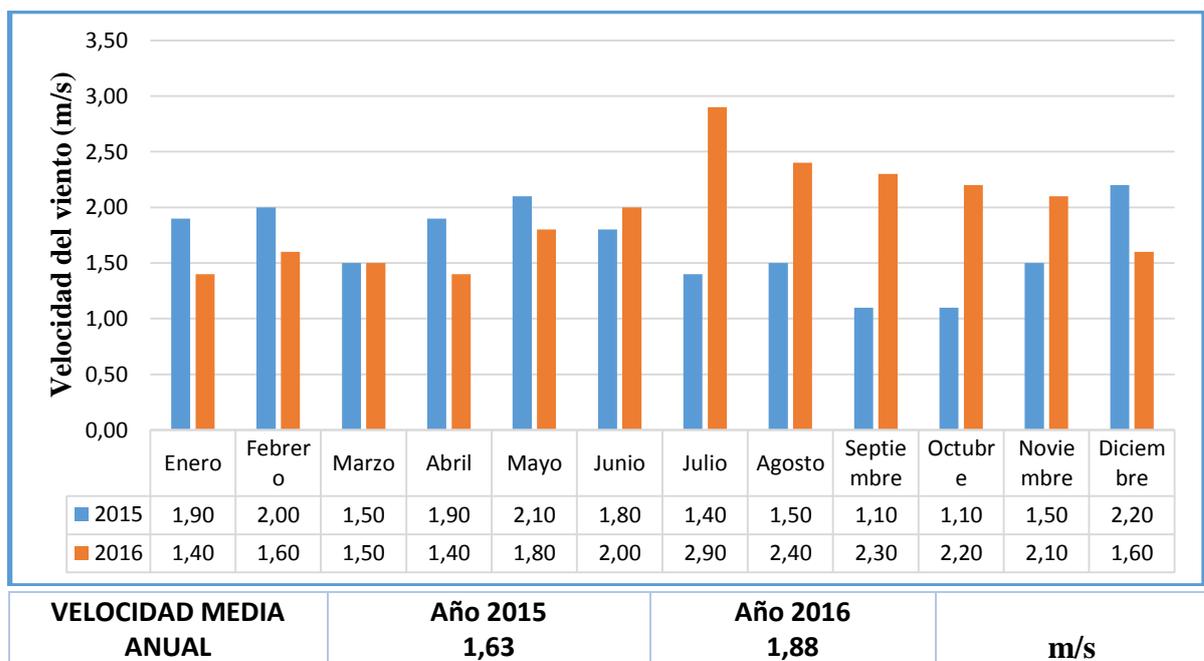
Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

Según (CIE, Corporación para la Investigación Energética , 2008), la insolación directa promedio en la Provincia de Cotopaxi es de 3300 Wh/m²/día. Esta radiación solar directa se multiplica por el número de horas de brillo solar para determinar el potencial energético solar en el campus Salache. En el año 2015 se tiene mayor cantidad de potencial solar energético en los meses de febrero, julio, agosto y diciembre. El resto de meses se registra casi la misma cantidad de energía solar, por ello existe un valor medio anual de 15372 Wh/m²/día. En el año 2016 existe mayor cantidad de radiación solar en los meses enero, octubre y noviembre un total de 16215 Wh/m²/día, y el resto de los meses poseen radiación solar directa de igual magnitud.

10.2 Potencial eólico del campus (CEYPSA)

Las amplitudes de datos de las velocidades medias del viento anual, mensual y diario adquiridas según los registros estadísticos de la Estación Meteorológica del Campus (CEYPSA) son las que se describen en la Figura 18:

Figura 18: Velocidad media anual del viento en el campus CEYPSA.



Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

La velocidad del viento Mensual está dada por la velocidad media diaria, promediando todos los días del mes. En este caso se puede apreciar en la Figura N° 16, que en el año 2015 en los meses febrero, mayo y diciembre son los meses que poseen velocidades medias superior a $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Mientras que en el año 2016 a partir del mes de julio hasta noviembre tenemos un valor superior a 2,10 m/s, y el resto de los meses poseen casi las mismas velocidades. La diferencia de la velocidad media anual se puede observar que en el año 2016 existe una velocidad superior a 1,50 m/s. La velocidad del viento en el campus (CEYPSA), es superior a 1,5 m/s, y por lo tanto el aerogenerador de eje vertical tipo savonius funciona con esta velocidad.

10.3 Requerimientos de energía para evaporar el agua

Con los datos de la Heliofanía y la velocidad del viento que existe en el campus (CEYPSA), se diseñó el prototipo con las siguientes dimensiones.

Área de la parábola:

Datos:

Base= 2,40 metros

Altura= 1,00 metro

$$\text{Ec. 2} \quad A = b \cdot h$$

$$A = 2,40\text{m} \cdot 1,00\text{m}$$

$$A = 2,40\text{m}^2$$

Volumen de agua que puede almacenar el foco

Datos:

Longitud del foco= 2,40 metros

Diámetro del foco= $1 \frac{1}{4} \rightarrow$ Equivalente a 31,70 mm \rightarrow 0,0317m

Radio= 0,01585 metros

$$\text{Ec. 3} \quad V = r^2 \cdot \pi \cdot L$$

$$V = (0,01585\text{m})^2 \cdot 3,1416 \cdot 2,40\text{m}$$

$$V = 0,0018\text{m}^3 \rightarrow 1,8 \text{ l}$$

La irradiación solar promedio de la superficie en el campus (CEYPSA) es de $3297,28 \text{ W/m}^2/\text{día}$. Una medida del potencial energético para calcular la radiación solar que se concentra en el Prototipo.

$$I = 3297,28 \text{ W/m}^2/\text{día}$$

$$A = 2,40 \text{ m}^2$$

Ec. 4 **$I = \text{Potencial energético} * \text{área del prototipo}$**

$$I = 3297,28 \text{ W/m}^2/\text{día} * 2,40 \text{ m}^2$$

$$I = 7913,47 \text{ W/día}$$

La radiación solar que se concentra en el área del cilindro parabólico y refleja el foco no se aprovecha al 100% en toda el área del prototipo. Solamente se aprovecha el 70% de energía solar, por lo que el 30% se disipa en forma de calor en la lámina de acero inoxidable.

Ec. 5 **$I = \text{Potencial energético} * \% \text{ de aprovechamiento}$**

$$I = 7913,47 \text{ W/día} * 0,70$$

$$I_T = 5539,43 \text{ W/día}$$

$$1 \text{ Kcal} = 1000 \text{ Cal}$$

$$1 \text{ W} = 860,42 \text{ Cal/h}$$

Con el presente valor se realiza una relación para transformar de unidades:

$$\begin{array}{l}
 1 \text{ W} \rightarrow 860,42 \text{ Cal} \\
 5539,43 \text{ Wh/día} \rightarrow ? = 4766236,70 \text{ Cal} \rightarrow \mathbf{4766,23 \text{ Kcal}}
 \end{array}$$

La ley termodinámica de Arquímedes menciona que para calentar 1 litro de agua a 1°C se necesita 1000 Cal o 1 Kcal .

$$1 \text{ l} \longrightarrow 1^\circ\text{C} \longrightarrow 1000\text{Cal}$$

$$1,8 \text{ l} \longrightarrow ? = \mathbf{1800\text{Cal}} \text{ o } \mathbf{1,8\text{Kcal}}$$

Ejemplo: La temperatura del agua normal es de 15°C . Si queremos elevar 1,8 litros de agua a 85°C . ¿Cuántas Kcal necesitamos?

$$1 \text{ l} \longrightarrow 85^\circ\text{C} \longrightarrow 85000\text{Cal}$$

$$1,8 \text{ l} \longrightarrow ? = \mathbf{153000\text{Cal}} \text{ o } \mathbf{153\text{Kcal}}$$

$$153\text{Kcal} \longrightarrow 1,8 \text{ l de agua}$$

$$4766,23\text{Kcal} \longrightarrow ? = \mathbf{56 \text{ l/día}}$$

Tenemos un total de 4766,23Kcal en el prototipo, capacidad para calentar 56 litros de agua por día.

