



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

DEPARTAMENTO DE FORMACIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN CONSTRUCCIÓN CIVIL SUSTENTABLE

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

**“LA INFLUENCIA BIOMIMÉTICA EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA DULCE
EN UN INVERNADERO DE AGUA MARINA”**

AUTOR/A:

ING. ZULEIMAN IVETT MURILLO VEGA

TUTOR:

PHD. MARCIAL CALERO AMORES

GUAYAQUIL – ECUADOR

2022



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO: “La influencia Biomimética en la producción de agua dulce en un invernadero de agua marina”	
AUTOR/A: Ing. Zuleiman Ivett Murillo Vega	REVISOR O TUTOR: PhD. Marcial Calero Amores
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Magister en Ingeniería Civil Mención Construcción Civil Sustentable
MAESTRIA: Maestría en Ingeniería Civil	COHORTE: COHORTE I
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2022	N. DE PAGS: 97
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción	
PALABRAS CLAVE: Arquitectura, Ingeniería Civil, Agricultura, Biomimética, Recursos Naturales	
RESUMEN: <p>La presente investigación denominada “La influencia Biomimética en la producción de agua dulce en un Invernadero de Agua Marina”, se diseña trabajando con métodos y procesos adecuados y con el aporte de la tecnología para la aplicación en situaciones concretas. Se propone una metodología y proceso de diseño alternativo, conociendo que los recursos existentes no son suficientes para el desarrollo de productos innovadores que necesitan de renovación, combinación e</p>	

integración de nuevas de técnicas, métodos y estrategias para su concreción. Se utiliza la Biomimética para generar nuevas oportunidades, desde un análisis funcional y técnicas de creatividad para obtener funciones con alto potencial de innovación y utilidad teniendo como resultado la imitación de la naturaleza, en donde se procura que el producto sea más creativo y diferenciado, con alternativas y razonamiento extraídos del entorno natural. La propuesta tiene un enfoque prospectivo y exploratorio al definir funciones que pueden satisfacer a una comunidad; encontrando en la naturaleza formas alternativas de desarrollar las funciones actuales desde su origen. La propuesta metodológica plantea un proceso que empieza con la búsqueda de la información desde diferentes posturas teóricas hasta la fase de diseño experimental, ya que trabajando con Biomimética estas fases necesitan un alto nivel de desarrollo técnico, que en ocasiones implica realizar investigaciones específicas, que incluso otros profesionales pudieran realizar, basados en esta investigación. Este trabajo de investigación puede ser aplicado de manera global o por partes, pero en ambos casos sirven y son considerados óptimos para el desarrollo sostenible y sustentable y para evidenciarla, se proponen diferentes etapas que permiten experimentar y analizar sus resultados para confirmar su utilidad.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:
---	-----------------------------

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):

ADJUNTO PDF:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
---------------------	------------------------------------	------------------------------------

CONTACTO CON AUTOR: Ing. Zuleiman Ivett Murillo Vega	Teléfono: 0993485954 0999313927	E-mail: Zuleiman.murillov@outlook.com zmurillov@ulvr.edu.ec
--	--	--

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	PhD. Eva Guerrero López Teléfono: 042596500 Ext. 170 e-mail: eguerrerol@ulvr.edu.ec Directora Departamento Posgrado Mg. Kleber Moscoso Riera Teléfono: 042596500 Ext. 170 e-mail: kmoscoso@ulvr.edu.ec Coordinador de Maestría
------------------------------------	---

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de manera muy especial a la pequeña compañera de mis días, mi hija Li, quien ha sido parte de este proceso y logro académico.

Lo dedico también a mi madre quien ha sido, es y siempre será base y guía de todas y cada una de las etapas de mi vida, convirtiéndose en la parte fundamental de cada éxito.

Además, dedico este proyecto de investigación a los profesionales ingenieros civiles, arquitectos, ingenieros agrónomos, entre otras ramas afines, con el fin de motivar el uso de nuevas técnicas, métodos y/o sistemas de sostenibilidad aplicables a la solución de los problemas de un sector, comunidad o país, garantizando su reactivación económica.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia quienes siempre me han brindado su apoyo, sabiduría y fortaleza en cada proyecto planteado desde sus inicios hasta su fin, durante cada momento vivido en los años de mi vida los cuales son únicos, augurando siempre éxitos y bendiciones.

Agradezco también a los docentes de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil y de manera especial al Mg. Kleber Moscoso coordinador de la maestría por su constante apoyo y respaldo a lo largo de la colegiatura como maestrante, a los colegas y compañeros que pese a que no ha sido sencillo el camino han aportado de manera profesional a este proyecto. Les agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes.

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Guayaquil, 17 de enero del 2022

Yo, **Zuleiman Ivett Murillo Vega** declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo me corresponde totalmente y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo mis derechos de autor a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y normativa Institucional vigente.

Firma:  _____

Zuleiman Ivett Murillo Vega

Ingeniera Civil

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DE LA TESIS

Guayaquil, 17 de enero del 2022

Certifico que el trabajo titulado **La influencia Biomimética en la producción de agua dulce en un Invernadero de Agua Marina** ha sido elaborado por la **Ing. Zuleiman Ivett Murillo Vega** bajo mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el tribunal examinador que se designe al efecto.



Firma: _____

PHd. Marcial Calero Amores

Tesis Murillo Vega

por Zulleiman Murillo



PhD. Marcial Calero Amores

Fecha de entrega: 21-mar-2022 12:34p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1789398945

Nombre del archivo: Tesis_Zuleiman_Murillo_Vega.docx (9.05M)

Total de palabras: 15687

Total de caracteres: 84966

Tesis Murillo Vega

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

es.weatherspark.com

Fuente de Internet

7%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 5%

Excluir bibliografía

Apagado

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación denominada “La influencia Biomimética en la producción de agua dulce en un Invernadero de Agua Marina”, se diseña trabajando con métodos y procesos adecuados y con el aporte de la tecnología para la aplicación en situaciones concretas. Se propone una metodología y proceso de diseño alternativo, conociendo que los recursos existentes no son suficientes para el desarrollo de productos innovadores que necesitan de renovación, combinación e integración de nuevas de técnicas, métodos y estrategias para su concreción. Se utiliza la Biomimética para generar nuevas oportunidades, desde un análisis funcional y técnicas de creatividad para obtener funciones con alto potencial de innovación y utilidad teniendo como resultado la imitación de la naturaleza, en donde se procura que el producto sea más creativo y diferenciado, con alternativas y razonamiento extraídos del entorno natural. La propuesta tiene un enfoque prospectivo y exploratorio al definir funciones que pueden satisfacer a una comunidad; encontrando en la naturaleza formas alternativas de desarrollar las funciones actuales desde su origen. La propuesta metodológica plantea un proceso que empieza con la búsqueda de la información desde diferentes posturas teóricas hasta la fase de diseño experimental, ya que trabajando con Biomimética estas fases necesitan un alto nivel de desarrollo técnico, que en ocasiones implica realizar investigaciones específicas, que incluso otros profesionales pudieran realizar, basados en esta investigación. Este trabajo de investigación puede ser aplicado de manera global o por partes, pero en ambos casos sirven y son considerados óptimos para el desarrollo sostenible y sustentable y para evidenciarla, se proponen diferentes etapas que permiten experimentar y analizar sus resultados para confirmar su utilidad.

Palabras claves: Arquitectura, Ingeniería Civil, Agricultura, Biomimética, Recursos Naturales

ABSTRACT

The present investigation called "The Biomimetic influence in the production of fresh water in a Greenhouse of Marine Water", is designed working with methods and suitable processes and with the contribution of the technology for the application in concrete situations. An alternative design methodology and process is proposed, knowing that the existing resources are not enough for the development of innovative products that need renewal, combination and integration of new techniques, methods and strategies for their realization. Biomimicry is used to generate new opportunities, from a functional analysis and creativity techniques to obtain functions with high potential for innovation and utility, resulting in the imitation of nature, where the product is sought to be more creative and differentiated, with alternatives and reasoning drawn from the natural environment. The proposal has a prospective and exploratory approach by defining functions that can satisfy a community; finding in nature alternative ways to develop current functions from its origin. The methodological proposal raises a process that begins with the search for information from different theoretical positions to the experimental design phase, since working with Biomimetics these phases require a high level of technical development, which sometimes implies carrying out specific investigations, which even other professionals could perform, based on this research. This research work can be applied globally or by parts, but in both cases they serve and are considered optimal for sustainable and sustainable development and to demonstrate it, different stages are proposed that allow experimenting and analyzing its results to confirm its usefulness.

Keywords: Architecture, Civil Engineering, Agriculture, Biomimicry, Natural Resources

INDICE GENERAL

CAPITULO I: MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación Del Problema	2
1.3. Sistematización Del Problema	2
1.4. Objetivos	2
1.5.1. Objetivo general.....	2
1.5.2. Objetivos específicos	2
1.5. Justificación	3
1.5.1. Delimitación del Problema	4
Espacio.....	4
Tiempo	5
Universo.....	5
Línea d investigación institucional	5
1.6. Hipótesis / Ideas defender.....	5
1.7. Variables	5
CAPITULO II.....	6
2.1. MARCO TEORICO	6
Antecedentes	6
2.2. MARCO CONCEPTUAL	8
Arquitectura y Biomimética	8
La sustentabilidad y sostenibilidad	9
Recursos renovables	10
Producción agrícola	10
Invernaderos	11
La biología enriquecedora	12

Cualidades de un invernadero.....	13
Desarrollo sostenible	18
Aprovechamiento del agua	18
Destilación de agua.....	19
Desalinización del agua	19
Evapotranspiración	20
Radiación Solar.....	20
2.3. MARCO REFERENCIAL.....	21
2.4. MARCO LEGAL.....	23
Plan Nacional del Buen vivir	23
Constitución de la República del Ecuador.....	23
Texto unificado legislación secundaria, medio ambiente	24
Características de uso y ocupación del Suelo de acuerdo al PDOT 2014 del Cantón General Villamil Playas	24
Variables ambientales del microclima al interior del invernadero	25
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO.....	35
3.1. Tipos de Investigación	35
3.2. Método y Técnicas	35
3.3. Población y Muestra	36
Cálculo de la muestra.....	36
Técnicas de recolección	38
Análisis e interpretación de resultados	38
Procesamiento de la entrevista.....	39
Desarrollo de la entrevista	39

Interpretación de resultados	41
Análisis general de la entrevista	44
Conclusión del análisis general	48
Operacionalización de las variables.....	48
CAPITULO IV: PROPUESTA	50
4.1. Título de la propuesta	50
4.2. Objetivo de la propuesta	50
Objetivo General.....	50
Objetivos Específicos	50
4.3. Ubicación geográfica del area de estudio	51
Caracterización climática de la zona	52
4.4. Ventajas y desventajas de la producción de cultivos dentro de un invernadero	53
Ventajas	53
Desventajas	55
4.5. Cálculos de diseño	55
Acero estructural ASTM-36	55
Polietileno	57
Producto / Planta.....	57
Cartón	57
Presión dinámica del viento:.....	58
Cálculo de la Evapotranspiración potencial (ETP).....	59
Cálculo de caudal de riego.....	60
4.6. Criterios de diseño	61
Terreno.....	62

Función	62
Orientación – Incidencia solar – Vientos predominantes	63
Materiales	64
4.7. Funcionamiento del invernadero.....	65
4.8. Factibilidad de aplicación	69
Beneficios que aporta la propuesta o el informe técnico desarrollado	71
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	73
Bibliografía	74

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Modelo de Invernadero Sundrop	15
Ilustración 2. Modelo de invernadero Green Ocean	16
Ilustración 3. Modelo de Invernadero con agua de mar Bosque de Sáhara.....	17
Ilustración 4. Temperatura anual del Cantón General Villamil Playas	25
Ilustración 5. Temperatura por hora por colores en bandas del Cantón General Villamil Playas	26
Ilustración 6. Cobertura de nubes en porcentaje del Cantón General Villamil Playas.....	27
Ilustración 7. Precipitación diaria del Cantón General Villamil Playas	28
Ilustración 8. Precipitación mensual promedio del Cantón General Villamil Playas	29
Ilustración 9. Horas de luz natural y crepúsculo del Cantón General Villamil Playas.....	29
Ilustración 10. Energía sola de onda corta incidente diario promedio del Cantón General Villamil Playas.....	30
Ilustración 11. Velocidad promedio de los vientos del Cantón General Villamil Playas.....	31
Ilustración 12. Dirección de los vientos del Cantón General Villamil Playas....	31
Ilustración 13. Niveles de comodidad de la Humedad del Cantón General Villamil Playas.....	32
Ilustración 14 Evaporación mensual promedio	33
Ilustración 15. Imagen satelital de la ciudad de General Villamil Playas	51
Ilustración 16. Imagen satelital de la ciudad de General Villamil Playas – Sector el Botadero.....	51

Ilustración 17. Resumen del clima del Cantón General Villamil Playas.....	52
Ilustración 18. Dimensiones del Invernadero	56
Ilustración 19. Dirección del viento a presiones de barlovento y sotavento	58
Ilustración 20. Dirección de cargas	59
Ilustración 21. Detalle interior de invernadero	59
Ilustración 22 Incidencia Solar – Trayectoria Solar	63
Ilustración 23. Almohadillas de cartón	64
Ilustración 24 Funcionamiento esquemático del interior del invernadero.....	65
Ilustración 25. Sistema de enfriamiento de tuberías	66
Ilustración 26 Proceso de funcionamiento en el interior del invernadero	67
Ilustración 27. Celosías o Almohadillas de enfriamiento de cartón, destilando agua dulce	67
Ilustración 28 Construcción de Invernadero de Agua Marina en Somalia por Charlie Paton	68
Ilustración 29 Construcción de Invernadero de Agua Marina en Somalia por Charlie Paton	69

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Temperatura media mensual y anual (°C)	26
Tabla 2. Precipitación media mensual (mm) estación meteorológica	28
Tabla 3. Ubicación – coordenadas UTM – altura (m.s.n.m) de Estación meteorológica	34
Tabla 4. Interpretación de resultados (entrevista a grupo de enfoque).....	41
Tabla 5. Operacionalización de las Variables.....	48
Tabla 6. Características climatológicas de diseño	52
Tabla 7. Criterios de diseño	61

Tabla 8. Presupuesto de Implementación del Invernadero con agua marina	69
Tabla 9. Flujo de caja económico social neto con financiamiento local	70
Tabla 10. Calculo de los indicadores financieros	70

CAPITULO I: MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Uno de los principales problemas que tienen las regiones costeras del Ecuador, es la falta de aprovechamiento de recursos hídricos, para uso humano, domestico, sobre todo en los sectores agrícolas, donde su producción no solo se ve afectada por las características de los suelos, sino también, por la falta de sistemas de riegos u otros mecanismos que faciliten el suministro y buen aprovechamiento del recurso agua.

El abandono de la gran densidad de tierra árida, que pueden ser utilizados para producción agrícola y la falta de gestión de infraestructuras hidráulicas o de ingeniería, son los que generan una baja producción agrícola.

En el sector de estudio se ha identificado áreas que son aptas para la producción de invernaderos de agua marina mediante la implementación de la Biomimética como fuente de desarrollo y base principal para la producción agrícola, con una variedad de productos inexistentes en el sector; se estaría rehabilitando los suelos de estas zonas que por ahora son considerados como suelos secos y bajos para la producción de primer orden en el consumo humano.

Adicional a estos problemas se suma la escasez de lluvias, donde el uso de sistemas de riego convencionales no proyecta un desarrollo sostenible y no se enfocan en la optimización de sus recursos. Además, muchos de los proyectos hídricos de riego no son vinculados con la sociedad, por tanto, el desconocimiento genera un mal uso de recursos existentes.

1.2. Formulación Del Problema

¿De qué manera incide la Biomimética en la producción de agua dulce en un Invernadero de Agua Marina?

1.3. Sistematización Del Problema

¿Cuál es la necesidad de implementar un sistema basado en la Biomimética para generar agua dulce?