10.4 Energía requerida para enfriar el agua

Para enfriar el agua tenemos un recipiente metálico de 1m de altura y con un diámetro interno de 56cm, un aerogenerador de eje vertical sobre la tapa del recipiente que con la velocidad promedio de 1,76m/s, permite girar las hélices que se encuentra en el interior del recipiente y por último tenemos 14 metros de tubo de acero inoxidable enrolladas de forma de esferoidal, con el fin de disipar calor.

DATOS:

¿Cuántas Calorías son necesarias para calentar 200 L de agua, de 15°C a 70°C ? siendo la densidad del agua 1 kg/L y el calor específico del agua 1 kcal/(kg \cdot °C)? Cuánta potencia es necesaria para realizar esa operación en 3 horas.

$$Q = 1,8 \text{ l/s} \longrightarrow 0,0018\text{m}^3/\text{s}$$

Ec. 6 $Q = M \cdot ce \cdot \Delta t$

$$Q = 200 * 1 * 20$$

$$Q = \mathbf{4000 \text{ Cal} - 14 \text{ Kcal}}$$

El agua que se eleva a una temperatura de 100°C con 100Kcal al disipar calor y al reducir la temperatura hasta los 20°C, durante el transcurso de los 11m de tubería de acero inoxidable en forma esferoidal el agua llega al grifo con 20Kcal.

10.5 Dimensionamiento del Prototipo con sus componentes:

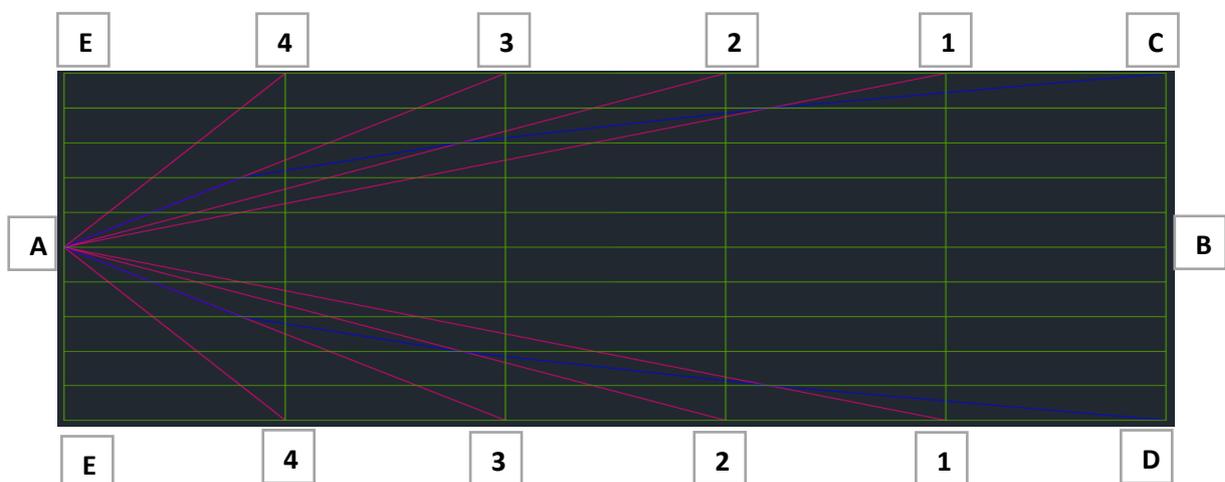
10.5.1 Dimensionamiento del Sistema Parabólico

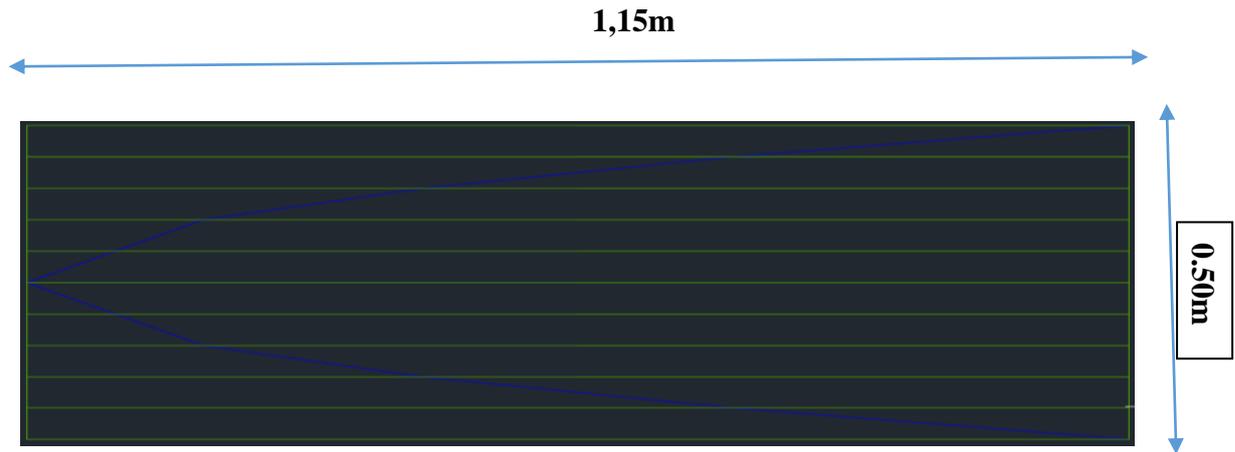
Un concentrador solar es básicamente un perfil parabólico que tiene un centro denominado foco porque todos los rayos solares paralelos que inciden sobre este perfil se van a reflejar en el foco.

El método del paralelogramo consiste en el diseño de un rectángulo. El lado recto del rectángulo mide 1,15 metros de longitud que se encuentran divididos en cinco partes iguales de 0.23 metros.

EL ancho del rectángulo mide 0,50 metros de ancho y se encuentra dividida en diez partes iguales de 0.05 metros, la distancia focal es de 0,25 metros y la parábola se forma con el diseño en una lámina de madera.

Figura 19: Descripción del método del paralelogramo para dibujar una parábola.



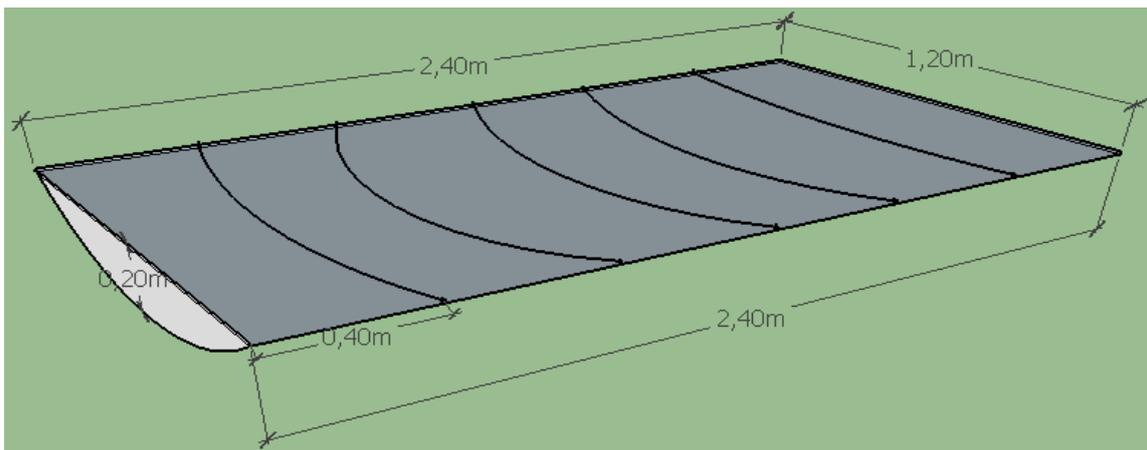


Fuente: Dibujo de la Parábola – método del Paralelograma.

10.5.2 Dimensionamiento del soporte de la lámina de acero inoxidable

La lámina de acero inoxidable posee las dimensiones de 2,40m*1,20m y el área que posee es de 2,88 m², para ello se diseñó un soporte con tubo galvanizado de media pulgada con las medidas que se muestran a continuación:

Figura 20: Soporte de la lámina de acero inoxidable.