¿Cómo utilizar lo biomimesis en un diseño sostenible sinérgico, abundante y óptimo para la producción agrícola?

¿Cuáles son los elementos necesarios que servirán de apoyo para la concreción del presente proyecto?

¿Cómo determinar la objetividad de los recursos viables que generen una considerable producción agrícola para la necesidad social del sector?

1.4. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Emplear la Biomimética para la producción de agua dulce en un Invernadero de Agua Marina.

1.5.2. Objetivos específicos

- Diseñar un invernadero de agua marina mediante la influencia de la Biomimesis para la producción de agua dulce.
- Comprender la necesidad imperante de un sistema basado en la Biomimética para generar agua dulce.
- Utilizar la biomimesis como alternativa en el abastecimiento del líquido vital, optimizando los recursos naturales para la producción agrícola.

- Fortalecer la investigación y el nivel académico de los profesionales de las ramas afines.

1.5. Justificación

La investigación titulada *La influencia Biomimética en la producción de agua dulce en un Invernadero de Agua Marina*, pretende satisfacer la producción vegetal que se ha visto afectada por ubicarse en un terreno con cuyo suelo es árido (seco), con un nivel bajo en recursos aptos para la producción agrícola de primer orden para el consumo diario; a través de un diseño ingenio-tecnológico que optimice los recursos hídricos del sector de estudio, teniendo a la Biomimética como fuente de desarrollo que se basa en la naturaleza y su capacidad de generar mecanismos de sostenibilidad, con los cuales se pretende obtener el mejor de los resultados de orden económico del sector priorizando el cuidado del medio ambiente.

Esta investigación es importante porque además de ser un proyecto sostenible, es también en un proyecto restaurador, en el que se pretende en un tiempo prolongado mantener la elevada humedad que produciría un efecto vegetativo a nivel local, generando un notorio nivel de producción, convirtiendo la tierra yerma en tierra biológicamente apta para la producción agrícola.

Además, la investigación mejora el impacto socio – ambiental y cultural de la población actual del sector, y, aporta con el mejoramiento de los niveles de vida de sus moradores, atendiendo el manifiesto del Art. 275 de la Constitución Ecuatoriana, cuando se refiere al régimen de desarrollo como el conjunto organizado, sostenible y dinámico de los sistemas económicos, políticos, socio-culturales y ambientales, que garantizan el buen vivir, del *sumak kawsay*, por tanto exhorta como derecho de los ecuatorianos: a la convivencia ciudadana, como el goce efectivo de los derechos de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades, convivencia armónica con la naturaleza que

promueve la democracia y el bien común y antepone el interés general sobre el interés particular, el ejercicio de responsabilidades en un marco de convivencia ciudadana que comprende la interculturalidad, respeto a las diversidades, respeto a la dignidad de personas, colectividades y democracia. (Constituyente, 2008)

Se pretende de esta manera servir como marco de referencia para activar y profundizar investigaciones que utilicen la Ciencia de la Biomimética como fuente de inspiración para resolver a nivel constructivo y de tecnologías, problemas sociales con conciencia ambiental y económica. El interés investigativo, el esfuerzo humano, ético y profesional de indagar y proponer posibles soluciones sobre la problemática planteada, es una alternativa viable debido a que la población se encuentra al alcance de la investigación.

Finalmente, la investigación tiene también como propósito, contribuir con la comunidad universitaria con investigaciones novedosas relacionadas con el perfil de salida de los estudiantes de la Maestría en Ingeniería Civil con mención en Construcciones Civiles Sostenibles.

De tal manera que la presente obra, tiene su relevancia en la propuesta de objetivos claros y direccionados a la consecución de una verdadera solución de la problemática aquí planteada.

1.5.1. Delimitación del Problema

Espacio

En la República del Ecuador, región costa, Provincia del Guayas, en el Cantón General Villamil

Tiempo

La información bibliográfica que se va a obtener en la investigación se basará en la revisión de obras y recopilación de datos dentro de los últimos 10 años.

Universo

El tema está orientado a los ciudadanos del cantón General Villamil, en especial a la población que se dedica a la producción agrícola, los cuales suman un aproximado de 9.862 habitantes. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010)

Línea d investigación institucional

Esta investigación se enmarca en la línea de investigación institucional de Ordenamiento territorial y sub línea de recursos hídricos.

1.6. Hipótesis / Ideas defender

Si se implementa el presente proyecto de investigación y desarrollo, se favorece al sector agrícola y a los profesionales afines en la búsqueda de nuevas alternativas o tecnologías para solventar problemas económicos y ambientales del Cantón General Villamil.

1.7.Variables

Independiente: Biomimética

Dependiente: Producción de Agua dulce

CAPITULO II

2.1. MARCO TEORICO

Antecedentes

La presente obra de investigación titulada Estudio de la influencia Biomimética para la producción de agua dulce en un invernadero de agua marina, para la ciudad de Santa Elena, Provincia de Santa Elena, se lo considera inédito puesto que luego de revisar los archivos de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, no ha sido investigado. No obstante, se han encontrado artículos, libros y tesis con diferentes posturas teóricas que tienen como objetivo ofrecer un acercamiento más claro de los temas en los que se centra la presente investigación y poder llevar a cabo su desarrollo.

En los últimos años la preocupación por el medio ambiente, ha dado un impulso notable a la búsqueda de nuevos métodos y tecnologías, no solo a nivel constructivo si no también, en diferentes ramas profesionales y a fines. En este sentido (Acevedo Agudelo, Vásquez Hernández, & Ramírez Cardona, 2012) considera al sector de la construcción como uno de los mayores productores de residuos que generan no solo la transformación del entorno de manera positiva, si no también, la contaminación ambiental, contaminación acústica y uso irracional y poco eficiente de la energía. Por tanto, una vez que analiza todos estos factores, para la problemática ambiental aquí encontrada, el autor plantea estrategias a través del tiempo que han mitigado de una u otra manera el impacto

ambiental a nivel de la construcción y lo presenta con resultados de encuestas realizadas a una empresa constructora a quienes le planteaban el concepto de construcción sostenible y aspectos que las empresas deberían tomar en torno al tema ambiental.

La Biomimética, como teoría inamovible pero que puede aplicarse en aspectos, como en educación. Según lo afirma (Tamayo Patiño, 2014) en su obra *Aprendiendo de la Naturaleza en mirada Biomimética un camino formativo para el desarrollo sostenible* dice que la Biomimética como parte fundamental de la educación del hombre se observa como una alternativa de aprendizaje y redescubrimiento de la naturaleza sostenible, así mismo igualando sus procesos pero teniendo al hombre en sus inicios como un miembro natural y social responsable de la superación y recuperación de los recursos que se han ido perdiendo y todo esto con una mirada introductoria sobre temas de medio ambiente, ecología, sociedad y desarrollo sostenible, enseñándolo como la génesis del todo.

Mediante la Biomimética, ciencia que por su capacidad para imitar modelos, procesos y elementos de la naturaleza es la más prometedora en la creación e innovación de tecnologías que ayuden a solventar dichos problemas especialmente al hablar de sostenibilidad, se encuentran métodos idóneos para resolver problemas sociales, ambientales y económicos, y, como lo describe (Rocha Rangel, Rodríguez García, Martínez Peña, & López Hernández, 2012) en su obra *Biomimética: innovación sustentable inspirada por la naturaleza*, la descompone en procesos que se deben seguir para un buen desarrollo y con buenos resultados; esto va desde la observación de la naturaleza, la identificación de los desafíos a los cuales siempre está sometida, la interpretación de las funciones que realiza y como llega mediante ellos a un diseño óptimo, descubriendo y aplicando métodos y modelos naturales; resumir de manera precisa los principios necesarios que se rescaten de estos procesos, emulando y desarrollando soluciones basadas en estos modelos, y evaluar las ideas que se obtengan

para comparar con los principios exitosos de la vida y la naturaleza para mejorar cualquier diseño.

Por otro lado, en la obra *Antonio Gaudí, precursor de la sostenibilidad y la biomimética en la arquitectura, con 100 años de antelación* de (Salas Mirat, Bedoya Frutos, & Adell Argilés, 2018) en áreas como la Arquitectura, los temas de sostenibilidad en relación con la Biomimética son temas que se han desarrollado en los años de evolución y transformación del planeta, pudiendo nombrar así a Antonio Gaudí como unos de los pioneros en temas relacionados. De lo que se concluye que este reconocido arquitecto se basó en la naturaleza para diseñar y crear las diferentes envolventes de todos sus proyectos, sin embargo, por falta de observación pocos pudieron interpretar lo que las obras de Gaudí hablaban por si solas.

2.2.MARCO CONCEPTUAL

La Biomimética está considerada como *"un método por medio del cual los diseñadores e ingenieros se basan en el conocimiento de cómo los organismos resuelven ciertos problemas complejos en su relación con el entorno a lo largo de un proceso evolutivo de miles de millones de años"* tal como lo dice (Muñiz, 2017) en su obra *Biomimética - Herramientas de diseño inspiradas en la Naturaleza* además, se entiende como Biomimética a *"La inspiración para alcanzar soluciones, recae en la naturaleza ya que durante millones de años, por medio de ensayo y error, ésta ha producido soluciones efectivas a problemas del mundo real mediante adaptaciones evolutivas, que tienen como base fundamental el proceso de selección natural darwiniano"* esto con el aporte de (Byrne, y otros, 2011).

Arquitectura y Biomimética

Los resultados a nivel arquitectónico de muchos de los diseños de Gaudí, son considerados como eco-proyectos, pero se dice también que más allá de que el exterior

simule un elemento de la naturaleza, lo que Gaudí pretendía era que el elemento arquitectónico se vea, se interprete y se entienda también en funcionalidad y que su objetivo era simular internamente también un ecosistema natural, lo más cercano al comportamiento de la naturaleza. (Salas Mirat, Bedoya Frutos, & Adell Argilés, 2018). Cuando se trata de un desarrollo sostenible, se tiene a la Biomimética como un principio fundamental para poder afianzar la relación entre educación y sostenibilidad, y esto es mediante la observación de estrategias de los ecosistemas y sus enseñanzas en el desarrollo de prácticas pedagógicas que implicarían pensar desde un inicio en como formar al individuo orientándolo en respetar a la naturaleza y así buscar solucionar los desafíos de insostenibilidad que tiene el planeta de una manera más social, al respecto lo afirma (Collado-Ruano, 2017) en su obra tal *Educación y desarrollo sostenible: la creatividad de la naturaleza para innovar en la formación humana*.

En la obra *Biomimética aplicada a la Arquitectura y Construcción* de (Moreno De Luca, Galvis Chacon, & García, 2012) se habla de construcciones de una alta demanda y crecimiento de las ciudades tanto a nivel urbano como rural, por lo que se buscan nuevas tecnologías constructivas y materiales que se inspiren precisamente en la naturaleza y poder tener un diseño arquitectónico y estructural activo con el medio ambiente, mediante alternativas que se adapten e interactúen con el entorno donde estos elementos arquitectónicos son implantados, logrando así el confort interno de una edificación o equipamiento urbano y que utilice además materiales eco-amigables con el medio ambiente obteniendo un mejor uso de recursos naturales renovables.

La sustentabilidad y sostenibilidad

Es un tema actual que se estudia no solo a nivel nacional, si no, también a nivel mundial y es que como lo indica la (Habitat, 2019) en su primer avance del libro *El estado de las ciudades de América latina y el caribe*, que estima que para el 2050

aproximadamente un 75% del mundo se encontraría urbanizado por tanto la parte natural del mundo empezaría a desaparecer por el crecimiento de ciudades, dejando el lado rural en segundo plano, y encontrándose a América Latina con el porcentaje más alto urbanizado, es por ello que se debe crear conciencia para poder preservar el respeto hacia el medioambiente, pero, ¿Cómo hacerlo?, la respuesta está en la humanidad, y ¿Qué haría la naturaleza?. Ante todas estas interrogantes y posibles soluciones, surge la Biomimética.

Recursos renovables

Cuando se habla de recursos renovables y líneas de investigación; que en nuestro caso sería Recursos Hídricos, nos encontramos con diversas soluciones para solventar los problemas que tiene la sociedad de poder adquirir el recurso natural con más demanda a nivel mundial que es el agua (García, 2017) . En relación al problema de investigación que se ha encontrado, se comprende que existen grupos o comunidades dedicados a la agricultura a los cuales se les hace difícil adquirir dicho recurso hídrico, y es lo que se ha encontrado en el Cantón Santa Elena.

En base a las teorías ya mencionadas con anterioridad y con la imperiosa búsqueda de soluciones que engloben los aspectos sociales, económicos y ambientales se ha encontrado basándonos en la naturaleza a través de la Biomimética la que podría ser la solución más factible para la obtención de un recurso hídrico que si bien es cierto no es accesible en algunas zonas, es abundante en otras solamente, que está siendo mal utilizado.

Producción agrícola

En la producción agrícola, se han expandido las áreas de regado de una manera muy convencional, lo que pudo generar mejores ingresos económicos pero que ha sido con un uso inconsciente de los recursos naturales, ante ello la ciencia avanza con nuevas alternativas en el uso eficiente del agua, sobre todo en el aumento en los costes de energía,

la cual incremento debido a que las afluentes de donde es captada el agua, embalses o ríos se encuentran a largas distancias y los sistemas que se ejecutan para su obtención son muy complejos que para que funcionen demandan un alto uso de energía. Sin embargo, como lo menciona (Corominas, 2009) en su artículo *Agua y energía en el riego, en la época de sostenibilidad*, los nuevos enfoques sobre el uso de los recursos naturales, el cambio climático y la sostenibilidad, aconsejan balancear el consumo energético para el riego agrícola como una manera de fortalecer los cambios necesarios para acercarnos a la sostenibilidad.

Invernaderos

Una de las soluciones para solventar el problema de producción agrícola de pequeños sectores son los invernaderos, los cuales dependiendo la demanda o extensión se diseñan de acuerdo a la necesidad. Basándonos en los invernaderos como solución a nuestra problemática, tenemos varios tipos: uno, por ejemplo, se basa en eficiencia energética, para el cual se diseñó una torre solar en el exterior del invernadero que sirve de intercambiador entre el aire húmedo del invernadero y luego mediante energía solar que es captada por la torre, hace que este aire se caliente regresando hacia el interior del invernadero en forma de agua, pero ya destilada. Este tipo de invernadero, tal como se lo describe es aplicable en zonas dedicadas solo a la agricultura y zonas en donde solo se necesita extraer calor provocado por el invernadero debido a las grandes temperaturas del sector, así lo menciona (Zaragoza, 2006) en su *Proyecto Watergy: hacia la sostenibilidad del uso de agua en la agricultura intensiva y la arquitectura*.

El proponer la implementación de invernaderos tiene sus desventajas, sobre todo si analizamos el cambio de las propiedades del suelo en donde es implantado el invernadero y el suelo de sus alrededores. En un proyecto de investigación se compararon algunas de las propiedades del suelo en donde fue implantado un invernadero así como

los suelos que no eran cultivados en su entorno, el objetivo de este proyecto de investigación fue detectar los cambios principales en el suelo del invernadero que fue utilizado para el sector agrícola y como resultados de este trabajo se logró apreciar notables modificaciones en este suelo, así lo demostró (Martínez Cortizas, López Mosquera, & García Rodeja, 1994) en su investigación *Efectos a corto plazo sobre la fracción coloidal y algunas propiedades de los suelos sobre gneises inducidos por el cultivo en invernadero*, en donde mediante métodos experimentales demostro los resultados antes mencionados.

La biología enriquecedora

Pese a que el suelo dentro de un invernadero pase a ser biológicamente rico en proteínas, este tiende a enfermarse; de ser así se requiere el uso de pesticidas y tratamientos químicos para tener a este suelo en óptimas condiciones para su producción. Es por ello que dentro de los aspectos de sostenibilidad se plantea una solución para mitigar el impacto al medio ambiente por uso de pesticidas, así lo propone (Perez de los Reyes, 2007) en su tesis doctoral titulada *Aplicaciones de la energía solar al tratamiento térmico de suelos de invernadero* en este trabajo se describe como el uso de la energía solar puede disminuir considerablemente las afectaciones del suelo de un invernadero sin uso de pesticidas mediante la solarización y el vapor de agua, esto se debe a la implementación de paneles fotovoltaicos de los cuales su energía obtenida es canalizada directamente hacia el interior del invernadero para el tratamiento del suelo, esto no solo disminuye los tratamientos físicos convencionales de los suelos, sino que también impulsa el uso de energías renovables como la energía solar y aporta significativamente a la protección del medioambiente global ya que además no necesita combustibles convencionales para su aplicación y por consiguiente se genera un ahorro energético y económico muy notable.

Cualidades de un invernadero

Entre las cualidades que deba tener un invernadero, tenemos la captación óptima de agua, reducción en costos de materiales, bajo consumo energético, optimización de recursos, entre otros aspectos enmarcados en el concepto de la sostenibilidad.

La incorporación de un invernadero se realiza con el fin de proteger los productos agrícolas de las diferentes condiciones climáticas (altas temperaturas, tormentas, fuertes vientos, bajas temperaturas, exceso de radiación solar o baja humedad en el aire), por ello su clasificación en el rango de temperaturas se clasifica en:

- Invernaderos fríos
- Invernaderos templados
- Invernaderos cálidos

De acuerdo al sector de estudio, uno de los modelos estudiados en nuestra problemática, puede ser la captación de aguas subterráneas mediante **pozos filtrantes** que consiste en la obtención de agua subterránea dulce o salada dependiendo de su ubicación (Muñoz Sanz & Cabrera Santana, 2003), el objetivo de la investigación de estos autores fue minorar los costos elevados en la obtención de agua de mar que es llevada hacia la planta de desalación en el acuífero de la aldea San Nicolás (Gran Canaria), en este trabajo se hizo un análisis completo por meses del caudal que requiere la planta de desalación para una producción óptima de agua dulce, por tanto el encontrar un lugar físico cerca del mar para poder ubicar los pozos filtrantes fue el mayor desafío para estos investigadores debido a que cerca de las costas se pueden encontrar capas sobre capas de sedimentos que impiden la perforación del suelo, por lo que se llevó a cabo una serie de sondeos en la

zona hasta encontrar una capa más fina de sedimento donde se pueda realizar la perforación.

De esta alternativa se tiene que durante el proceso de implementación y diseño, los costos son elevados, y aunque el objetivo era demostrar el ahorro en mantenimiento de tuberías, energía y otros recursos de los sistemas convencionales, los resultados no fueron muy positivos debido a que las bombas de los pozos filtrantes llegaron al colapso y esto provocó que las membranas filtrantes de la planta de desalación arrastrara finos que llegaron a producir daño en su interior, sin embargo el estudio de este autor puede ser el primer paso para plantear alternativas como estas, aunque no todos los suelos se comportan igual, así como no todas las zonas costeras presentan los mismos sedimentos.

Así mismo, un grupo de científicos dedicados a desarrollar y operar instalaciones de invernaderos de alta tecnología, como soluciones a problemas en zonas consideradas estériles proponen su modelo de **Sundrop** (Sundrop Farms Group, 2017). El modelo prototipo de este grupo se encuentra ubicado en el desierto sur de Australia, que se caracteriza por poseer suelos áridos y con un alto nivel de déficit de agua.

El invernadero consta de 20 hectáreas en el que su principal producto es el tomate, su funcionamiento se basa en recibir agua de mar desde el Golfo Spencer, ubicado a 2 kilómetros de distancia, luego pasa por una planta desalinizadora que se alimenta por energía termosolar. El sistema de captación de energía termosolar consta de aproximadamente 23.000 espejos que apuntan hacia una torre solar de 150 metros de altura, la cual en condiciones climáticas favorables logra producir hasta 39 megavatios de energía, suficientes para eliminar la sal marina y producir el agua dulce necesaria para regar las 180.000 plantas de tomate que contiene el invernadero en su interior.



*Ilustración 1. Modelo de Invernadero Sundrop
Fuente: SundropFarms*

En verano, cuando las condiciones climáticas no son muy favorables, lo que hacen en el interior del invernadero es cubrir los tomates con cartones mojados con agua salada que mantienen las plantas frescas, y con un ambiente limpio lo que economiza el uso de pesticidas o químicos.

Sin embargo, la incorporación de este tipo de invernadero tuvo un costo aproximado de 200 millones de dólares por lo que pone en cuestión su implantación en otros puntos del planeta. Además, en condiciones climáticas poco favorables en los que hay días de poco sol, la planta desalinizadora necesita de la utilización de la energía tradicional para poder trabajar, por lo que aún no es completamente independiente de los combustibles fósiles.

Por otro lado, una compañía japonesa N-Ark propone un invernadero flotante de mar llamado **Green Ocean**, con el fin de aplacar los efectos negativos del cambio climático que provoca el aumento del nivel del mar. Este invernadero flotante sobre el mar utiliza el agua salada y agua pluvial para cultivar una variedad de productos agrícolas, además de cultivar algas que circulan por el ecosistema de mares mejorando el entorno marítimo y manteniendo limpia el agua de mar de su entorno, disminuyendo el deterioro ambiental que se ha dado en los últimos años y que afectan también al sector pesquero.



Ilustración 2. Modelo de invernadero Green Ocean
Fuente: infobae – Startup N-Ark

Así mismo, los científicos Charlie Paton, Michael Pawlyn y Bill Watts, proponen el proyecto **Bosque del Sáhara** con el objetivo de producir alimentos y biocombustibles, generar una enorme cantidad de agua potable con capacidad de riego de cultivos, revegetar zonas desérticas y crear una cantidad de energía considerable que pueda cubrir la demanda eléctrica que necesita el proyecto en el desierto a través de tecnologías medioambientales basadas en la **Biomimética**. La ubicación del proyecto se encuentra en el desierto del Sáhara y se realizó en el año 2012 mediante un acuerdo entre las empresas Yara, QAFCO y el patrocinio del primer ministro de Noruega y el primer ministro de Qatar (Aryse.org, 2014)

Este proyecto utiliza dos tecnologías que son las Plantas de concentración Solar que almacena la energía solar para generar vapor que sirve para impulsar una turbina unida a un generador, produciendo energía eléctrica, y, por otro lado los invernaderos de agua salada que permiten el riego de cultivos mediante la evaporación del agua de mar y posterior condensación en agua dulce, además de que el agua salada ayuda también en el enfriamiento de estos invernaderos.

Su funcionamiento inicia con la extracción de agua de mar mediante equipos de bombeo que son alimentados energéticamente mediante las plantas de concentración solar, luego el agua marina atraviesa unas pantallas de cartón o paredes porosas

denominadas evaporadores, que a su vez logran enfriar el aire seco del desierto e incluso humidifican el ambiente en el interior, logrando un ambiente favorable para la producción y cosecha de los productos. Así mismo, se hace posible el riego de los productos debido a la condensación del vapor de agua de mar.

Respecto a los desechos generados en todo este proceso de desalación y producción energética, se han creado sistemas para reutilizar estos remanentes, como por ejemplo, el agua salada que sale de los invernaderos va hacia las plantas de concentración para enfriarlas y luego, van hacia las protecciones del evaporador lo que mejora las condiciones de crecimiento de los cultivos en el desierto, además, lo que no pueda ser reutilizado termina en unas salinas que extraen componentes como cloruro de sodio, carbonato de calcio, yeso, entre otros que luego son almacenados y comercializados en el mercado.



*Ilustración 3. Modelo de Invernadero con agua de mar Bosque de Sáhara
Fuente: Agriculters.com*

Desarrollo sostenible

Significa que se puede cumplir con las exigencias de las necesidades que impongan el desarrollo de la sociedad, sin poner en riesgo el desarrollo de las futuras generaciones lo cual se podría dar si se sigue agotando sin conciencia los recursos naturales para beneficios particulares. La construcción sostenible es por tanto aquella que va a lograr cubrir las necesidades sin poner en riesgos el futuro de generaciones venideras, tal como lo expone (Lobera & Michelutti, 2007) en su obra *Construcción sostenible y construcción de la sostenibilidad: una experiencia en comunidades rurales de El Salvador*.

Aprovechamiento del agua

El agua de mar con el que cuenta Villamil Playas, debido a su ubicación geográfica, resulta beneficiosa para pequeños sectores agrícolas que como es de conocimiento público, existen diversos tipos de desalinización del agua, que se diferencian por costos, impactos hacia el medio ambiente, calidad de producción y la energía que se consume. Al respecto autores como: (Salazar Moreno & Rojano Aguilar, 2014) comparan los diferentes procesos de un invernadero, propiedades térmicas, materiales como membranas, tecnologías y distintas fuentes de abastecimiento del agua de mar para obtener una referencia que tan factible es el uso de este líquido para la producción, también se compara costos de producción USD/m³ y consumo energético KWh/m³ y por último, se compara a la destilación convencional del líquido a la Osmosis inversa, llegando a la conclusión que además de tener un menor consumos energético también se puede utilizar el agua salobre que se obtiene de este proceso en diferentes ámbitos de producción y que además es más viable en cuanto a energía consumida, costos y variedad en las fuentes de abastecimiento además de que aconseja que dicho sistemas debe seguir mejorando para que llegue a una mejor sostenibilidad.

Destilación de agua

La idea de la destilación de agua ya sea para consumo agrícola o humano mediante un invernadero como lo propone (Laborde & Williams J., 2016) en su libro sobre la energía solar y las diferentes aplicaciones, consiste en invernaderos que se adapten a cualquier zona climática, pero en todos los prototipos aprovecha de manera eficiente el uso de energía solar que es quien ayuda a la destilación del agua dentro del invernadero. Así mismo (Marchesi, Galimberti, Tobares, Adaro, & Amílcar, 2009) plantea la construcción de módulos similares a un invernadero, pero a menor escala que sirven de igual manera para destilar agua con circulación de sedimentos o elementos químicos, y también del agua salada, dicho modelo es menor en costo y en producción debido a su tamaño.

Desalinización del agua

Como es conocido que el mayor porcentaje del planeta está cubierto por agua no consumible por el ser humano por ser agua salada, es de desconocimiento no saber que existen alternativas para tratar dicha agua y que sea de consumo global. Desalinizar el agua de mar es la solución al futuro (Marchesi, Galimberti, Tobares, Adaro, & Amílcar, 2009) no solo que el agua de mar es un recurso natural y renovable con gran abundancia en el mundo, si no que con una correcta desalinización se pueden aprovechar algunos de los compuestos que ésta posee. El autor de esta investigación primero observa la escasez de agua como uno de los mayores problemas que se avecinan en este siglo, esto por la disminución de precipitaciones que son producto del efecto invernadero y que tarde o temprano por todos estos factores y por la búsqueda de una mejor calidad de agua y cantidad que logre satisfacer el consumo humano, se construirán a nivel global plantas desalinizadoras como uno de las tecnologías más favorables para el medio ambiente y con menor coste.

Es por todo lo expuesto que si se quiere avanzar en la revolución de la sostenibilidad y sustentabilidad debemos cambiar el aumento radical de la eficiencia de recursos, pasar de un uso de recursos lineal a un modelo cerrado tal como lo hace el ciclo de agua en la naturaleza e ir dejando a un lado el uso o dependencia de una economía fósil a una economía solar. De esta manera la naturaleza como la hemos mencionado nos servirá como un catálogo de productos que beneficiarán al hombre en un futuro tal como ya lo ha venido haciendo por millones de años adaptándose al entorno aun con recursos limitados.

Evapotranspiración

Se conoce como evapotranspiración (ET) la combinación de dos procesos:

- Evaporación desde el suelo y desde la superficie cubierta por las plantas.
- Transpiración desde las hojas de las plantas.

Por lo tanto, el cálculo de la ET se usa para saber el agua que necesitan las plantas para su correcto desarrollo, ya sea en un jardín o en un campo de cultivo. Como consecuencia de esto, para poder diseñar todo lo relacionado con el riego, programación de riegos, cantidades de agua a aportar a un determinado cultivo, diseño y elección del mejor sistema de riego, conducciones de agua, etc., es necesario calcularlo de la manera más precisa posible. (Burman & Pochov, 1994)

Radiación Solar

La radiación solar es la energía emitida por el Sol, la cual se propaga en todas direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Emitida por la superficie solar, esta energía determina la dinámica de los procesos atmosféricos y climatológicos. Además, es directa o indirectamente responsable de circunstancias de nuestro día a día, como la fotosíntesis de las plantas, el mantenimiento de una temperatura

compatible con la vida y de la formación del viento —clave para la generación de energía eólica.

El Sol emite energía en forma de radiación de onda corta y esta sufre un proceso de debilitamiento en la atmósfera por la presencia de las nubes y su absorción por parte de moléculas de gases o de partículas en suspensión. Tras superar la atmósfera, la radiación solar alcanza la superficie terrestre oceánica y continental, reflejándose o absorbiéndose. Finalmente, la superficie la devuelve con dirección al espacio exterior en forma de radiación de onda larga. (Pareja Aparicio, 2010)

2.3.MARCO REFERENCIAL

“El agua y la sal se pueden separar por distintos tipos de procesos físicos, de los cuales, los que han tenido éxito en la aplicación en sistemas de desalinización”

(Dévora Isiordia, González Enríquez, & Ruiz Cruz, 2013)

“El desconocimiento generalizado entre las empresas del sector de la construcción sobre aspectos relacionados con la construcción sostenible dificulta la implementación de estas nuevas prácticas”. (Acevedo Agudelo, Vásquez Hernández, & Ramírez Cardona, 2012)

“El cultivo bajo invernadero es una de las formas de aprovechamiento de energía solas con fines productivos de mayor difusión”. (Antón, Montero, & Muñoz, 2002).

“El desarrollo tecnológico de nuevos sistemas de control de patógenos compatibles con la conservación del medioambiente es un tema de gran actualidad agronómica teniendo en cuenta los importantes problemas toxicológicos y medioambientales que generan el uso de tratamientos convencionales” (Perez de los Reyes, 2007)

“El agua es un compuesto de vital importancia para la vida, y para la realización de todas las actividades que se efectúan para nuestro sustento, como los procesos industriales, producción agrícola ganadera, entre otros, así como también es un factor influyente para impulsar la economía de un país.” (Dévora Isiordia, González Enríquez, & Ruiz Cruz, 2013).

Por tanto, toda obra o proyecto de investigación tiene un proceso, objetivos precisos y una finalidad, por lo que se espera obtener información más relevante, actual, científica y fidedigna para poder dar solución, corregir y aplicar el conocimiento que se va obteniendo hasta conseguir una serie de pausas que ayuden en la consecución de la propuesta ante la problemática que se encuentre en la investigación.

Es precisamente por la búsqueda de conocimiento o soluciones que la presente obra fragmenta sus variables, de acuerdo a información encontrada que aporte significativamente en el desarrollo de la misma, y así presentar una solución socio-económica y ambiental, la cual ha sido resuelta mediante la Biomimética y un invernadero de agua marina que se centra en el recurso hídrico que es el agua.

Se pretende aprovechar en el Cantón Villamil Playas el agua de mar e implementar un invernadero que utilice dicha agua para la producción agrícola mediante un proceso de desalación natural que no solo utiliza un recurso inagotable como lo es el agua del océano, si no también, debido al alto consumo energético que demanda mantener en producción este tipo de invernaderos se implementara el uso de paneles fotovoltaicos para dotar de energía al invernadero, y como se ha mencionado en el trabajo de (Perez de los Reyes, 2007), se espera que esta misma energía sirva para tratar el suelo hacia el interior del invernadero, disminuyendo el uso de pesticidas.

Todas estas ideas o principios son basadas en mecanismos de producción desarrollo y defensa que la misma naturaleza expone. ¿Quién mejor que la naturaleza para hablarnos de sostenibilidad a través del tiempo? Es el único organismo o ecosistema vivo que se mantiene en pie pese a las grandes intervenciones del ser humano.