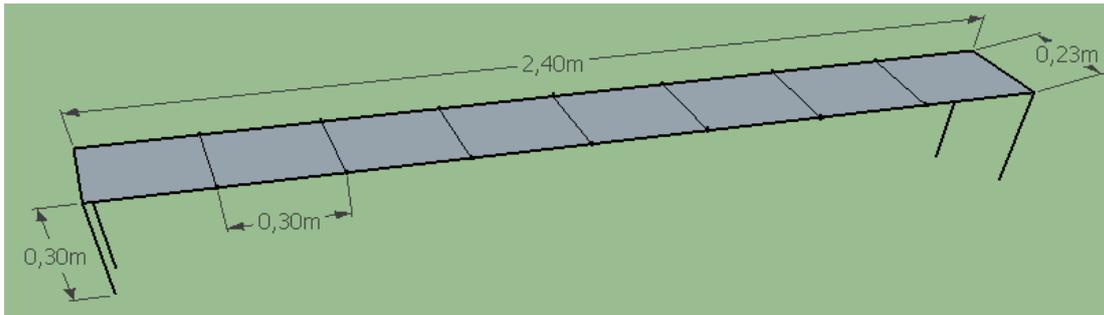
Fuente: SketchUp 2015.

Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

10.5.3 Dimensionamiento del Soporte para la acoplación de los Lentes Fresnel

El soporte de los lentes fresnel mide 2 metros de longitud por 0,23 metros de ancho y cuenta con separadores de 6 separadores de 0,28 metros cada uno.

Figura 21: Soporte de aluminio para lentes fresnel.



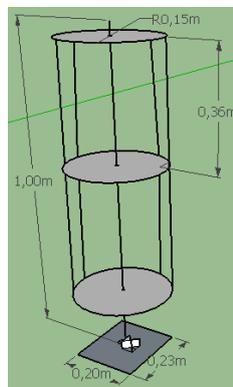
Fuente: SketchUp 2015.

Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

10.5.4 Dimensionamiento del Aerogenerador Vertical tipo Savonius

El aerogenerador cuenta con un tubo de acero galvanizado de 1,20 metros de altura, con cuatro circunferencias de triple de 0,30 metros de diámetro, en el centro cuenta con un orificio de 0,03 metros de diámetro, cuenta con una base triple de 0,20 x 0,20 metros y por último contiene cuatro aspas de 0,40 metros de largo por 0,20 metros de ancho.

Figura 22: Aerogenerador de eje vertical tipo savonius.



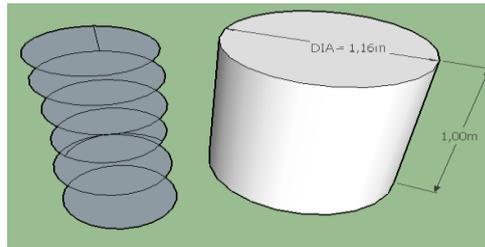
Fuente: SketchUp 2015.

Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

10.5.5 Dimensionamiento del Sistema de Enfriamiento

El sistema de enfriamiento cuenta con un recipiente de plástico capacidad de 200 litros, con tubería de acero inoxidable de 11 metros.

Figura 23: Sistema de enfriamiento.



Fuente: SketchUp 2015.

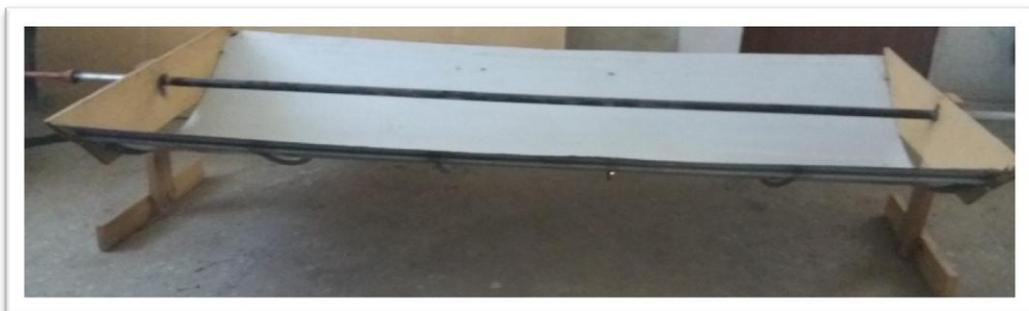
Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

10.6 Construcción del Prototipo:

10.6.1 Construcción del Concentrador Solar Parabólico

En primer lugar se realizó el esqueleto metálico de tubo galvanizado, para soportar la parábola formada con la lámina de acero inoxidable, entorchados por medio de tuercas. Después se realizó un soporte de la parábola con material triple a los extremos y las patas inferiores. Y por último se realizó un orificio de 0,05 metros de diámetro en el centro del triple, para colocar el foco pintado de color negro de 3 metros de longitud.

Figura 24: Concentrador solar parabólico.



Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

10.6.2 Construcción del soporte para la acoplación de los Lentes Fresnel

El soporte de los lentes fresnel se realizó con material de aluminio. Primero se formó un rectángulo de 2 metros de longitud por 0,23 metros de ancho. Y por último se realizó seis separaciones de 0,28 metros de distancia.

Figura 25: Soporte de aluminio de los lentes fresnel.



Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

10.6.3 Construcción del Aerogenerador Vertical tipo Savonius

El aerogenerador tipo savonius posee 1,20 metros de altura, cuenta con una base de 0,15 x 0,15 metros de distancia asegurados con tuercas respectivas. Contiene cuatro Circunferencias de 0,30 metros de diámetro en material de triple. Además, posee ocho aspas de 0,40 metros de largo por 0,20 metros de ancho en material de lámina de acero.

Figura 26: Aerogenerador de eje vertical tipo savonius.



Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

10.6.4 Construcción del sistema de Enfriamiento

La acoplación del sistema de enfriamiento consta de realizar los orificios correspondientes o actividades de plomería desde la entrada del grifo al prototipo hasta la salida del foco para que ingrese a un recipiente de plástico de 200 litros. Luego el agua recorre por la tubería de cobre en forma circular con la finalidad de que el agua no se encuentre contaminada. Por último el agua brota por una manguera de salida, que es agua apta o segura para el consumo de la comunidad universitaria.

Figura 27: Sistema de enfriamiento.



Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

10.6.5 Instalar el Prototipo con sus componentes

El Concentrador Solar Parabólico (CSP) y sus componentes tales como: El soporte de los lentes fresnel, el aerogenerador de eje vertical tipo savonius y el sistema de enfriamiento se implementará detrás del edificio del campus junto al bar escolar. Por la razón de que en este sector la energía solar se concentra con gran capacidad en el foco y existe mayor cantidad de velocidad de viento que permite el movimiento del aerogenerador.

Figura 28: Implementación del prototipo.



Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

10.7 Análisis de la calidad de agua

10.7.1 Análisis de la calidad de agua antes de ejecutar el proyecto

Resultados del análisis del estado actual de la calidad de agua potable del campus (CEYPSA), del grifo N° 01:

Tabla 9: Resultado anterior de los parámetros físico-químicos.

<i>PARÁMETROS</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>RESULTADOS</i>	<i>LÍMITE MÁXIMO</i>	<i>CUMPLE SI/NO</i>
Color aparente	Unidades de Color Aparente (Pt-Co)	2.5	15	SI CUMPLE
Olor		Sin olor	Sin olor	SI CUMPLE
Aspecto	NTU	Transparente	Transparente	SI CUMPLE
pH	(Pt-Co)	7.6	7 - 9	SI CUMPLE
Temperatura	°C	14	15	SI CUMPLE
Turbiedad	NTU	0,11	5	SI CUMPLE
Cloro libre residual	Mg/l	0	0,3 – 1,5	SI CUMPLE

Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

Tabla 10: Resultado anterior de los parámetros microbiológicos.

<i>PARÁMETROS</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>RESULTADOS</i>	<i>LÍMITE MÁXIMO</i>	<i>CUMPLE SI/NO</i>
Aerobios Mesófilos	ufc/100ml	67	30	NO CUMPLE
Colibacilos Totales	ufc/100ml	20	10	NO CUMPLE
Colibacilos Fecales	ufc/100ml	0	0	SI CUMPLE

Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

Los resultados del análisis físico-químico y microbiológico de la calidad del agua potable del campus (CEYPSA), en comparación con la Norma INEN 1108:2014-01 “Agua Potable”-Requisitos, algunos parámetros exceden los Límites Máximos de Permisibilidad. Tales como Aerobios Mesófilos 67 ufc/100ml y Colibacilos Totales 20 ufc/100ml, estos parámetros superan los Límites Máximos Tolerables. Por lo tanto, es necesario realizar buenas prácticas de Desinfección y Cloración.