2.4.MARCO LEGAL

El presente proyecto de investigación se enmarca dentro los ámbitos constructivos, sistémicos y aspectos económicos, sociales y ambientales, por tanto, se ven involucrados distintos conceptos que se rigen también dentro de un marco legal en la industria de la construcción y de los servicios a la sociedad. Hay normativas que deben tomarse en cuenta para no infringir leyes gubernamentales y medioambientales. En resumen, se hará referencia a las leyes que sustentan la presente obra.

Plan Nacional del Buen vivir

Art. 280. “El Plan Nacional de Desarrollo es el instrumento al que se sujetarán las políticas, programas y proyectos públicos; la programación y ejecución del presupuesto del Estado; la inversión y la asignación de los recursos públicos; y, coordinar las competencias exclusivas entre el Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados. Su observancia será de carácter obligatorio para el sector público e indicativo para los demás sectores” (Constituyente, 2008).

Constitución de la República del Ecuador

Creada con fines políticos esta determina en el capítulo séptimo que son los derechos de la naturaleza los siguientes artículos:

- Art. 71. “La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el

mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos...”. (Constituyente, 2008)

- Art. 72. “La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados...”. (Constituyente, 2008)

Texto unificado legislación secundaria, medio ambiente

Dentro de las políticas básicas ambientales del Ecuador. Encontramos el siguiente artículo:

- Art. 140. “El Ministerio del Ambiente, a través de la emisión de una patente anual, autorizará el establecimiento y el funcionamiento de museos, zoológicos, jardines botánicos, invernaderos, viveros y otros establecimientos relacionados con especímenes de la vida silvestre o sus productos derivados; se exceptúan a las personas naturales o jurídicas dedicadas a la producción, acopio y comercialización de semillas de especies exclusivamente arbóreas, así como a la producción de plantas exclusivamente de especies arbóreas, en viveros y huertos semilleros, las cuales deberán solamente inscribirse en el Registro Forestal”. (TULAS, 2003)

Características de uso y ocupación del Suelo de acuerdo al PDOT 2014 del Cantón General Villamil Playas

Sus principales ríos son el Río Arena, el Moñones y el Tambiche. Su clima es cálido tropical; pero las prolongadas sequías el suelo de esta zona se ha desertificado. En la flora del Cantón se distingue el algarrobo, de donde se obtiene la afamada algarrobina, que es un energético de gran calidad; cultivos de pitahaya, sandía y maíz. Cuenta con 14

km de extensas playas, que es uno de sus principales atractivos para los turistas nacionales y extranjeros por ser un sitio apacible para compartir en familia. Algo importante de la zona es que cuenta con 24787,13 ha, son consideradas protegidas, que constan en la cartografía oficial del Ministerio de Ambiente. (PDOT, 2014)

VARIABLES AMBIENTALES DEL MICROCLIMA AL INTERIOR DEL INVERNADERO

Temperatura

La temporada caliente en playas se da en los meses de enero a mayo, alcanzando una temperatura máxima promedio diaria de 29 °C y una temperatura mínima promedio de 24 °C.

La temporada fresca se da en los meses de junio a noviembre, y la temperatura máxima promedio diaria es de 22 °C y una temperatura mínima promedio de 19 °C.

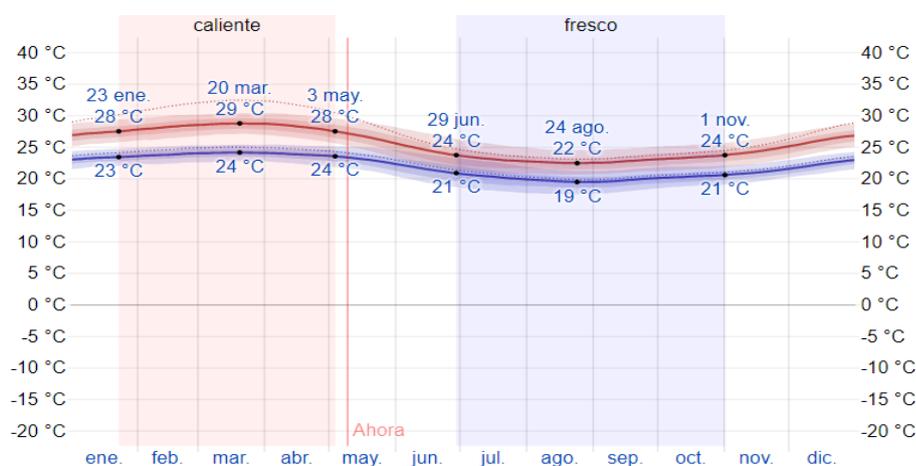


Ilustración 4. Temperatura anual del Cantón General Villamil Playas

Fuente: Weather Spark (2020)

La figura siguiente muestra una ilustración compacta de las temperaturas promedio por hora de todo el año. El eje horizontal es el día del año, el eje vertical es la hora y el color es la temperatura promedio para ese día y a esa hora.

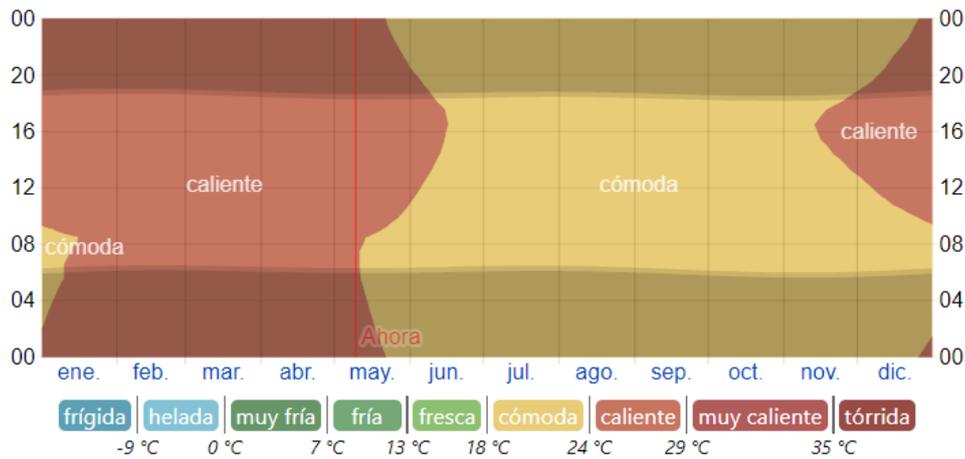


Ilustración 5. Temperatura por hora por colores en bandas del Cantón General Villamil Playas
Fuente: Weather Spark (2020)

Tabla 1. Temperatura media mensual y anual (°C)

COD.	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
M173	PLAYAS-GRAL. VILLAMIL	25,9	26,3	26,3	26,4	26,2	24,9	24,0	23,1	23,1	23,4	24,0	24,7	24,8
M175	EL PROGRESO	26,2	26,5	26,4	26,6	25,6	24,5	23,7	23,7	24,1	24,3	24,7	25,5	25,2

Fuente: Información meteorológica del INAMHI

Nubosidad

En Playas, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía extremadamente en el transcurso del año.

La parte más despejada del año en Playas comienza aproximadamente en el mes de mayo y termina en el mes de octubre, teniendo días parcialmente nublados el 73 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 27 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente en el mes de octubre y finaliza en el mes de mayo, teniendo días nublado o mayormente nublado el 79 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 21 % del tiempo.

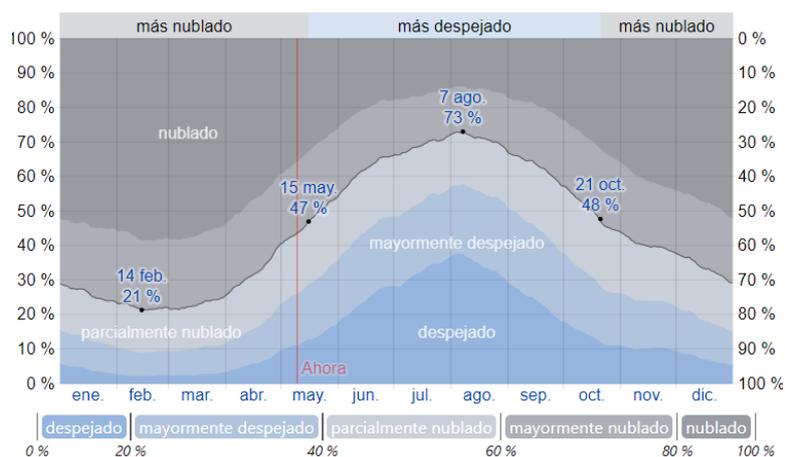


Ilustración 6. Cobertura de nubes en porcentaje del Cantón General Villamil Playas

Fuente: Weather Spark (2020)

Precipitación

Un día húmedo es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días húmedos en Playas varía considerablemente durante el año.

La temporada con mayor precipitación inicia en enero y culmina en abril, con una probabilidad de más del 24 % de que cierto día será un día húmedo. La probabilidad máxima de un día húmedo es del 49 %.

La temporada más seca inicia en mayo y culmina en enero. La probabilidad mínima de un día húmedo es del 0 % en el mes de agosto.

Entre los días húmedos, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente sol o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 49 % en el mes de febrero.

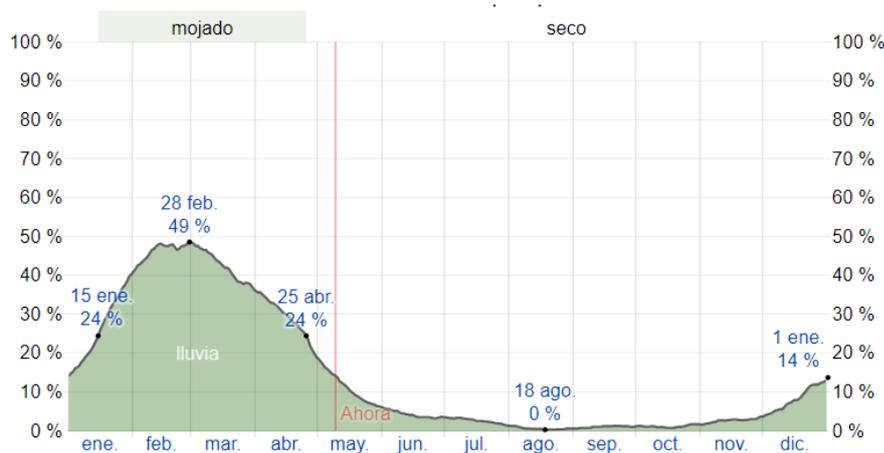


Ilustración 7. Precipitación diaria del Cantón General Villamil Playas

Fuente: Weather Spark (2020)

Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. Playas tiene una variación extremada de lluvia mensual por estación.

La temporada de lluvia inicia en el mes de diciembre y termina en el mes de junio, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días del mes de marzo, con una acumulación total promedio de 134 milímetros. El periodo del año sin lluvia dura de junio a diciembre.

La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es en el mes de agosto, con una acumulación total promedio de 1 milímetro.

Tabla 2. Precipitación media mensual (mm) estación meteorológica

COD.	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
M173	PLAYAS-GRAL. VILLAMIL	36,2	122,9	110,5	32,0	7,1	0,3	1,0	0,5	0,5	0,4	0,2	1,3	312,9

Fuente: CLIRSEN – MAGAP – 2012

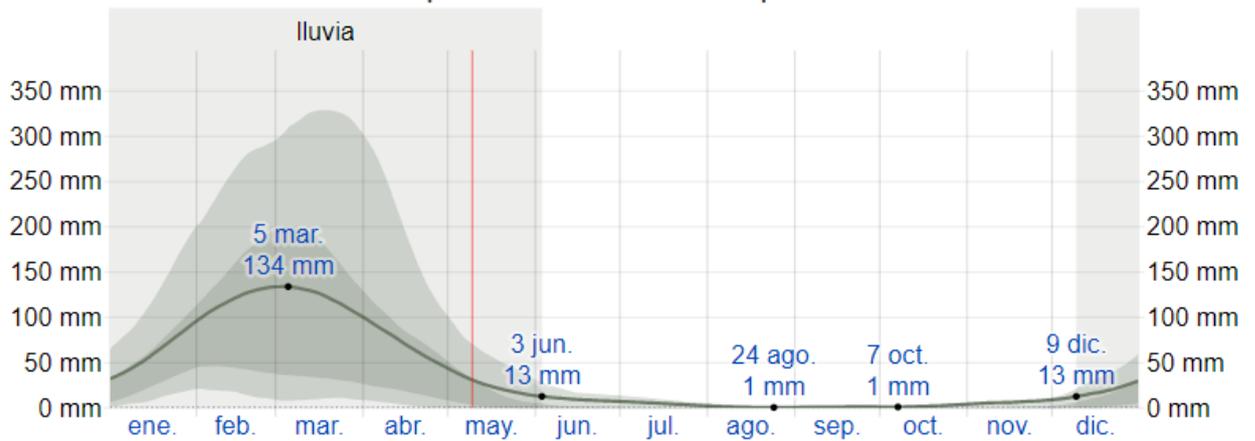


Ilustración 8. Precipitación mensual promedio del Cantón General Villamil Playas
Fuente: Weather Spark (2020)

Incidencia Solar

La duración del día en Playas no varía considerablemente durante el año, solamente varía 16 minutos de las 12 horas en todo el año. En 2021, el día más corto es el 20 de junio, con 11 horas y 58 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de diciembre, con 12 horas y 17 minutos de luz natural.

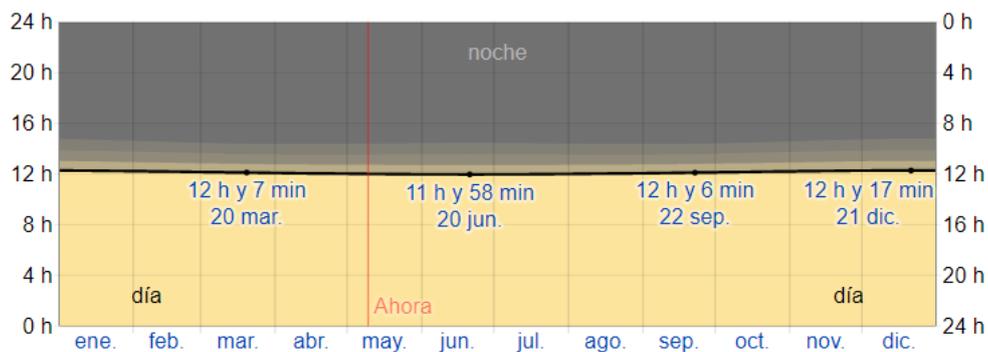


Ilustración 9. Horas de luz natural y crepúsculo del Cantón General Villamil Playas
Fuente: Weather Spark (2020)

Energía Solar

Esta sección trata sobre la energía solar de onda corta incidente diario total que llega a la superficie de la tierra en un área amplia, tomando en cuenta las variaciones

estacionales de la duración del día, la elevación del sol sobre el horizonte y la absorción de las nubes y otros elementos atmosféricos. La radiación de onda corta incluye luz visible y radiación ultravioleta.

La energía solar de onda corta incidente promedio diaria tiene variaciones estacionales leves durante el año.

El período más resplandeciente del año dura 2,3 meses, del 14 de agosto al 22 de octubre, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado superior a 6,6 kWh. El día más resplandeciente del año es el 6 de septiembre, con un promedio de 6,9 kWh.

El periodo más obscuro del año dura 4,6 meses, del 31 de enero al 18 de junio, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado de menos de 5,9 kWh. El día más obscuro del año es el 12 de marzo, con un promedio de 5,7 kWh.

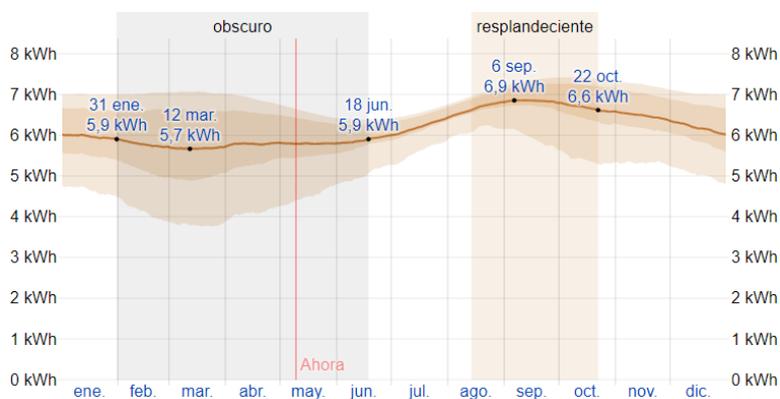


Ilustración 10. Energía sola de onda corta incidente diario promedio del Cantón General Villamil Playas

Fuente: Weather Spark (2020)

Vientos

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende

en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Playas tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 7,7 meses, del 20 de mayo al 10 de enero, con velocidades promedio del viento de más de 14,0 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 3 de septiembre, con una velocidad promedio del viento de 17,2 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 4,3 meses, del 10 de enero al 20 de mayo. El día más calmado del año es el 22 de marzo, con una velocidad promedio del viento de 10,8 kilómetros por hora.

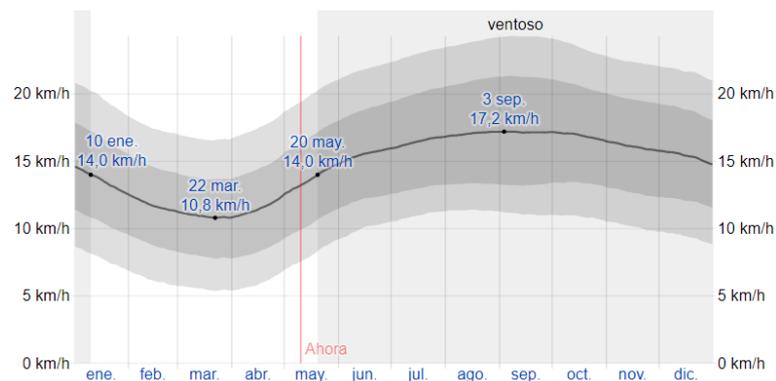


Ilustración 11. Velocidad promedio de los vientos del Cantón General Villamil Playas
Fuente: Weather Spark (2020)

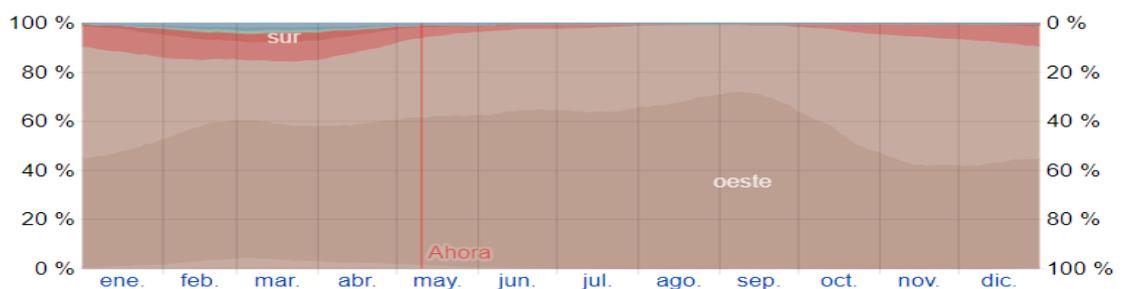


Ilustración 12. Dirección de los vientos del Cantón General Villamil Playas
Fuente: Weather Spark (2020)

Humedad

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura que varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

En Playas la humedad percibida varía levemente, siendo el período más húmedo del año dura 9,1 meses, del 6 de noviembre al 9 de agosto, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable durante el 90 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 28 de febrero, con humedad el 100 % del tiempo. El día menos húmedo del año es el 7 de septiembre, con condiciones húmedas el 87 % del tiempo.

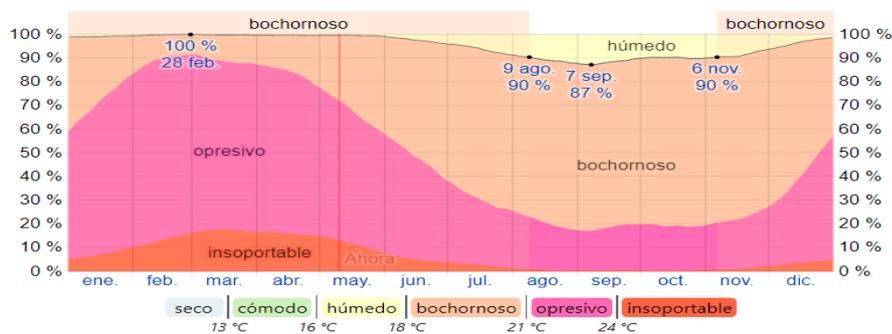


Ilustración 13. Niveles de comodidad de la Humedad del Cantón General Villamil Playas

Fuente: Weather Spark (2020)

Evaporación

Los índices de evaporación del agua dependen de varios factores tales como: la radiación solar, temperatura, humedad y el viento. Hay que considerar que el océano es la fuente hídrica más grande que se evapora directamente a la atmósfera.

De acuerdo a la data registrada por la estación meteorológica Universidad de Guayaquil del INAMHI, para el año 2019 (anuario meteorológico más actual) se ha determinado que, para el área de estudio, se presentó una evaporación mensual promedio mínima de 91,5 mm en el mes de junio, mientras que en el mes de diciembre se registró una evaporación mensual promedio máxima de 125,9 mm.

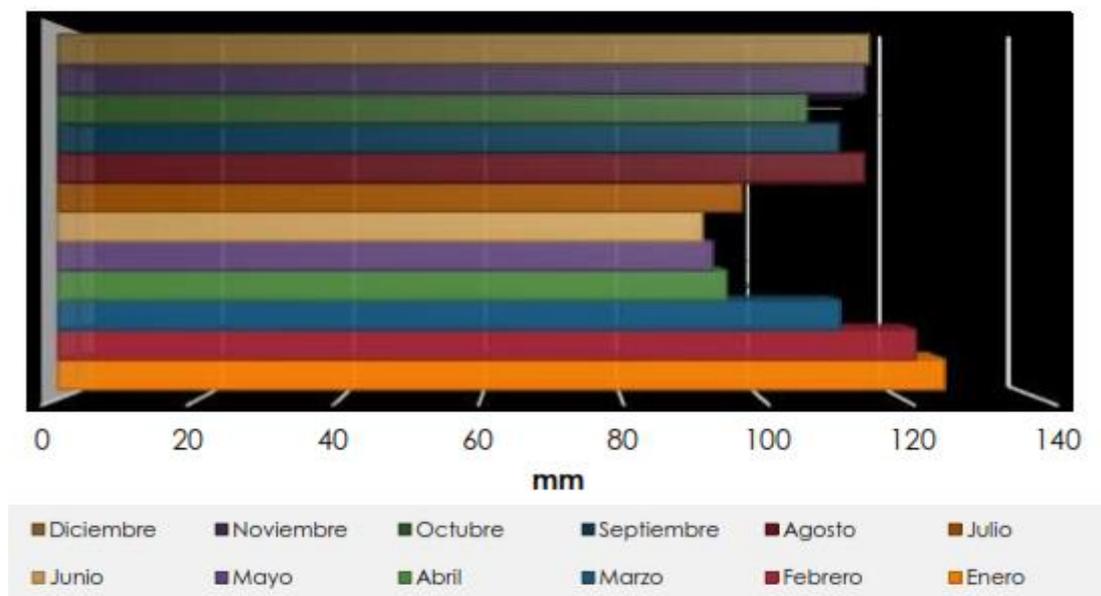


Ilustración 14 Evaporación mensual promedio
Fuente: Anuario meteorológico INAMHI 2019

Topografía

Para fines de este informe, las coordenadas geográficas de Playas son latitud: -2,632°, longitud: -80,388°, y elevación: 10 m.

La topografía en un radio de 3 kilómetros de Playas contiene solamente variaciones modestas de altitud, con un cambio máximo de altitud de 89 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 10 metros. En un radio de 16 kilómetros contiene solamente variaciones modestas de altitud (330 metros). En un radio de 80 kilómetros también contiene variaciones muy grandes de altitud (591 metros).

El área en un radio de 3 kilómetros de Playas está cubierta de pradera (31 %), agua (26 %), tierra de cultivo (17 %) y árboles (11 %), en un radio de 16 kilómetros de agua (55 %) y pradera (18 %) y en un radio de 80 kilómetros de agua (66 %) y árboles (14 %).

Red Hidro-meteorológica

La estación meteorológica que será considerada para el análisis de nuestro estudio es la **M173 Playas-Gral. Villamil** que proporcionan registros de los siguientes parámetros climáticos: precipitación, temperatura media, temperaturas medias máxima y mínima, temperaturas máximas y mínimas absolutas, nubosidad, velocidad del viento, humedad relativa y heliofanía (entre algunas).

Tabla 3. Ubicación – coordenadas UTM – altura (m.s.n.m) de Estación meteorológica

CODIGO	ESTACION	COORDENADAS		ALTURA
		ESTE	NORTE	
M173	PLAYAS-GRAL. VILLAMIL	566696	9709288	30

Fuente: CLIRSEN – MAGAP – 2012

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

Para abordar la problemática y los objetivos de esta investigación se plantea la metodología cuali-cuantitativa, debido a que la recolección de información es de dos tipos carácter lingüístico, la cual se la obtiene de la población que interviene directa o indirectamente sobre el problema planteado y de recolección de datos con medición numérica para poder determinar la correlación entre variables y la objetivación de los resultados a través de una muestra.

El método cualitativo permite una obtención de datos y resultados de manera sencilla y eficaz con lo plantea (Hernández; Fernández; Baptista, 2014), lo que permite que la investigación sea de naturaleza flexible, evolucionaría y recursiva.

Además, en esta investigación se han revisado documentos, libros, ensayos, entrevistas e incluso documentos digitales con el fin de recabar información contemporánea con el problema de investigación, por tanto, es de tipo documental y sustenta las teorías e hipótesis expuestas.

3.1. Tipos de Investigación

El tipo de investigación es de estudios exploratorios porque se efectúan normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tiene muchas dudas o no se han abordado antes” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Batista Lucio, 2014).

3.2. Método y Técnicas

Los métodos que se usarán para la investigación serán el inductivo-deductivo y bibliográfico.

3.3.Población y Muestra

Una vez que sea identificado el universo al que va dirigido el proyecto, se delimitara la población que formará parte de la muestra, para con ello economizar en tiempo y recursos, y así poder definir la unidad de muestro y de análisis. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Batista Lucio, 2014).

La población es el conjunto de personas que comparte una o varias características en común, está se define como el universo.

El Cantón Playas tiene una población de 49.311 habitantes de los cuales el 49.35% de los habitantes son mujeres y el 50.65% son hombres, y estos a su vez, se dividen en un 80% de la población perteneciente al sector urbano y el 20% restante al sector rural; siendo este último la población a la que se va a servir con esta investigación de acuerdo a datos propiciados por él (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010).

La muestra es el grupo de personas representativo de la población que permitirá recolectar datos necesarios para realizar una estadística sin necesidad de emplear todo el universo. Por consiguiente, para la aplicación de la entrevista se ha considerado estratégicamente un grupo de personas, las cuales son fundamentales para lograr los objetivos planteados en esta investigación.

Cálculo de la muestra

Se ha considerado como universo a la población del sector rural del Cantón Playas y el nivel de confianza con el que se realizara el cálculo es del 90% con un margen de error del 7%.

La fórmula que nos determina el tamaño de muestra es la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{NE^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

- n: tamaño de la muestra
- N: universo o población = 9.862,00 habitantes.
- Z: valor de confianza. Se asigna el riesgo que aceptamos al equivocarnos. Se considera el 90% (1,645)
- p: nivel de aceptación (+) = coeficiente estándar 0,50
- q: nivel de fracaso (-) = coeficiente estándar 0,50
- E: índice de error a cometer = 7% (0,07)

$$n = \frac{1,645^2 * 9.862,00 * 0,50 * 0,50}{0,07^2 (9.862,00) + (1,645^2 * 0,50 * 0,50)}$$

$$n = \frac{2,71 * 9.862,00 * 0,25}{0,0049 (9.861,00) + (2,71 * 0,25)}$$

$$n = \frac{6.681,51}{48,32 + 0,68}$$

$$n = \frac{6.681,51}{49,00}$$

$n = 136,36 = 137,00$

Una vez realizado el cálculo de la muestra con los datos obtenidos tenemos como resultado final del tamaño de la muestra es de 137 habitantes en el sector rural del Cantón Playas.

Técnicas de recolección

Las herramientas a emplearse serán los cuestionarios o entrevistas con preguntas semi estructuradas; que nos permite recabar detalles que no se obtienen con otras herramientas y se dirigen hacia los moradores del sector.

Análisis e interpretación de resultados

En esta investigación se empleó la entrevista como técnica de grupos de enfoque propuesta por (Wasserman & Galaskiewicz, 1994) a un total de 10 personas moradores del sector de la comuna cerca del botadero en el Cantón Playas, con el fin de conocer las necesidades hídricas sector rural y las posibles soluciones.

Los datos han sido analizados y procesado con el fin de obtener una interpretación de resultados que se pueda expresar mediante un análisis general y conclusiones.

Procesamiento de la entrevista



ENTREVISTA REALIZADA A AGRICULTORES DE PRODUCTOS PARA EL CONSUMO DIARIO

TEMA: LA INFLUENCIA BIOMIMÉTICA EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA DULCE EN UN INVERNADERO DE AGUA MARINA

MAESTRANTE: ING. ZULEIMAN IVETT MURILLO VEGA

Estimados señores, sírvanse responder con absoluta sinceridad las siguientes preguntas; las mismas que servirán para viabilizar el trabajo de investigación de tesis titulado: La influencia Biomimética en la producción de agua dulce en un Invernadero de Agua Marina. Para proponer como alternativa de solución a esta necesidad, un proyecto denominado “Diseño de un invernadero de agua marina para la producción de agua dulce mediante la influencia de la biomimesis”

Desarrollo de la entrevista

1. ¿Cómo es la producción agrícola del sector?
2. ¿Cuáles son las actividades económicas más representativas que desarrollan los habitantes del cantón Villamil?

3. ¿Hace cuánto tiempo se dedica a la producción de cultivos de Sandía, Pitahaya y Maíz?
4. ¿Algunos cambios en las condiciones ambientales del sector y la falta del recurso hídrico, han afectado sus cosechas en la producción de cultivos?
5. ¿Cuántas hectáreas siembra aproximadamente por cultivo?
6. ¿Cuál es su sistema de producción?
7. ¿Poseen sistemas de riego para la producción agrícola?
8. ¿Cuál es la fuente hídrica principal de la que se abastece para uso en los cultivos?
9. ¿Estaría de acuerdo con la implementación de un invernadero que utilice agua de mar para su producción agrícola?
10. ¿Cuál es su opinión sobre el medio ambiente y los recursos naturales del sector?
11. ¿Qué opinión tiene a cerca de la implementación de invernaderos de aguas marinas en la producción de agua dulce, para favorecer los cultivos agrícolas?
12. ¿Qué opinión tiene de las entidades gubernamentales en torno al apoyo prestado a la comunidad?
13. ¿Estaría interesado (a) en trabajar de manera conjunta con este proyecto que beneficien a la comunidad y protejan el medio ambiente?
14. ¿Estaría usted dispuesto a fomentar la utilización de invernaderos para la producción de aguas dulce, usando como suministro el recurso natural hídrico de este sector?
15. ¿Con que rapidez cree usted que se adaptaría a este sistema de producción y conservación de sus productos?

16. ¿Cuál sería la importancia de implementar este tipo de sistemas como invernaderos a los sectores rurales del Cantón?