10.7.2 Análisis de la calidad de agua después de ejecutar el Proyecto

Tabla 11: Resultado posterior de parámetros físico-químicos.

<i>PARÁMETROS</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>RESULTADOS</i>	<i>LÍMITE MÁXIMO</i>	<i>CUMPLE SI/NO</i>
Color aparente	Unidades de Color Aparente (Pt-Co)	5	15	SI CUMPLE
Olor		Sin olor	Sin olor	SI CUMPLE
Aspecto	NTU	Transparente	Transparente	SI CUMPLE
pH	(Pt-Co)	7,48	7 - 9	SI CUMPLE
Temperatura	^a C	14	15	SI CUMPLE
Turbiedad	NTU	3,5	5	SI CUMPLE
Cloro libre residual	Mg/l	0	0,3 – 1,5	SI CUMPLE

Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

Tabla 12: Resultado posterior de parámetros microbiológicos.

<i>PARÁMETROS</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>RESULTADOS</i>	<i>LÍMITE MÁXIMO</i>	<i>CUMPLE SI/NO</i>
Aerobios Mesófilos	ufc/100ml	20	30	SI CUMPLE
Colibacilos Totales	ufc/100ml	8.40	10	SI CUMPLE
Colibacilos Fecales	ufc/100ml	0	0	SI CUMPLE

Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

Los resultados del análisis físico-químico y microbiológico de la calidad del agua potable del campus (CEYPSA), luego de ejecutar el proyecto en comparación con la Norma INEN 1108:2014-01. Los parámetros microbiológicos que excedían los Límites Máximos de Permisibilidad, con la elevación de la temperatura los aerobios mesófilos se encuentran dentro de los rangos permisibles sin embargo los colibacilos totales exceden los límites permisibles. Este tipo de prototipo de obtención de agua segura para el consumo humano, reduciendo la cantidad de microorganismos funciona adecuadamente, solamente para algunos microorganismos que se mueren cuando lleguen a su punto de ebullición.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):

11.1. Técnicos

- El desarrollo del prototipo utilizado para la adecuación del agua local para el consumo humano, reduce la dependencia tecnológica, al incluir diseños locales, materiales de bajo costo y procesos que no requieren de vigilancia constante.
- El sistema de acondicionamiento de agua puede ser escalado y eventualmente satisfacer las necesidades de la población de CAREN, reduciendo el impacto ecológico de consumo de agua embotellada.

11.2. Sociales

- Al implementar el prototipo en el campus (CEYPSA), se dará a futuro agua limpia apta para el consumo humano y así satisfacer las necesidades de la comunidad universitaria a bajo costo.
- Al mejorar la calidad de agua disponible para la comunidad universitaria se aporta con la sostenibilidad socio-ecológica del campus CEYPSA.

11.3. Ambientales

- No causa alteración alguna al entorno ambiental, donde este implementado el Prototipo.
- Este prototipo puede ser un modelo para el desarrollo comunitario sostenible reduciendo la contaminación ambiental y generando agua segura para el bienestar de la sociedad.

11.4. Económicos

- Los costos de ejecución del prototipo con sus componentes, puede llegar a ser más económicos que otros sistemas de desinfección del agua de microorganismos patógenos, ofrecidos en el mercado.

12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO:

Tabla 13: Costos del Proyecto.

ITEM	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
HERRAMIENTAS					
1	Taladro	Unidad	1	20,00	20,00
2	Amoladora	Unidad	1	30,00	30,00
3	Serrucho	Unidad	1	3,00	3,00
4	Martillo	Unidad	1	2,00	2,00
5	Destornilladores	Unidades	2	0,75	1,50
6	Flexómetro	Unidad	1	1,50	1,50
SUBTOTAL					58,00
MATERIALES					
7	Manguera	Metros	30	0,75	22,50
8	Tubo galvanizado 1/2	Metros	6	3,00	18,00
9	Tubo de acero inoxidable de 1/8	Metros	15	2,00	30,00
10	Tubo galvanizado de 1 1/4	Unidad	1	5,00	5,00
11	Válvula metálica	Unidades	3	2,00	6,00
12	Llave de 1/2 pulgada	Unidad	1	3,00	3,00
13	Reducciones de 1 1/4 a 1/2	Unidades	2	0,75	1,50
14	Lamina de acero inoxidable	Unidad	1	60,00	60,00
15	Recipiente metálico de 200 l	Unidad	1	20,00	20,00
16	Lentes fresnel	Unidades	8	20,00	160,00
17	Tornillos de 1/2 Pulgada	Caia	1	4,00	4,00
18	Tabla tripex MDF	Unidades	2	15,00	30,00
19	Recipiente plástico de 60 l	Unidad	1	8,00	8,00
20	Tubo galvanizado de 3/4	Unidad	1	3,00	3,00
21	Lámina de Aluminio	Unidades	2	2,00	4,00
22	Hélice	Unidad	1	3,00	3,00
23	Chumaceras de 1 1/4	Unidades	2	9,00	18,00
24	Soporte de Aluminio	Unidad	1	30,00	30,00
SUBTOTAL					426,00
SUMINISTROS					
25	Cámara fotográfica	Unidad	1	50,00	50,00
26	Computadora	Unidad	1	200,00	200,00
27	Flash memory	Unidad	1	11,00	11,00
28	Impresora	Unidad	1	100,00	100,00
29	Papel	Unidades	3	3,00	9,00
SUBTOTAL					370,00
RECURSO HUMANO					
30	Mestro Carpintero	Unidad	1	25,00	25,00
31	Maestro soldador	Unidad	1	35,00	35,00
SUBTOTAL					60,00
GASTOS VARIOS					
32	Alimentación	Unidades	30	1,50	45,00
33	Transporte	Unidades	30	1,00	30,00
SUBTOTAL					75,00
TOTAL DE INVERSIÓN					989,00

Elaborado por: Javier Tigasi (2017).

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

13.1 Conclusiones:

- Mediante los datos estadísticos de la Estación Meteorológica del campus (CEYPSA), el promedio anual del potencial energético solar es de $15372 \text{ W/m}^2/\text{día}$ y del potencial eólico de la velocidad media anual es de $1,79\text{m/s}$.

- Con el potencial energético solar del campus (CEYPSA) y las dimensiones del cilindro parabólico para generar 56 litros/día de agua limpia y segura, se requiere $4766,23\text{Kcal}$ para elevar el agua a una temperatura de $85\text{-}100^\circ\text{C}$ una velocidad media superior a $1,5\text{m/s}$ para enfriar el agua a los $15\text{-}20^\circ\text{C}$.

- Mediante un pre-análisis de la calidad de agua del sector se determinó que existen parámetros, como los, aerobios mesófilos 67 ufc/ml y colibacilos totales 20 ufc/ml que no cumplen con los límites máximos de permisibilidad, después del diseño y la implementación del prototipo se evaporó el agua superior a los 85°C , a esta temperatura los parámetros microbiológicos llegan a su etapa final de vida y tenemos el siguiente resultado aerobios mesófilos 20 ufc/ml y colibacilos totales 8.40 ufc/ml .

13.2 Recomendaciones:

- Para determinar el potencial energético solar y eólico es necesario realizar un análisis de los datos meteorológicos de un periodo de dos años atrás, con el fin de dar a conocer las variaciones climáticas que se presentan en el área de estudio.

- Realizar el diseño y la implementación del prototipo con un enfoque a largo plazo, para que sea muy útil en la obtención de agua segura, acogiendo a los parámetros de calidad presentes en la normativa vigente.

- Para verificar la calidad del agua que se obtiene del prototipo es necesario realizar un análisis físico-químicos y bacteriológicos, para posteriormente ser comparados con la normativa respectiva.

14. BIBLIOGRAFIA:

"Anónimo". (2009). Microbiología General., (págs. 15-27).

Alatorre, F. (2009). *"Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable"*. SENER, Mexico. Recuperado el 05 de Junio de 2017, de http://www.sener.gob.mx/res/0/ER_para_Desarrollo_Sustentable_Mx_2009

Almanza, R., & Muñoz, F. (1994). *"Desinfección Solar"*. El Colegio Nacional, Ingeniería de la Energía Solar, México.