Interpretación de resultados

Tabla 4. Interpretación de resultados (entrevista a grupo de enfoque)

No.	PLANTEAMIENTO- DESCRIPCIÓN	DISCUSIÓN
1	¿Cómo es la producción agrícola del sector?	Es muy necesaria, pero las condiciones climáticas y de suelo no permiten desarrollar esta importante actividad.
2	¿Cuáles son las actividades económicas más representativas que desarrollan los habitantes del cantón Villamil?	<ul style="list-style-type: none"> • La pesca • La agricultura (siembre de Sandía, Pitahaya y Maíz) • Y el turismo
3	¿Hace cuánto tiempo se dedica a la producción de cultivos de Sandía, Pitahaya y Maíz?	Hace aproximadamente 30 años. Son los cultivos más sobresalientes en lo que se refiere a la agricultura.
4	¿Algunos cambios en las condiciones ambientales del sector y la falta del recurso hídrico, han afectado sus cosechas en la producción de cultivos?	Por supuesto que sí, debido a que no contamos con la ingeniería y diseño de suelos aptos para la agricultura.

5	¿Cuántas hectáreas siembra aproximadamente por cultivo?	La mayoría de nosotros los pobladores sembramos en pequeñas parcelas (lotes de terrenos de aproximadamente 100m2)
6	¿Cuál es su sistema de producción?	El sistema de producción es un aprovechamiento del suelo húmedo en concordancia con la época invernal.
7	¿Poseen sistemas de riego para la producción agrícola?	Muy escasos, debido a que la inversión es cuantiosa y nuestras cosechas en gran parte son para la subsistencia familiar.
8	¿Cuál es la fuente hídrica principal de la que se abastece para uso en los cultivos?	Las aguas lluvias o estanques desalizados.
9	¿Estaría de acuerdo con la implementación de un invernadero que utilice agua de mar para su producción agrícola?	Por supuesto que sí, sería de mucha utilidad para nosotros los moradores que aprovechamos el suelo.
10	¿Cuál es su opinión sobre el medio ambiente y los recursos naturales del sector?	Para nosotros los colonos es buena, pero sería mucho mejor si se explotaría mayor cantidad del suelo para la agricultura.
11	¿Qué opinión tiene a cerca de la implementación de invernaderos de aguas marinas en la producción de agua dulce, para favorecer los cultivos agrícolas?	Muy buena. En realidad, la necesitamos.

12	¿Qué opinión tiene de las entidades gubernamentales en torno al apoyo prestado a la comunidad?	Por lo general en estos sectores los gobiernos se han limitado a la implementación de normas que regulen el sector pesquero.
13	¿Estaría interesado (a) en trabajar de manera conjunta con este proyecto que beneficien a la comunidad y protejan el medio ambiente?	Ser parte del desarrollo económico y protección del medioambiente, de nuestro sector es un anhelo.
14	¿Estaría usted dispuesto a fomentar la utilización de invernaderos para la producción de aguas dulce, usando como suministro el recurso natural hídrico de este sector?	Claro que sí, porque la utilidad beneficia a todos los moradores.
15	¿Con que rapidez cree usted que se adaptaría a este sistema de producción y conservación de sus productos?	Mientras que se empleen la técnicas y herramientas necesarias, que nos permita un efectivo desarrollo productivo.
16	¿Cuál sería la importancia de implementar este tipo de sistemas como invernaderos a los sectores rurales del Cantón?	La importancia enfoques, entre ellos: buen manejo para la conservación del medioambiente y el aprovechamiento significativo para nuestra actividad agrícola. (que lo consume especialmente)

Elaborado por: Murillo (2021)

Análisis general de la entrevista

El análisis siguiente, es considerado general debido a la relación que tiene las preguntas y por consiguiente las respuestas. De tal manera se realiza el siguiente el siguiente análisis.

A la pregunta:

1. ¿Cómo es la producción agrícola del sector?

Respuesta:

Es muy necesaria, pero las condiciones climáticas y de suelo no permiten desarrollar esta importante actividad.

A la pregunta:

2. ¿Cuáles son las actividades económicas más representativas que desarrollan los habitantes del cantón Villamil?

Respuesta:

La pesca, La agricultura (siembre de Sandía, Pitahaya y Maíz) y el turismo.

A la pregunta:

3. ¿Usted, hace cuánto tiempo se dedica a la producción de cultivos de Sandía, Pitahaya y Maíz?

Respuesta:

Hace aproximadamente 30 años. Son los cultivos más sobresalientes en lo que se refiere a la agricultura.

A la pregunta:

4. ¿Algunos cambios en las condiciones ambientales del sector y la falta del recurso hídrico, han afectado sus cosechas en la producción de sus cultivos?

Respuesta:

Por supuesto que sí, debido a que no contamos con la ingeniera y diseño de suelos aptos para la agricultura.

A la pregunta:

5. ¿Cuántas hectáreas siembra aproximadamente por cultivo?

Respuesta:

La mayoría de nosotros los pobladores sembramos en pequeñas parcelas (lotes de terrenos de aproximadamente 100m²)

A la pregunta:

6. ¿Cuál es su sistema de producción?

Respuesta:

El sistema de producción es un aprovechamiento del suelo húmedo en concordancia con la época invernal.

A la pregunta:

7. ¿Poseen sistemas de riego para la producción agrícola?

Respuesta:

Muy escasos, debido a que la inversión es cuantiosa y nuestras cosechas en gran parte son para la subsistencia familiar.

A la pregunta:

8. ¿Cuál es la fuente hídrica principal de la que se abastece para uso en los cultivos?

Respuesta:

Las aguas lluvias o estanques desalizados.

A la pregunta:

9. ¿Estaría de acuerdo con la implementación de un invernadero que utilice agua de mar para su producción agrícola?

Respuesta:

Por supuesto que sí, sería de mucha utilidad para nosotros los moradores que aprovechamos el suelo

A la pregunta:

10. ¿Cuál es su opinión sobre el medio ambiente y los recursos naturales del sector?

Respuesta:

Para nosotros los colonos es buena, pero sería mucho mejor si se explotaría mayor cantidad del suelo para la agricultura.

A la pregunta:

11. ¿Qué opinión tiene a cerca de la implementación de invernaderos de aguas marinas en la producción de agua dulce, para favorecer los cultivos agrícolas?

Respuesta:

Muy buena. En realidad, ¡la necesitamos!

A la pregunta:

12. ¿Qué opinión tiene de las entidades gubernamentales locales en torno al apoyo prestado a la comunidad agrícola exclusivamente?

Respuesta:

Por lo general en estos sectores los gobiernos se han limitado a la implementación de normas que regulen el sector pesquero.

A la pregunta:

13. ¿Estaría interesado en trabajar de manera conjunta con este proyecto que beneficien a la comunidad y protejan el medio ambiente?

Respuesta:

Ser parte del desarrollo económico y protección del medioambiente, de nuestro sector es un anhelo.

A la pregunta:

14. ¿Estaría usted dispuesto a fomentar la utilización de invernaderos para la producción de aguas dulce, usando como suministro el recurso natural hídrico de este sector?

Respuesta:

Claro que sí, porque la utilidad beneficia a todos los moradores.

A la pregunta:

15. ¿Con que rapidez cree usted que se adaptaría a este sistema de producción y conservación de sus productos?

Respuesta:

Mientras que se empleen las técnicas y herramientas necesarias, que nos permita un efectivo desarrollo productivo.

A la pregunta:

16. ¿Cuál sería la importancia de implementar este tipo de sistemas como invernaderos a los sectores rurales del Cantón?

Respuesta:

La importancia enfoques, entre ellos: buen manejo para la conservación del medioambiente y el aprovechamiento significativo para nuestra actividad agrícola. (que lo consume especialmente)

Conclusión del análisis general

Una vez terminado el análisis general, se puede llegar a las siguientes conclusiones de la entrevista:

- Todas las preguntas tuvieron una respuesta positiva, favorable para la presente investigación.
- Es factible la implementación de la propuesta dentro del trabajo de investigación.
- Se puede concluir además que la presente investigación tendría un impacto positivo al servicio de la colectividad costanera.

Operacionalización de las variables

Tabla 5. Operacionalización de las Variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES		INDICADORES	INSTRUMENTO
Biomimética	Constituye un conjunto de técnicas de ingeniería, biológicas y químicas aplicadas a la síntesis de materiales, sistemas o máquinas que	La naturaleza		Optimización de los recursos Imitación de la naturaleza La resiliencia	Investigación bibliográfica, documental y de campo Entrevistas

	tengan procesos que imitan un comportamiento biológico				
Producción de Agua Dulce	Proceso de separación de sales de una disolución salobre (agua salobre o agua de mar) para convertirlas en agua adecuada para el consumo humano, uso industrial o agrícola.	Recurso hídrico Acumulación del agua Desalinización		Sistema de captación de agua Planteamiento de infraestructura Sistema de riego	

Elaborado por: Murillo (2021)

Independiente: Biomimética

Dependiente: Producción de Agua dulce

CAPITULO IV: PROPUESTA

4.1. Título de la propuesta

“Diseño de un invernadero de agua marina para la producción de agua dulce mediante la influencia de la biomimesis”

Para el desarrollo de la presente propuesta, es importante considerar la población a servir y sobre de toda la optimización de los recursos para la conservación del medio ambiente.

4.2. Objetivo de la propuesta

Objetivo General

Emplear la biomimesis para el diseño de un invernadero de agua marina para la producción de agua dulce.

Objetivos Específicos

- Utilizar los recursos naturales para la producción de cultivos en las areas costeras.
- Proponer mecanismos biomiméticos sinérgicos, que permitan un desarrollo sostenible en tierras áridas.
- Incrementar la producción de cultivos de primer orden para el consumo diario
- Fomentar la producción agrícola mediante la influencia de la biomimesis.

4.3.Ubicación geográfica del area de estudio

El objeto de estudio del presente proyecto se encuentra ubicado en la zona de planificación 5, en la ciudad de General Villamil Playas, en la cabecera cantonal del Cantón Playas, Provincia del Guayas.



*Ilustración 15. Imagen satelital de la ciudad de General Villamil Playas
Fuente: Google maps (2020)*

El área del proyecto tiene un aproximado de 1400 m² y tiene los siguientes límites:

- Norte: Iglesia “EL Shaday”
- Sur: Hotel Isabel Playas Villamil
- Este: Calle D-1 – Viviendas Populares
- Oeste: Playa San Vicente



*Ilustración 16. Imagen satelital de la ciudad de General Villamil Playas – Sector el Botadero
Fuente: Google maps (2020)*

Caracterización climática de la zona

En Playas, la temporada de lluvia es nublada, teniendo una lluvia media anual de 302.5mm de precipitación, la temporada seca es ventosa, parcialmente nublada, caliente y opresivo durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 19 °C a 29 °C y rara vez baja a menos de 18 °C o sube a más de 30 °C.

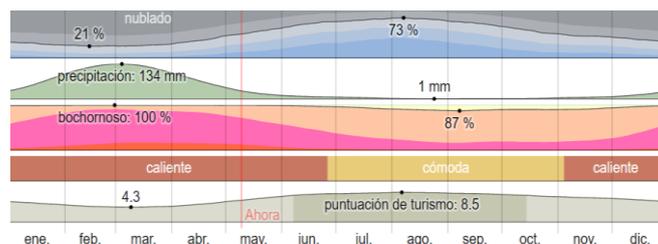


Ilustración 17. Resumen del clima del Cantón General Villamil Playas
Fuente: Weather Spark (2020)

Para nuestro sector de estudio las características climatológicas fueron tomadas de la estación meteorológica “Playas” M0173 por encontrarse cerca del sector de estudio, y son las siguientes:

Tabla 6. Características climatológicas de diseño

Parámetro	Descripción
Latitud	2,632°
Longitud	-80,388°
Elevación	10 msnm
Temperatura (Temporada Caliente)	Máxima 28 °C – Mínima 24 °C
Temperatura (Temporada Fría)	Máxima 22 °C – Mínima 19 °C
Nubosidad anual	Nublado 79% - Despejado 21%
Precipitación	134 mm
Heliofanía	143.4 horas luz

Humedad relativa promedio	Máxima 90% - Mínima 87%
Evaporación	Máxima 125.9 mm – Mínima 91.5 mm
Energía Solar	Máxima 6.9 kWh – Mínima 5. kWh
Vientos	Máximo 17.2 km/h – Mínimo 10.8 km/h
Dirección de los vientos	Sur Oeste

Elaborada por: Murillo (2021)

4.4.Ventajas y desventajas de la producción de cultivos dentro de un invernadero

Ventajas

- Este tipo de invernadero está dirigido a demostrar que la sequía no tiene por qué conducir a la hambruna, y, a través de la propuesta, mejorar la suficiencia agrícola del sector, así como proporcionar medios de vida resistentes a la escasez de agua, lo que proporciona a los pequeños agricultores un medio de vida sustentado por la cosecha de sus productos. Todavía está en proceso, ya que contempla la forma más eficaz de abastecer a los mercados locales con productos cosechados en el invernadero propuesto. La investigación planea que, gracias al diseño del invernadero, eventualmente los agricultores podrán ocuparse de sus propias pequeñas parcelas individuales con la finalidad de sustentar la economía de las familias especialmente alojadas en el sector y dedicadas a la siembra de productos de primer orden para el consumo humano como actividad principal de subsistencia"
- En lo relacionado a costos, cabe recalcar que el proyecto no contempla fines de lucro, más allá del beneficio de sus benefactores, es un invernadero cuya construcción es a bajos costos, debido a los materiales y recursos para su funcionamiento (el agua de mar y el sol). Estos recursos naturales son el motor principal que se usa para el invernadero; por lo tanto, se constituye en una ventaja

desde el punto de vista económico y ambiental, debido a que estos recursos son considerados inagotables por ser provenientes de la naturaleza, y el proyecto al ser situado en zonas costeras, facilita su aprovechamiento.

- Los cultivos son más precoces, lo cual permite adelantar el inicio de la producción o también alargar el período de cosecha. Al aumentar la temperatura del suelo el cultivo se desarrolla y produce con mayor rapidez (Balcaza y Fernández 2002).
- Los Invernaderos en cultivos de hortalizas. Como el pimiento funcionan como un tanque almacenador de temperatura, el cual durante el día acumula energía calórica que es utilizada por la planta para los procesos fisiológicos (Cantliffe et al. 2002).
- Al disminuir la evaporación en el invernadero se reducen las pérdidas de humedad del suelo dentro del protector. El agua que se evapora del suelo se condensa en el techo y cae nuevamente cerrando así el ciclo, lo que permite mayor uniformidad de la humedad y se logra con esto distanciar la frecuencia de riego. El agua que se pierde es la absorbida por la planta a través de sus raíces (Dixon, 2000).
- En este tipo de infraestructuras se presentan menos problemas de malezas en los cultivos. Por ejemplo, el color negro del plástico utilizado en las coberturas del suelo evita el crecimiento de éstas, ya que se reduce la penetración de la luz hasta el suelo impidiendo de esta manera su desarrollo (Salazar 1999).
- Las aplicaciones de plaguicidas que se efectúan en los invernaderos por medio de aspersión, permiten el control eficiente de las mismas, Se controlan las corrientes de aire que pueden penetrar y producir efecto de deriva y ocasionar de esta manera la pérdida del producto aplicado (Leiva 2000).
- La utilización de fertilizantes orgánicos (estiércol, compost o compuestos similares) dentro de estas estructuras controladas permiten mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, de esta manera mantener su fertilidad natural y

ayudando a obtener máxima productividad y vida útil del mismo (Rosa y Russo, 2000).

- Con la implementación de un invernadero, se busca de forma sustancial reducir costos fijos (mano de obra), aumentando los rendimientos por área con un número limitado de empleados que manejen de forma adecuada el área en producción (López, 1999).
- Los productos obtenidos bajo condiciones de invernaderos son de mayor calidad y tamaño, este parámetro es determinante en los mercados al momento de comercializarlos (Ferratto y Herrera, 2003).

Desventajas

- Los productores de cultivos bajo invernadero dependen totalmente de la semilla para la siembra de sus cultivos en los invernaderos, lo que aumenta los costos de producción (Gómez y Quirós, 2001).
- Los cultivos manejados bajo estas condiciones presentan problemas de resistencia de plagas, las cuales se adaptan a las condiciones ambientales y no responden a los productos que se utilizan para su control (Gutiérrez, 2000).
- Altos costos de inversión del establecimiento de la infraestructura, mantenimiento y operación; lo que limita la implementación de este tipo de tecnología (Barquero, 2001).

4.5.Cálculos de diseño

Acero estructural ASTM-36

Para el diseño de nuestra propuesta se utilizará acero ASTM A-36 de grado estructural

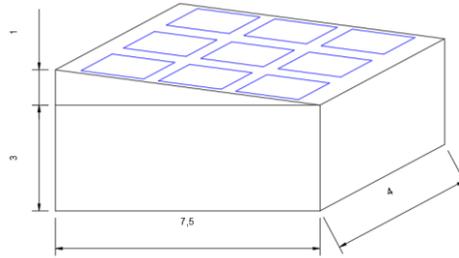


Ilustración 18. Dimensiones del Invernadero

Elaborador por: Murillo (2021)

Cálculo de area:

$$a1 = b \times h$$

$$a1 = 7.5 \text{ m} \times 3 \text{ m}$$

$$a1 = 22.5 \text{ m}^2$$

$$a2 = b \times h / 2$$

$$a2 = 7.5 \text{ m} \times 1 \text{ m} / 2$$

$$a2 = 3.75 \text{ m}^2$$

$$\text{Area total} = a1 + a2 = 22.5 \text{ m}^2 + 3.75 \text{ m}^2$$

$$\text{Area total de una nave} = 26.25 \text{ m}^2$$

Cálculo de Volumen:

$$V = \text{Area} \times \text{Profundidad}$$

$$V = 26.25 \text{ m}^2 \times 4 \text{ m}$$

$$V = 105 \text{ m}^3$$

Sabiendo que relatividad (r) = 7.8 Kg/m³

Cálculo de masa:

$$m = V \times r$$

$$m = 105 \text{ m}^3 \times 7.8 \text{ Kg/m}^3$$

$$m = 819 \text{ Kg}$$

Polietileno

Este tipo de material se utilizará como cubierta del invernadero, con un coeficiente $r = 0.93 \text{ kg/m}^3$

Cálculo de masa:

$$m = V \times r$$

$$m = 105 \text{ m}^3 \times 0.93 \text{ Kg/m}^3$$

$$m = 97.65 \text{ Kg}$$

Producto / Planta

El producto a utilizarse es el tomate riñón, el cual posee las siguientes características:

Peso: 60 gramos a 80 gramos

Frutos por planta: 5 - 7

Peso total por planta: 0.56 kg

Cartón

Este material será necesario para la simulación del ciclo del agua hacia el interior del invernadero, se colocará sobre las paredes. Sabiendo que cada metro cubico de cartón debe pesar 200 Kg, tenemos:

Cálculo de masa:

$$m = V \times r$$

$$m = 105 \text{ m}^3 \times 0.25 \text{ Kg/m}^3$$

$$m = 26.25 \text{ Kg}$$

Total, de cargas muertas = Acero a36 + Polietileno + Producto + Cartón

$$= 819 \text{ Kg} + 97.65 \text{ Kg} + 0.56 \text{ Kg} + 26.25 \text{ Kg}$$

$$= 943.46 \text{ Kg}$$

Presión dinámica del viento:

Basado en los datos de la tabla 5, sabemos que la velocidad máxima del viento es de 17.2 Km/h, calculamos la fuerza a la será sometido en el invernadero tanto a barlovento como sotavento.

Sabiendo que 1km/h = 0.277778 m/s, tenemos:

$$= 17.2 \text{ Km/h} = 4.77778 \text{ m/s}$$

$$Pd = \frac{\rho V^2}{2g} \quad \text{ó} \quad V = \sqrt{\frac{2g \cdot Pd}{\rho}}$$

Donde:

Pd: Presión dinámica (mmca)

ρ : Densidad del aire (kg/m³)

V: Velocidad del aire (m/s)

g: Aceleración de la gravedad (m/s²)

Donde: $r = 1.29 \text{ Kg/m}^3$

Entonces: $Pd = 1.29 \text{ Kg/m}^3 \times (4.77778 \text{ m/s})^2 / 2 \times 9.81 \text{ m/s}^2$

$$Pd = 1.29 \text{ Kg/m}^3 \times 22.83 \text{ m}^2/\text{s}^2 / 19.62 \text{ m/s}^2$$

$$Pd = 1.50 \text{ Pa}$$

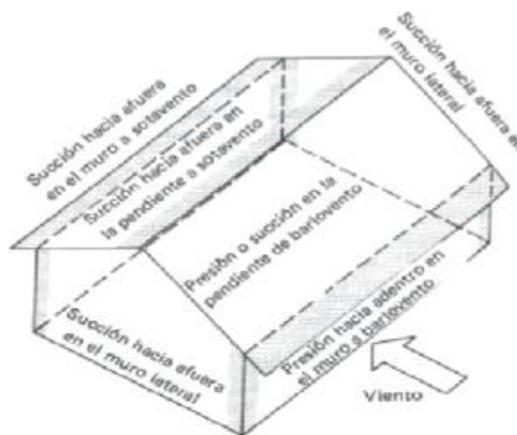
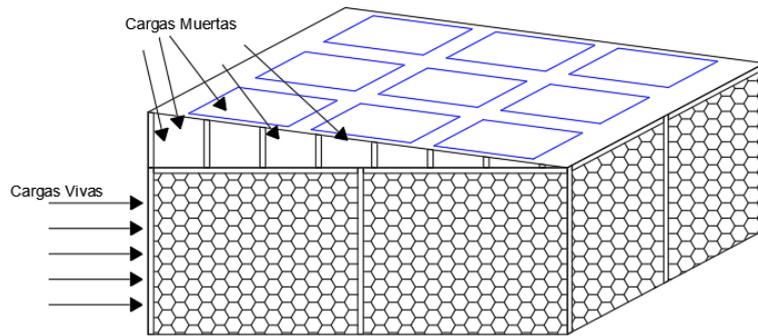
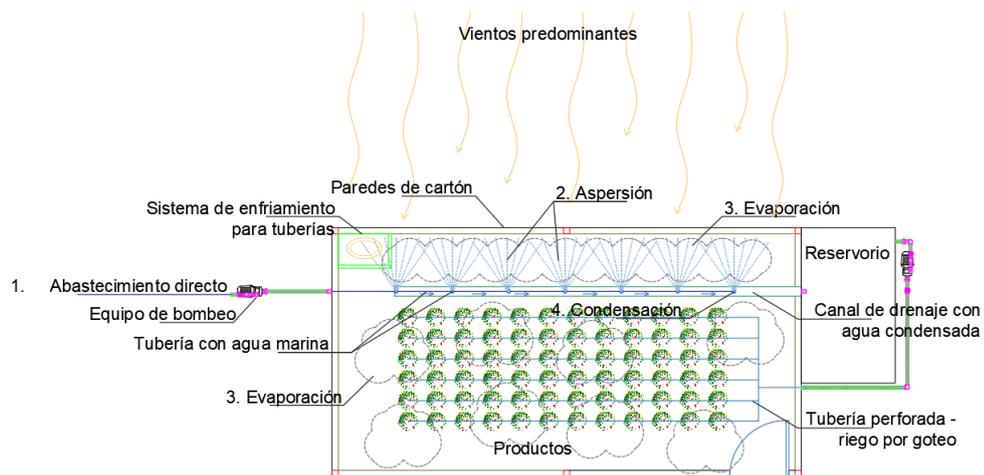


Ilustración 19. Dirección del viento a presiones de barlovento y sotavento
Fuente: Hibelar



*Ilustración 20. Dirección de cargas
Elaborado por: Murillo (2021)*



*Ilustración 21. Detalle interior de invernadero
Elaborado por: Murillo (2021)*

Cálculo de la Evapotranspiración potencial (ETP)

Las necesidades hídricas del cultivo se relacionan con la evapotranspiración (ET), proceso del sistema suelo-planta que combina la pérdida de agua del suelo por evaporación y de la planta por transpiración (Burman & Pochov, 1994). La evapotranspiración de referencia (ET₀) se define como la máxima cantidad de agua que pierde un cultivo hipotético de referencia de una altura de 0.12 m, una resistencia de la

superficie de 70 s m-1 y un albedo de 0.23 m, similar a la ET que ocurre en una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, que crece activamente y que está bien regada

Se realiza este cálculo para las condiciones más desfavorable, es decir, en el mes de máximo consumo. El producto seleccionado es, dentro de las hortalizas, el producto de mayor consumo a nivel nacional y escala mundial, siendo los meses de mayor demanda en diciembre, enero y febrero.

Según el Método de Ivanov la Evapotranspiración potencial se calcula de la siguiente manera:

$$ETP = 0.018 * (25 + T_m)^2 * (100 - HR)$$

Donde:

ETP = evapotranspiración potencial expresada en mm/día

T_m = temperatura media del aire, expresada en °C

HR = Humedad relativa del aire, expresada en porcentaje

Entonces: $ETP = 0.018 \times (25 + 24.8^\circ\text{C})^2 \times (100 - 90\%)$

$$ETP = 0.018 \times (49.8^\circ\text{C})^2 \times (10\%)$$

$$ETP = 0.018 \times (2480.04) \times 10\%$$

$$ETP = 4.46 \text{ mm/día o } 4.46 \text{ lt/m}^2$$

Cálculo de caudal de riego

Area a regar = 30 m²

Cantidad de agua por día = 4.46 lt/m² x 30 m²

= 133.8 lt (Cultivos en crecimiento)

Eficiencia del sistema asumida = 90%
 Cantidad total de agua por día = 133.8 Lt / 90%
 = 148.67 lt
 Distancia lateral de riego = 7.50 mtrs
 Distancia entre goteros = 30 cm
 Cantidad total de goteros = 7.50 mtrs / 0.30 mtrs
 = 25 goteros
 Descarga del gotero = 2.12 lt/hora
 Descarga total del sistema = 25 goteros x 2.12 lt/hora
 = 53 lt / hora

4.6. Criterios de diseño

Tabla 7. Criterios de diseño

Criterios de diseño		
	Objetivo	Criterio
Terreno	Ajustar el proyecto a la zona de implantación	Aprovechar las condiciones del terreno y su ubicación en el marco geográfico del cantón.
Función	Definir las funciones de cada uno de los elementos que forman parte del diseño, así como el	Diseñar el invernadero respetando normas de construcción

	funcionamiento interno del invernadero	
Orientación – Incidencia solar – Vientos predominantes	Definir ubicación del proyectos de acuerdo a las condiciones climáticas	Direccionar el invernadero para el aprovechamiento de los factores climáticos
Materiales	Proponer materiales de la zona	Aprovechar los materiales encontrados en la zona de estudio para aminorar costos de construcción

Elaborado por: Murillo (2021)

Terreno

El area de implantación del proyecto ha sido elegido de manera estratégica, de tal manera que se aprovechen eficientemente los recursos naturales necesarios para el funcionamiento del invernadero, los cuales son agua de mar y sol. El recurso natural agua de mar se encuentra a una distancia de 400 metros encontrándose en us estado más puro, de la misma manera se encuentra a 35 metros una cuenca de agua de mar que es utilizado por la población rural para piscinas de peces, camarones y algunas veces para riego.

Función

Las áreas que se definan al interior o exterior del invernadero no interfieren con las actividades para los cuales han sido destinado, esto es, el área interior para el mantenimiento y cultivo de especies y en el área exterior se encuentran el área para la ubicación de paneles solares y el área de terreno que será tratada con material resultante del proceso que se desarrolla dentro del invernadero.

Con respeto a la circulación interior se diseña como un invernadero común, que permita el fácil movimiento y mantenimiento del cultivo en el interior.

Orientación – Incidencia solar – Vientos predominantes

Se ubica la fachada en dirección Nor-Oeste, teniendo así las fachadas laterales en el mismo sentido que la trayectoria solar y su incidencia, de esta manera, se puede aprovechar este recurso de manera eficiente tanto para el invernadero como para el sistema fotovoltaico a implementarse.



*Ilustración 22 Incidencia Solar – Trayectoria Solar
Fuente: sunearthtools.com*

Con respecto a la dirección de los vientos, para conocer la influencia del recorrido de los vientos en la zona de estudio se utilizó el programa Flow Desing, el cual nos permite conocer como circula los vientos y como se relaciona con el ambiente modificando parámetros como lo son la posición del proyecto, la velocidad y la altura de influencia.

Un factor a considerar con respecto al cantón General Villamil Playas es que se encuentra rodeado de zonas áridas y despejadas, lo que permite la fácil trayectoria del viento, para de esta manera tener un mejor aprovechamiento de acuerdo a como se direcciona el viento en corrientes que circundan el sector de estudio.

Para el desarrollo de nuestro caso se importó el modelado y se ajustaron los parámetros a diferentes alturas manteniendo la velocidad media y la dirección de los vientos en dirección Nor-Oeste, con una velocidad medio promedio de 14 Km/h (Weather

Spark, 2020). Se situó a diferentes alturas las corrientes de viento para conocer la fluctuación de la velocidad al bajar o subir dependiendo de los volúmenes. Además, se hizo la conversión de las unidades.

Lo que se pudo constatar por el programa es:

- La dirección ubicada del proyecto aprovecha considerablemente los vientos predominantes de la zona.
- Las velocidades de vientos máximas alcanzadas en la zona de estudio, son favorables para alcanzar la humedad esperada en el interior del invernadero.

Materiales

Los materiales para la construcción de este tipo de invernaderos son: cemento, agregados gruesos, agregados finos, agua (no de mar), acero de refuerzo $f_y=4200$ Kg/cm², Acero estructural A36, tuberías pvc, tuberías de acero inoxidable, cables eléctricos, plástico o polietileno para la cubierta, almohadillas de cartón, pernos y demás materiales que son de fácil acceso dentro de la zona de estudio.



*Ilustración 23. Almohadillas de cartón
Fuente: Seawater Greenhouse 2020*

la pared está hecha de una simple celosía de cartón liviano que ha demostrado ser notablemente resistente al viento y al agua salada que se empapa continuamente usando la electricidad suministrada por el parque eólico adyacente; capas una vez

4.7. Funcionamiento del invernadero

Basados en el modelo de Charlie Paton, se propone el invernadero con agua de mar que permite a poblaciones de zonas áridas y afectadas por la sequía, darles una solución hídrica para la producción agrícola de cultivos del primer orden en el consumo diario. El primer modelo de un invernadero con agua marina se desarrolló en las islas canarias en el año de 1990, la compañía de Paton, Seawater Greenhouse, se especializa mediante la practica con invernaderos alimentados por energía solar donde los productos agrícolas se cultivan con agua salina, que, en circunstancias naturales, es un exterminador de plantas (excepto para manglares que filtran sal y algunas otras plantas, la mayoría de las cuales no son aptas para el consumo humano).

La tecnología empleada simula el mecanismo natural que utiliza el Escarabajo de Namibia para la obtención de agua del desierto, y, a esta simulación de observación, imitación y aprovechamiento de la naturaleza se le conoce como biomimesis.

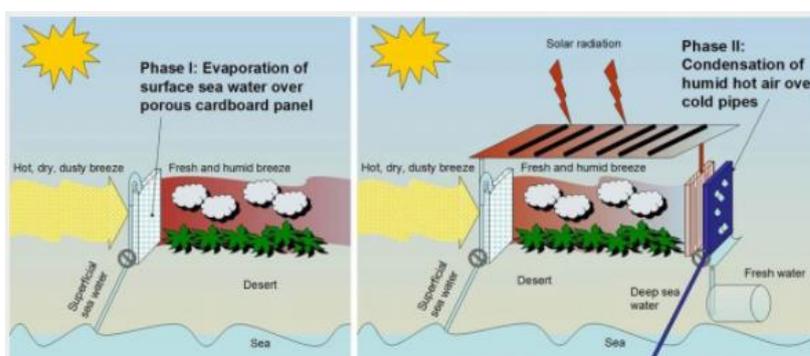


Ilustración 24 Funcionamiento esquemático del interior del invernadero

Fuente: Wikimedia commons

Lo que hace el invernadero de agua de mar es recrear el ciclo natural del agua, es decir, hacer agua a partir del aire.