Aven. (2009). *"Guía práctica de la energía solar térmica"*. agencia valenciana de la energía.
Baillaire, R. (2007). *"Diseño de aerogeneradores con imanes permanentes para aplicaciones en electrificación rural "*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros, Departamento de Ingeniería Industrial, Chile. Recuperado el 10 de Octubre de 2016

CIE, Corporación para la Investigación Energética . (2008). *"Insolación Directa Promedio"*. Consejo Nacional de Electricidad, Ecuador. Recuperado el 25 de Febrero de 2017, de www.energia.org.ec

Constitución. (2008). Derechos del Buen Vivir *"Sumak Kawsay"*., (págs. 6-7).

Cornelio, J. (2002). *Administración de un Sistema de agua Potable*. Quito, Ecuador.

Fernandez, P. (2009). "Energía Eólica"., (págs. 27-42). Recuperado el 15 de Diciembre de 2016, de <http://es.libros.redsauce.net/>

Garrido, S. (2012). Refracción de Lentes Fresnel. *Guía técnica de la energía solar termoeléctrica*, 26-30. Recuperado de <http://www.fenercom.com / www.madrid.org>

Geyer, A. (2002). *"El Poder del Concentrador Solar Parabólico y Tecnologías Alternativas"* (Vol. Vol. X). Zurich, Suiza. Recuperado el 12 de Diciembre de 2016

Gómez, R. (2014). *Diseño e implementación de un sistema de seguimiento solar*. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias, Departamento de Postgrado e Hidrociencias. Montecillo: Edipcentro. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/1SIE.199.796768>

- Guzmán, C. (2012). *"Diseño Aerodinámico de un Aerogenerador de Eje Vertical tipo Savonius"*. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Guzmán, D. (2009). *Diseño de un generador eólico de eje vertical de baja potencia*. universidad Politécnica de València, España. Recuperado el 05 de Enero de 2017, de http://es.aliexpress.com/store/group/generator/1398659_259034480.html.
- Hooper, G. (1987). "Chemical Desinfección". *Handbook of Water Purification*, 19-21. Recuperado el 2016
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2014 - 01). *"Agua Potable - Requisitos"*. Norma Técnica Ecuatoriana 1108:2014.
- López, J. (2006). *"Energía solar térmica"*. instituto para la diversificación y ahorro de la energía (idae). Recuperado el 11 de enero de 2017
- Martinez, M. (2013). *Tecnologías para el uso sostenible del agua*. Tegucigalpa: Donaldo Cáceres Castejón.
- Mendieta, T., & Pérez, I. (2007). *"Diseño, construcción, control y automatización de un concentrador solar cilindro-parabólico"*. tesis colectiva, escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica de México D.F. Recuperado el 12 de Enero de 2017
- Milla, L. y. (2008). *"Aerogenerador de Electricidad Savonius"*. Tesis Doctoral, Universidad Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Lima-Perú.
- Moreno, R. (2012). *"Aerogenerador de eje horizontal frente a aerogenerador de eje vertical"*. Recuperado el 08 de Enero de 2017, de <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com/2012/07/aerogenerador-de-eje-horizontal-o-vertical.html>.
- Nagia, H., & Ishiyama, I. (s.f.). "Formas de aprovechar la energía eólica". *Wind Energy*, 12, 59-75. Recuperado el 10 de Octubre de 2016, de <http://www.ruland.com/espanol/acoplamiento.php?recordID=MSPC-15-15-F>
- Organización Mundial de la Salud, O. (1978). *Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de la Salud*. Alma Ata. Recuperado el 16 de Enero de 2017, de <http://www.ecojoven.com/tres/10/acuiferos.html>

- Paraninfo, T. (2002). Energías Renovables para el Desarrollo. *Corporación Internacional - José, M. de Juana*, 2-7. Recuperado el 20 de Noviembre de 2016, de <http://www.eere.energyto/windandhitro/windpoweringamerica/windmaps.asp>.
- Postigo, L. (10 de Octubre de 2008). "El mundo de la energía". 2-6. Recuperado de <http://www.bellera.org/molins/aerogen>.
- Prieto, R. (2012). "Aerogenerador de eje horizontal frente a aerogenerador de eje vertical". Tesis Doctoral. Recuperado de: <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com/2012/07/aerogenerador-de-eje-horizontal-o-vertical.html>. [Accessed: 20-Jan-2015].
- Quinteros, J. (2012). *Modelos renovables de desinfección del agua*. Paraguay.
- Rodier, J. (1989). "Análisis de Aguas" (Vol. III). Barcelona, España: Omega. Recuperado el 14 de Febrero de 2017
- Solsona, F., & Méndez, P. (2002). *Procesos de desinfección del Agua*. Lima: Crítica. Recuperado de <http://www.cepis.ops-oms.org>
- Tapia, S., Del Río, A., & Miñano, C. (Diciembre de 2012). *Diseño de un Concentrador Solar Parabólico*. Titulación: Ingeniero Técnico de Minas, Especialidad en Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, Departamento de Física Aplicada y Recursos Naturales, Paraguay. Recuperado de <http://www.mag.gov.py>
- Wegelin, M., Canonica, S., Mechsner, K., Fleischmann, T., Pesaro, F., & Metzler, A. (1994). Solar Water Desinfection. "Waterlines", Vol. 43 (Nº 3), pp. 154-169.

15. ANEXOS:**Anexo 1:** Aval de Centro Cultural de Idiomas.

Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS**AVAL DE TRADUCCIÓN**

En calidad de Docente del idioma inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en forma legal **CERTIFICO** que, la traducción del resumen del Proyecto Investigativo al idioma inglés presentado por el señor egresado, **TIGASI TIGASI CARLOS JAVIER** de la Carrera de Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, cuyo título versa **“DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA LIMPIA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL CAMPUS CEYPSA”** lo realizo bajo mi supervisión y cumple con la correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga 27 de julio del 2017.

Atentamente:

Ing. Wilmer Patricio Collaguazo Vega.
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS
C. C. 172241757-1



**CENTRO
DE IDIOMA**

Anexo 2: Hojas de Vida.**CURRÍCULUM VITAE****DATOS PERSONALES:**

APELLIDOS : Tigasi Tigasi
NOMBRES : Carlos Javier
CEDULA DE IDENTIDAD : 050400453-2
NACIONALIDAD : Ecuatoriano
LUGAR DE NACIMIENTO : Cotopaxi – Pujilí
FECHA DE NACIMIENTO : 24 de agosto de 1993
EDAD : 22 años
ESTADO CIVIL : Soltero
DIRECCION DOMICILIARIA : Pujilí – Comunidad Cachi Alto
TELEFONO : 0995918765
E-MAIL : javier_tigasi@hotmail.com

**ESTUDIOS REALIZADOS:****PRIMARIA:**

Escuela Fiscal “Félix Sánchez de Orellana”

SECUNDARIA:

Colegio Nacional “Provincia de Cotopaxi”

Especialidad: “Químico Biólogo”

CURSANDO ESTUDIO SUPERIOR:

“Universidad Técnica de Cotopaxi”

Carrera: “Ingeniería en Medio Ambiente”

IDIOMAS:

Inglés: Básico

Quichua: Básico

CURSOS REALIZADOS:

- ✓ **Certificado:** Por asistir al FORO NACIONAL “MAS ALLA DEL PETROLEO”
- ✓ **Certificado:** Por asistir al FORO “I CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACION Y MEDIO AMBIENTE”
- ✓ **Certificado:** Por asistir al evento de “EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL”

EXPERIENCIA LABORAL:

- ✓ En Instalaciones Eléctricas en la construcción de Infraestructuras en Quito, Barrio LA MENA 2 con el Tecnólogo Edgar Arias (durante 2 meses)
- ✓ En instalaciones de servicio básico como agua e instalaciones sanitarias con el Sr. Freddy Lema (durante 6 meses)
- ✓ En la construcción de Infraestructura con el Arquitecto Luis Torres (durante 3 años)

REFERENCIAS PERSONALES:

Tec. Edgar Arias Cel. 0996048111
 Sr. Freddy Lema Cel. 0984795339
 Arq. Luis Torres Cel. 0995349413

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES: CORDOVA YANCHAPANTA VICENTE DE LA DOLOROSA Cédula/Pase: 1801834822



FECHA Y LUGAR DE NACIMIENTO: 05/04/1960 EN 593_ZONANODELIMITADA_MDCU_900351

SEXO: HOMBRE ESTADO CIVIL: CASADO/A DISCAPACIDAD: NINGUNA

DIRECCIÓN: 593_PICHINCHA_MEJÍA_170350 23 DE JULIO 0202 Y LUIS CORDERO

Teléfono Convencional: 032875191 Celular: 0999731878 Operadora: ALEGRO

DATOS ACADÉMICOS:

TITULO	NOMBRE	AREA	SUBAREA	PAIS	SENESCYT
Doctor PH.D	DOCTOR EN EDUCACIÓN	Ciencias Básicas	Medio Ambiente	EEUU	5435R-12-12303
Magister	MASTER OF SCIENCE	Ciencias Básicas	Medio Ambiente	EEUU	5435R-12-11953
Ingeniero (a)	INGENIERO AGRÓNOMO	Agrícola y Pecuaria	Ciencias Agrarias	Ecuador	1010-08-866090

CURSOS Y CERTIFICADOS:

TIPO	NOMBRE	INSTITUCION	HORA S	FECHA
Actualización Científica	CONFERENCIA REGIONAL ANDINA: CONFRONTANDO LOS IMPA	AGENCIA NACIONAL DEL AGUA, PERÚ	20	13/febrero/2015
Certificado	APLICACIÓN DE ITEMS MEDIANTE RECURSOS E-LEARNING Y	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	10	22/noviembre/2014
Actualización Científica	I JORNADAS CIENTÍFICAS "UTC 2014", CIENCIA, TECNOL	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	03/octubre/2014
Certificado	CUMBRE DEL BUEN CONOCER	MINISTERIO COORDINADOR DE CONOCIMIENTO Y TALENTO H	40	30/mayo/2014
Curso	CAPACITACIÓN SOBRE ELABORACIÓN DE PUBLICACIONES CI	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	28/febrero/2014
Actualización Científica	FITOMEJORAMIENTO Y SISTEMAS DE SEMILLAS	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	13/noviembre/2013
Formación Pedagógica Andragógica	JORNADAS JORNADAS ACADÉMICAS 2013 "GESTIÓN ACADÉMI	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	15/marzo/2013

PUBLICACIONES DE LIBROS O REVISTAS:

TIPO	TITULO	PAG	EDIC	AÑO	ISBN
------	--------	-----	------	-----	------

EXPERIENCIA LABORAL:

TIPO	INSTITUCION	CARGO	CATEDRA	INICIO	FIN	REFERENCIA	TLF-REF
------	-------------	-------	---------	--------	-----	------------	---------

DATOS LABORALES DENTRO DE LA UTC:

CAMPUS	RELACION-LAB	CARGO	FUNCION-ADM
SL	Contrato con Relacion de Dependencia	Docente	PROFESOR OCASIONAL - PHD - TIEMPO COMPLETO

CURRICULUM VITAE

1.- DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS: POLIVIO OSWALDO MORENO NAVARRETE

FECHA DE NACIMIENTO: 12/08/1959

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0501047641

ESTADO CIVIL: CASADO

NUMEROS TELÉFONICOS: 2729205 0998784791

E-MAIL: polopm@hotmail.es



2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL PRIMARIO: Escuela “Dr. Isidro Ayora”

NIVEL SECUNDARIO: Instituto Superior “Vicente León”

NIVEL SUPERIOR: Universidad Técnica de Ambato, Universidad Cooperativa de Colombia y Universidad Técnica de Cotopaxi

3.- TITULOS

PREGRADO:

- Licenciado en ciencias Administrativas
- Doctor en Administración y Gestión Pública

POSTGRADO:

- Master en Gestión de la Producción

4.- EXPERIENCIA LABORAL

Universidad Técnica de Cotopaxi 2002-2015

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología 1981-2012

Colegio Francisca de las Llagas 1990-1991

Aglomerados Cotopaxi S.A. 1979

5.- CARGOS DESEMPEÑADOS

Docente UTC

Encargado de la estación Agrometeorológica de Rumipamba-Salcedo INAMHI

Docente del colegio Francisca de las Llagas

Jefe de Productos terminados ACOSA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: MENA MORA

NOMBRES: FREDY RAÚL

ESTADO CIVIL: CASADO

CEDULA DE CIUDADANÍA: 1711688133

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: QUITO, 11 DE ABRIL DE 1971

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: PASAJE OE 2D CASA S 28-48 Y BORBÓN TELÉFONO

CONVENCIONAL: 022686267 TELÉFONO CELULAR: 0987171850

EMAIL INSTITUCIONAL: fredy.menautc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	NIVEL TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
TERCER	ARQUITECTO	2003-10-31	1005-03-456366
CUARTO	MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL	2013-05-21	1039-13-86035952

HISTORIAL PROFESIONAL

Actualmente cursando estudios de Doctorado en la línea de investigación: Urbanismo Sostenible y Planificación del Territorio en la Escuela Internacional de Postgrado de la Universidad de Extremadura. Campus Badajoz – España.

Técnico de la Asociación de Municipalidades del Ecuador, técnico municipal en las áreas de catastro y planificación en los municipios de Cuyabeno, Quito y Saquisilí, Ex - docente en la Universidad Central del Ecuador. Líneas de investigación: gestión municipal, urbanismo, ordenamiento territorial, paisaje, sistemas de información geográfica

CURRICULUM VITAE

- **INFORMACIÓN PERSONAL**

Nombres y Apellidos: José Antonio Andrade Valencia

Fecha de Nacimiento: 19 marzo de 1979

Cedula de Ciudadanía: 050252448-1

Estado Civil: Casado

Número Telefónico: 0987-988-397

E-mail: jose.andrade@utc.edu.ec



- **FORMACIÓN ACADÉMICA**

Nivel Primario: Escuela “Isidro Ayora”

Nivel Secundario: Instituto Tecnológico Superior “Ramón Barba Naranjo”

Nivel Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi

Títulos Obtenidos: **PREGRADO:** Ingeniero Agrónomo

POSTGRADO: Magister en Seguridad y Riesgos del Trabajo

- **EXPERIENCIA ACADÉMICA E INVESTIGATIVA**

➤ Director del proyecto: “Recuperación de germoplasma de especies vegetales de la zona nor-occidental de la provincia de Cotopaxi”

➤ Publicaciones (revistas indexadas) – (En trámite de publicación)

➤ Libros, capítulos de libros. (En trámite de publicación)

➤ Contribuciones a congresos, seminarios, etc.

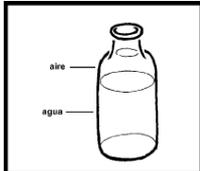
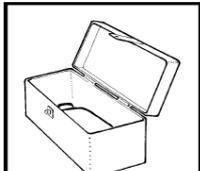
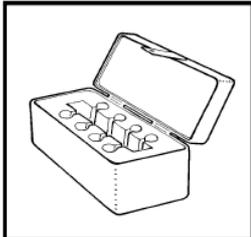
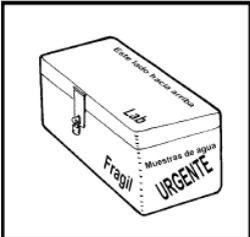
Expositor en temas sobre:

➤ Paramos Vinculacion con el sistema productivo.

➤ Tematicas Abordadas en Medio Ambiente, manejo de paramos.

➤ Caracterizacion morfologica del Arrayan Blanco (Eugenia florida) en el bosque humedo de la Maná.

Anexo 3: Protocolo de la toma de muestra según la Norma NTE 1108:2014 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, 2014 - 01).

Protocolo para la toma de muestras según la Norma NTE INEN 1108:2014	
<p>a) Limpieza del grifo.</p> 	<p>b) Esterilizar el frasco.</p> 
<p>c) Llenado del frasco de la muestra.</p> 	<p>d) Fijación de un espacio libre de aire.</p> 
<p>e) Tapado del frasco de la muestra.</p> 	<p>f) Transporte de la muestra al Laboratorio.</p> 
<p>g) Etiquetado de la muestra.</p>  	

Anexo 4: Procedimiento de la toma de muestras del agua potable del grifo.

<p>1) Limpieza y desinfección del grifo.</p> 	<p>2) Dejar correr el agua por dos minutos.</p> 
<p>3) Llenado del frasco.</p> 	<p>4) Formar una mezcla compuesta.</p> 
<p>5) Almacenamiento y transporte de la muestra al laboratorio.</p> 	

Anexo 5: Procedimiento de la toma de muestras del agua que sale del prototipo.

<p>Limpieza de la fuente</p> 	<p>Esterilizado de la fuente</p> 
<p>Dejar correr el agua por dos minutos</p> 	<p>Procedemos a tomar la muestra</p> 
<p>El tapado instantáneo de la muestra</p> 	<p>Etiquetado y transporte de la muestra</p> 

Anexo 6: Formato de etiqueta para la muestra del agua.

Ficha de Muestreo

 <p>Ingeniería Medio Ambiente</p>	<p>“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”</p>
DATOS GENERALES:	
Sitio En Estudio:	Lugar De Ejecución:
Provincia:	Uso Principal:
DATOS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO:	
Nombre Y Número De Muestreo:	Coordenadas UTM (WGS84):
	X: Y:
	X: Y:
	X: Y:
Fecha:	

Anexo 7: Resultados de los análisis físico-químicas y biológicas del agua potable del grifo.



LAQUIFARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

INFORME DE RESULTADOS

Ambato, Mayo 11 / 2017

	A	B	C	D	E	F	G
2654	ANÁLISIS FÍSICO- BACTERIOLÓGICO DE AGUAS						
2655							
2656	Informe de Laboratorio	No	FBA- 1052				
2657	Orden de trabajo	envase	1052				
2658	Presentación	mil	polietileno				
2659	Contenido		300				
2660	Identificación		Distribución- Bloques- Grifo No. 1				
2661	Cantón - Provincia		Latacunga- Cotopaxi				
2662	Empresa						
2663	Solicitante		Sr. Carlos Javier Tigasi				
2664	Fecha de muestreo		04-05-17				
2665	Motivo		Control de calidad				
2666							
2667							
2668		UNIDAD					
2669	PARAMETROS		RESULTADOS				
2670							
2671	pH	Pt-Co	7.6				
2672	Color aparente		2.5				
2673	Olor	oC	sin olor				
2674	Temperatura	mg/L	14				
2675	Cloro libre residual		0				
2676	Aspecto	NTU	transparente				
2677	Turbiedad		0.11				
2678							
2679	ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO						
2680							
2681	Aerobios Mesófilos	ufc/ 100 ml.	68				
2682	Colibacilos Totales	"	20				
2683	Colibacilos Fecales	"	0				
2684							
2685	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS						
2686							
2687		ufc/ 100 ml.	T-incubación	Deseable	Permisible	Tolerable	
2688	Aerobios Mesófilos	"	30 oC	0	10	30	
2689	Colibacilos Totales	"	35 oC	0	2	10	
2690	Colibacilos Fecales	"	44 oC	0	0	0	
2691							
2692	ufc/ 100 ml = Unidades formadoras de colonias / 100 ml						
2693							
2694	METODOLOGIA						
2695	Filtración en membranas Millipore, con medios de cultivo selectivos.						
2696							
2697	CONCLUSIONES						
2698	Referirse a la tabla de interpretación de resultados.						
2699	El agua presenta un significativo grado de contaminación, toda vez que los valores de Aerobios Mesófilos,						
2700	y colibacilos totales superan los límites máximos tolerables.						
2701	Realizar buenas prácticas de desinfección y cloración en todo el sistema de captación, conducción,						
2702	almacenamiento y distribución del agua.						

LAQUIFARVA
LABORATORIO QUÍMICO INTEGRAL
Dr. ENRIQUE VAYAS L. M.Sc.
Dr. Enrique Vayas M.Sc.

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL
CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS
Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado * Telefax: (03) 2423054 - 084 069372
E-mail: enva1050@hotmail.es * Ambato - Ecuador

Anexo 8: Resultados de los análisis físico-químicas y biológicas del agua que sale del Prototipo.



LAQUIFARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO DE AGUAS			
Informe de Laboratorio		FOA- 821	
Orden de trabajo	No.	821	
Presentación	envase	polietileno	
Contenido	ml	500	
Identificación	No. 1	Agua de grifo	
Tipo de muestra		Puntual	
Institución		CEYPSA	
Sector		Salche - UTC	
Cantón -Provincia		Latacunga- Cotopaxi	
Solicitante		Sr. Javier Tigasi	14h40
Fecha de muestreo		14-07-17	
Fecha de informe		18-07-17	
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO
Potencial Hidrógeno	U. pH	7.48	S.M. 4500-H+ B
Color aparente	Pt- Co	5	S.M. 2120 B
Turbiedad	NTU	3.5	S.M. 2130 B
Cloro libre residual	mg/ L	0	S.M. -4500- Cl B

LAQUIFARVA
Laboratorio Químico Integral
Dr. Enrique Vayas López M.Sc.

Dr. Enrique Vayas López M.Sc.

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL
CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS
Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado 1. Telefonos: (03) 2422368 - 2425054 - 0064 89372
E-mail: envalo50@hotmail.es * Ambato - Ecuador

LAQUIFARVA

LABORATORIO DE LABORATORIOS QUÍMICOS - ENTREGA
SOLICITA - ALIMENTAR - CONSULTORÍA - MEDIO AMBIENTE - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

INFORME DE RESULTADOS

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS POTABLE					
Informe de Laboratorio	No.	FQA - 821			
Orden de Trabajo	envase	821			
Presentación	ml	polietileno			
Contenido	No. 2	500			
Identificación	Agua de grifo				
Tipo de muestra	Puntual				
Institución	CEYPSA				
Sector	Salache - UTC				
Cantón - Provincia	Latacunga Cotopaxi				
Solicita	Sr. Javier Tiza	14h40			
Fecha de muestreo	17/07/2017				
Fecha de Informe	24/07/2017				
RESULTADOS					
Aerobios Mesófilos	ufc/ 100 ml	20			
Colibacilos Totales	"	8.40			
Colibacilos Fecales	"	0			
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS					
		T. incubación	Deseable	Permisible	Tolerable
Aerobios Mesófilos	ufc/ 100 ml	30 C	0	10	30
Colibacilos Totales	"	35 C	0	2	10
Colibacilos Fecales	"	44 C	0	0	0
UFC /100 ML. = Unidades formadoras de colonias / 100 ml					
Referirse a la Norma INEN 1108					
METODOLOGÍA					
Método de Colilert. Medios de cultivo selectivos.					
Los Métodos corresponden al Standard Methods.					
OBSERVACIONES					
Los resultados obtenidos en este análisis se refieren exclusivamente a la muestra puntual entregada por el solicitante. El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de muestra, transportación y veracidad en cuanto a la información proporcionada por el cliente.					



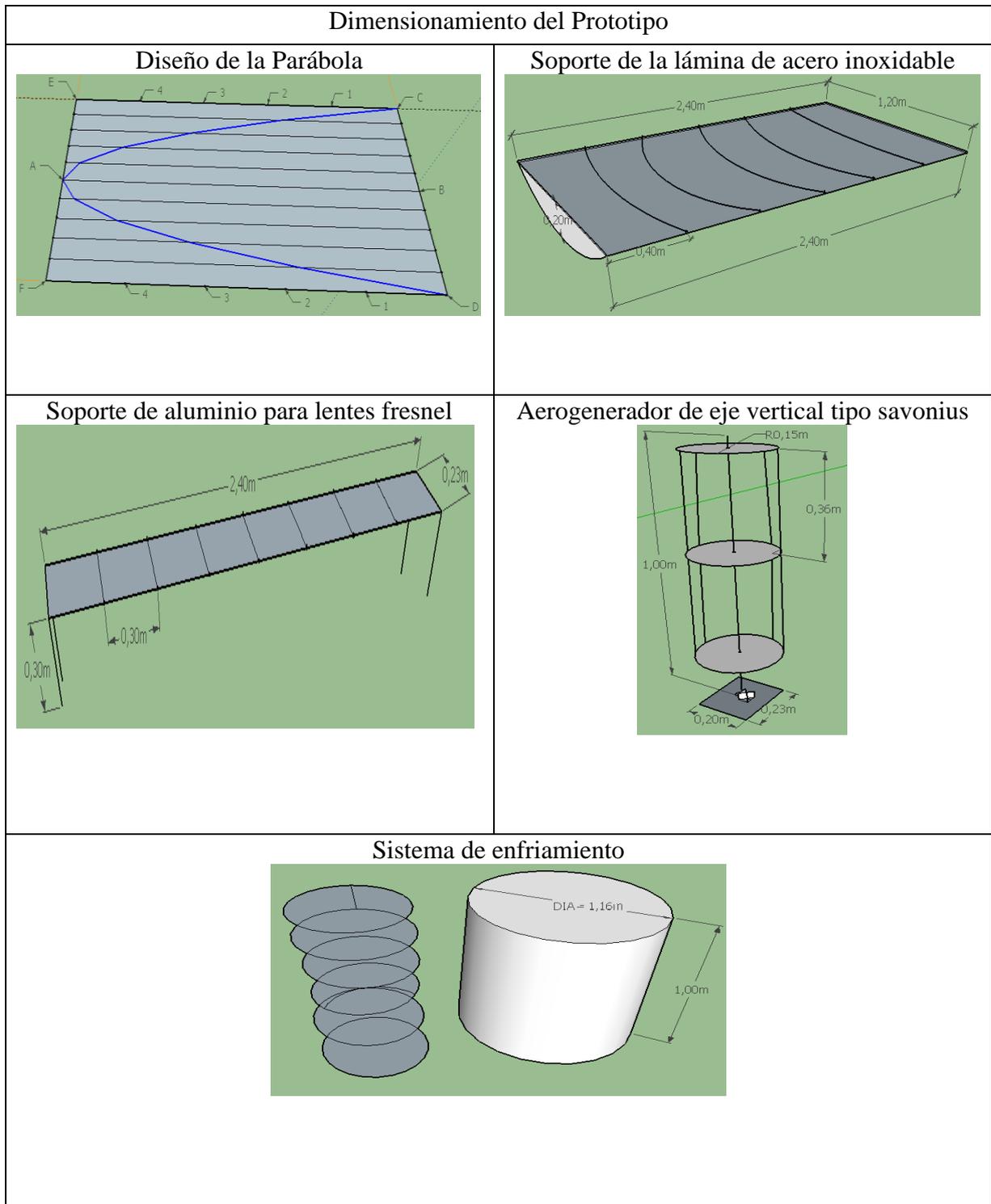
 LAQUIFARVA

 LABORATORIOS QUÍMICOS - ENTREGA

 DR. ENRIQUE VAYNSBERG

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL
 CONSULTORIA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS
 Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado * Telefax: (03) 2433054 - 084 049372
 E-mail: anvala56@hotmail.es * Ambato - Ecuador

Anexo 9: Dimensionamiento del prototipo y sus componentes.



Anexo 10: Construcción del prototipo y sus componentes.

Construcción del Prototipo
Concentrador Solar Parabólico



Soporte de Aluminio de los Lentes Fresnel



Aerogenerador de eje vertical tipo savonius



Sistema de Enfriamiento



Anexo 11: Registros Estadísticos de la Estación Meteorológica del Campus (CEYPSA).

Portada de los Registros Meteorológicos del campus (CEYPSA), año 2015 – 2016

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
REPÚBLICA DEL ECUADOR										
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA										
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED METEOROLÓGICA										
REGISTRO MENSUAL DE OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS										
										
ESTACION METEOROLOGICA: CEYPSA				CIUDAD: LATACUNGA			PROVINCIA: COTOPAXI			
MESES: ENERO - DICIEMBRE						AÑO: 2015 - 2016				
LATITUD GEOGRAFICA: 0° 01' S										
LONGITUD GEOGRAFICA: 78° 35' W										
ALTITUD: 2680 (msnm)										

Anexo 12. Registros de datos estadísticos de la Heliofanía y Velocidad Media Anual:

MES	PROMEDIO DE HELIOFANÍA		UNIDAD
	AÑO		
	2015	2016	
Enero	3,71	6,26	horas/luz
Febrero	5,95	3,29	horas/luz
Marzo	3,53	3,85	horas/luz
Abril	4,75	4,67	horas/luz
Mayo	4,58	4,96	horas/luz
Junio	4,30	3,81	horas/luz
Julio	5,06	5,44	horas/luz
Agosto	5,28	5,59	horas/luz
Septiembre	4,79	5,33	horas/luz
Octubre	4,90	5,66	horas/luz
Noviembre	4,49	6,48	horas/luz
Diciembre	5,08	4,76	horas/luz
SUMATORIA ANUAL	56,43	60,10	horas/luz
MEDIA ANUAL	4,66	4,91	horas/luz

MES	PROMEDIO DE HELIOFANÍA							
	AÑO				AÑO			
	2015	Unidad	Insolación Directa ×	Unidad	2016	Unidad	Insolación Directa ×	Unidad
Enero	3,71	horas/luz	12231,29	Wh/m ² /día	6,26	horas/luz	20669,00	Wh/m ² /día
Febrero	5,95	horas/luz	19635,00	Wh/m ² /día	3,29	horas/luz	10867,24	Wh/m ² /día
Marzo	3,53	horas/luz	11652,19	Wh/m ² /día	3,85	horas/luz	12699,68	Wh/m ² /día
Abril	4,75	horas/luz	15686,00	Wh/m ² /día	4,67	horas/luz	15422,00	Wh/m ² /día
Mayo	4,58	horas/luz	15126,77	Wh/m ² /día	4,96	horas/luz	16382,90	Wh/m ² /día
Junio	4,30	horas/luz	14203,20	Wh/m ² /día	3,81	horas/luz	12562,00	Wh/m ² /día
Julio	5,06	horas/luz	16691,61	Wh/m ² /día	5,44	horas/luz	17937,10	Wh/m ² /día
Agosto	5,28	horas/luz	17415,48	Wh/m ² /día	5,59	horas/luz	18437,42	Wh/m ² /día
Septiembre	4,79	horas/luz	15818,00	Wh/m ² /día	5,33	horas/luz	17600,00	Wh/m ² /día
Octubre	4,90	horas/luz	16159,35	Wh/m ² /día	5,66	horas/luz	18692,90	Wh/m ² /día
Noviembre	4,49	horas/luz	14817,00	Wh/m ² /día	6,48	horas/luz	21373,00	Wh/m ² /día
Diciembre	5,08	horas/luz	16767,19	Wh/m ² /día	4,76	horas/luz	15692,03	Wh/m ² /día
SUM. ANUAL	56,43	horas/luz	186203,10	Wh/m²/día	60,10	horas/luz	198335,27	Wh/m²/día
MED. ANUAL	4,66	horas/luz	15372,06	Wh/m²/día	4,91	horas/luz	16215,01	Wh/m²/día

CANTIDAD DE ENERGÍA EÓLICA EN EL CAMPUS CEYPSA			
MES	PROMEDIO DEL VIENTO		UNIDAD
	AÑO		
	2015	2016	
Enero	1,90	1,40	m/s
Febrero	2,00	1,60	m/s
Marzo	1,50	1,50	m/s
Abril	1,90	1,40	m/s
Mayo	2,10	1,80	m/s
Junio	1,80	2,00	m/s
Julio	1,40	2,90	m/s
Agosto	1,50	2,40	m/s
Septiembre	1,10	2,30	m/s
Octubre	1,10	2,20	m/s
Noviembre	1,50	2,10	m/s
Diciembre	2,20	1,60	m/s
MEDIA ANUAL	1,63	1,88	m/s

Anexo 12: Delimitación del área de implementación del prototipo.

Área de Implementación del prototipo



Anexo 13: Implementación del Prototipo con sus componentes.

Instalación del Concentrador Solar Parabólico y Acoplación del Soporte de Aluminio para los Lentes Fresnel



Instalación de un Recipiente Plástico de 60 Litros



Instalación del Sistema de Enfriamiento



Sacar el forro plástico de la Lámina de Acero Inoxidable



Instalación completo del Prototipo