Inicialmente, se enfría una serie de tuberías de plástico bombeando agua de mar fría a través de ellas, luego esta agua se rocía sobre una superficie de malla confeccionada a partir de celosías de cartón absorbente, el cual a medida que el aire caliente del area de implantación pasa a través de esta malla, convierte el agua de mar en vapor de agua que enfría y aumenta la humedad en el interior del invernadero, haciendo menos necesario el uso del agua.

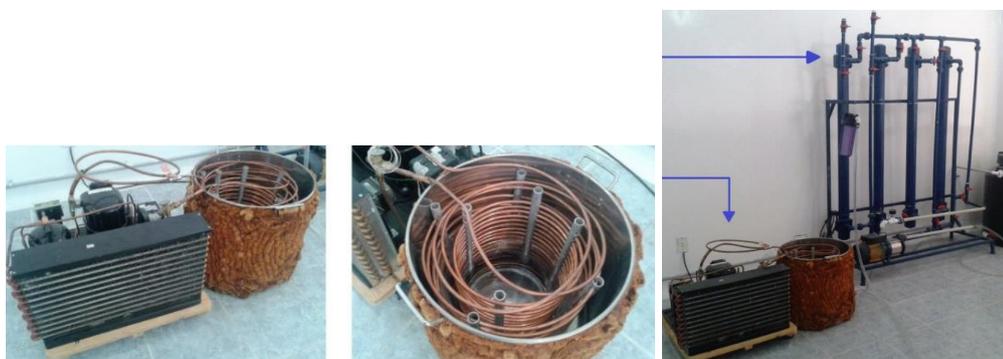


Ilustración 25. Sistema de enfriamiento de tuberías
Fuente: Water ProjectsCulligan (2022)

Luego, el vapor de agua se condensa en las tuberías que contienen el agua de mar fría, lo que produce agua dulce que es almacenada y canalizada mediante unas bandejas a media caña en la parte inferior de las tuberías y luego es dirigido hacia un reservorio. El agua almacenada en estos reservorios puede ser reutilizada para regar los productos en el interior del invernadero mediante goteo, en los días en que no sea posible alcanzar la humedad suficiente para la producción agrícola.

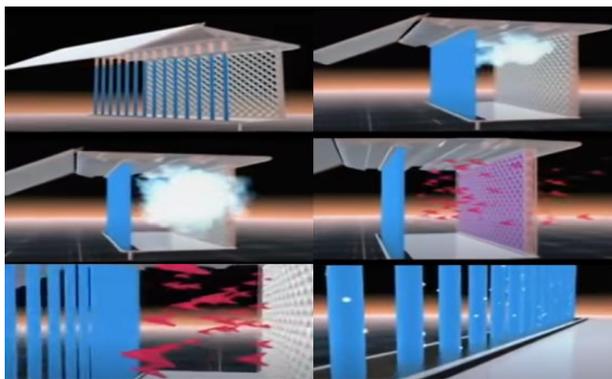


Ilustración 26 Proceso de funcionamiento en el interior del invernadero
Fuente: Seawater Greenhouse

Según Fabrizio Inverardi lo que diferencia a este sistema de una planta de desalinización normal radica en el hecho de que no simplemente explotamos el agua dulce derivada de la destilación del agua de mar, sino la capacidad, a través del vapor, de crear un ambiente favorable para el crecimiento de las plantas, sin requerir irrigación intensiva. De hecho, en un proceso de desalinización normal, solo se puede obtener un 30% de agua dulce a partir del total de agua de mar introducida lo que lo convierte en un proceso no muy eficiente (Inverardi, 2018).

Además, las sales que se alojan en las paredes de cartón pueden ser recolectadas para luego venderse en mercados locales, como alimento, abonos, aprovechamiento de las propiedades de estas sales minerales, conservación de alimentos entre otros usos.



Ilustración 27. Celosías o Almohadillas de enfriamiento de cartón, destilando agua dulce
Fuente: Seawater Greenhouse

Este es un proceso de desalinización integrado de costo relativamente bajo, ideal para áreas donde los esfuerzos agrícolas, grandes o pequeños, de otro modo no serían un iniciador, ya que utiliza el poder de enfriamiento y humidificación del vapor de agua producido por la evaporación del agua salada.

Este efecto combinado de reducir la temperatura y aumentar la humedad, junto con proporcionar un entorno protegido para los cultivos, da como resultado una reducción de hasta el 90 por ciento en la evapotranspiración. Esto reduce en gran medida los requisitos de riego, que pueden proporcionarse mediante la desalinización, y mejora las condiciones de crecimiento. (Escobi, 2018).

Como cita Charlie Paton en una conferencia dictada en Cambridge University's 12th Technology Ventures Conference (TVC) on "FUTURE RESOURCE ABUNDANCE" *"El truco consistía en resolver no solo cómo crear agua, sino cómo crear un ambiente donde las plantas no necesiten casi tanto, pero crezcan mejor; la respuesta fue usar agua de mar para enfriar y humedecer el clima"*.



*Ilustración 28 Construcción de Invernadero de Agua Marina en Somalia por Charlie Paton
Fuente: Seawater Greenhouse*



*Ilustración 29 Construcción de Invernadero de Agua Marina en Somalia por Charlie Paton
Fuente: Seawater Greenhouse*

4.8. Factibilidad de aplicación

La comparación en base a la relación costos y beneficios ha permitido determinar la factibilidad de la propuesta al problema de investigación planteada, mediante la determinación de los indicadores de rentabilidad económica y financiera para los cuales, tenemos la siguiente información: costo de inversión de montaje del proyecto, inversión por mantenimiento del proyecto, entre otros que se detallan a continuación:

Tabla 8. Presupuesto de Implementación del Invernadero con agua marina

N° .	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	PREIO UNITARIO	TOTAL
1	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	1.000,00	\$ 1,02000	\$ 1.020,00000
2	Excavación manual	m3	72,25	\$ 7,81000	\$ 564,27250
4	Relleno compactado con material de mejoramiento (incl. Transporte)	m3	19,50	\$ 12,43000	\$ 242,38500
6	Hormigón simple f'c=210kg/cm2 en dado	m3	18,35	\$ 284,24000	\$ 5.215,80400
7	Acero de estructural A36	Kg	5.710,00	\$ 3,98000	\$ 22.725,80000
10	Plástico Co extruido Tricapa anti goteo, anti virus con filtro UV, calibre N° 7	m2	1.200,00	\$ 4,13000	\$ 4.956,00000
11	Almohadillas de carton	m2	1,00	\$ 3,14000	\$ 3,14000
12	Puertas corredizas con Tubo cuadrado	u	1,00	\$ 218,70000	\$ 218,70000
12	Manguera lisa de polietileno para goteo 16 mm	m1	1.000,00	\$ 3,21000	\$ 3.210,00000
12	Valvulas de cierre rapido	u	10,00	\$ 31,15000	\$ 311,50000
12	Tanque con capacidad de 2500lts	u	1,00	\$ 719,86000	\$ 719,86000
12	Equipo de enfriamiento	u	1,00	\$ 1.800,00000	\$ 1.800,00000
12	Equipo de bombeo	u	1	\$ 1.080,25000	\$ 1.080,25000
				TOTAL	\$ 42.067,71150

Elaborado por: Murillo (2021)

El area de implantación del proyecto es de 1400 m2, y para el proyecto planteado se está utilizando 1000 m2 con dimensiones de 50 m x 20 m.

En interior del invernadero, se siembran alrededor de 4800* plantas de tomate riñón, a una separación de 20 cm la una de la otra y con un ciclo de vida máximo de 70 días lo que equivale a 5 cosechas anuales. Cada planta de tomate produce alrededor de 8 tomates (1 Kilo. (Guerrero Saavedra, 2001).

Producción anual = 4800 Kilos x 5 veces = 24.000 Kilos

El precio de comercio en Ecuador del tomate por kilo es de aproximadamente \$ 1.00, por tanto, anualmente tendríamos:

Producción anual = \$ 24,000.00

Costos anual de siembra = \$ 3500.00 (Ecuador, 2016)

Utilidad Neta = \$ 20,500.00

Tabla 9. Flujo de caja económico social neto con financiamiento local

FLUJO DE CAJA ECONOMICO SOCIAL NETO CON FINANCIAMIENTO LOCAL						
PERIODO	0	1	2	3	4	5
AÑOS	2021	2022	2023	2024	2025	2026
BENEFICIOS		20,500.00	20,500.00	20,500.00	20,500.00	20,500.00
COSTOS		3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00
INVERSIONES	-42,067.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FLUJO NETO	-42,067.71	17,000.00	17,000.00	17,000.00	17,000.00	17,000.00

Elaborado por: Murillo (2021)

Tabla 10. Calculo de los indicadores financieros

TASA SOCIAL DE DESCUENTO LOCAL	12%
VAN	\$ 19,213.48
TIR	29.18%
COSTO BENEFICIO	\$ 0.74
INGRESOS TOTALES - VNA	73,897.91
EGRESOS TOTALES - VAN	12,616.72
EGRESOS + INVERSION - VAN	54,684.43

INGRESOS	EGRESOS
20,500.00	3,500.00
20,500.00	3,500.00
20,500.00	3,500.00
20,500.00	3,500.00
20,500.00	3,500.00
\$ 102,500.00	\$ 17,500.00

TIRS = TASA INTERNA DE RETORNO - EL PORCENTAJE DE RECUPERACION DE INVERSION - INDICA LA RENTABILIDAD
VANS = VALOR ACTUAL NETO - DEFINIR EN VALOR MONETARIO SI ES RENTABLE EL PROYECTO, MAYOR A 0 ES POSITIVA LA INVERSIÓN
VNA = VALOR ACTUAL NETO - CUANDO ACTUALIZAS LOS VALOR DE PAGOS E INVERSIÓN
COSTO BENEFICIO - LO QUE SE GANA POR CADA DÓLAR INVERTIDO

Elaborado por: Murillo (2021)

El cálculo del VAN es \$ 19,213.48 por tanto el proyecto presenta una rentabilidad estable, mientras que el TIR de 29.18% es mayor que 12% según el descuento de la tasa social, por tanto, concluimos que el proyecto es viable y posible para su implementación.

Beneficios que aporta la propuesta o el informe técnico desarrollado

Para el desarrollo y concreción de la presente investigación se ha considerado priorizar el planteamiento de los objetivos, los mismos que han incidido en la búsqueda de información coherente y los resultados, productos de una exhaustiva investigación técnica. Los objetivos que son la búsqueda de información veraz desde ¿cómo emplear la Biomimética para la producción de agua dulce en un invernadero de agua marina? Atiende además a requerimientos específicos como: Diseñar un invernadero de agua marina mediante la influencia de la Biomimesis para la producción de agua dulce, comprendiendo la necesidad imperante de un sistema basado en esta ciencia, para generar este recurso hídrico como alternativa de abastecimiento, optimizando los recursos naturales en la producción agrícola para fortalecer la investigación y el nivel académico de los profesionales de las ramas afines.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que, es importante tener en cuenta la consecución de los objetivos planteados en esta investigación. Dado que la Biomímesis nos enseña a estudiar y aprovechar la naturaleza como fuente de inspiración para el desarrollo de soluciones sostenibles orientadas a la producción agrícola, capaz de dar respuesta a desafíos de carácter socio-económico; para fortalecer la eficiencia de las infraestructuras orientadas a la sostenibilidad social pero también a los sectores de la arquitectura y la construcción, que dirigen su ejercicio profesional desde el respeto medioambiental.

Por lo que se concluye que es necesario:

- Utilizar mecanismos biomiméticos sinérgicos, que permitan un desarrollo sostenible en tierras áridas.
- Implementar un invernadero de agua marina para la producción de agua dulce, especialmente en áreas costeras donde el recurso natural es abundante.
- Aprovechar las condiciones naturales de este sector para incrementar su producción.
- Fomentar la utilización de este y otros métodos, mecanismos o técnicas como la biomimesis para la producción agrícola.

RECOMENDACIONES

En atención a las conclusiones descrita, se recomienda el uso de la biomimética ya que:

- La aplicación de esta ciencia, está teniendo cada vez más aceptación como inspiración en los diseños que nos ofrece la naturaleza para producir soluciones sostenibles e innovadoras.
- La utilizar de estrategias de edificación con el desarrollo de materiales, técnicas y tecnologías compatibles con la biodiversidad significa aprovechamiento de los recursos naturales.
- Permite la creación de grandes obras con un futuro prometedor basadas en estructuras de organismos naturales.
- Minimiza el impacto y da respuesta a los desafíos sociales y energéticos que enfrentan los habitantes de las zonas costeras para lograr cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Bibliografía

- Acevedo Agudelo, H., Vásquez Hernández, A., & Ramírez Cardona, D. (Febrero de 2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. *redalyc.org*, 15(1), 105-117. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169424101009>
- Adell, J. M. (s.f.). Antonio Gaudí, precursor de la sostenibilidad y la Biomimética en la Arquitectura, con 100 años de antelación.
- Antón, A., Montero, J., & Muñoz, P. (2002). NECESIDADES DE AGUA DEL CULTIVO DE TOMATE EN INVERNADERO. En AEMET (Ed.). *III*, págs. 369-374. Mallorca: Congreso AEC. doi:84-7632-757-9
- Aryse.org. (8 de Septiembre de 2014). *Agricultures - Red de especialistas en Agricultura*. Obtenido de <https://agriculturers.com/cultivando-en-el-desierto-el-proyecto-bosque-del-sahara/>
- Benyus, J. M. (1997). *Biomímesis: Innovaciones inspiradas por la naturaleza*. Tusquets.
- Burman, R., & Pochov, L. (1994). *Evaporation, Evapotranspiration and climatic Data. Developments in Atmospheric Science*. U.S.A.: Elsevier Science B.V. .
- Byrne, J., Fenton, M., Hemberg, E., McDermott, J., O'Neill, M., Shotton, E., & Nally, C. (2011). Combining structural analysis and multi-objective criteria for evolutionary architectural design. (págs. 204-213). Springer, Berlin, Heidelberg: European Conference on the Applications of Evolutionary Computation.
- Collado-Ruano, J. (16 de Marzo de 2017). Educación y desarrollo sostenible: la creatividad de la naturaleza para innovar en la formación humana. *Redalyc*, 20(2), 229-248. doi:<https://doi.org/10.5294/edu.2017.20.2.4>
- Constituyente, A. (2008). *CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR*. Montecristi.
- Corominas, J. (Octubre de 2009). AGUA Y ENERGÍA EN EL RIEGO, EN LA EPOCA DE LA SOSTENIBILIDAD. *Fundacion para el fomento de la Ingeniería del Agua*, 17(3), 1134-2196. doi:10.1007/s11269-012-9981-8
- Dévora Isiordia, González Enríquez, R., & Ruiz Cruz, S. (Julio de 2013). Evaluación de procesos de desalinización y su desarrollo en México. (I. T. Sonora, Ed.) *Scielo*, 4(3). doi:ISSN 2007-2422
- Ecuador, B. c. (Junio de 2016). Reporte de coyuntura sector agropecuario. (89), *I*. doi:ISSN N° 1390 - 0579
- Escobi. (9 de Octubre de 2018). *Escobi.es*. Obtenido de <https://www.mnn.com/your-home/organic-farming-gardening/blogs/innovative-greenhouses-boost-agriculture-worlds-harshest-environments>
- García, M. I. (30 de Diciembre de 2017). La Arquitectura Y Su Relación Con La Naturaleza. *Jovenes en la ciencia*, 3(2), 1610-1614. Obtenido de

<https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1975>

- Granero, A. (s.f.). Antecedentes metodológicos y herramientas de diseño en el proyecto arquitectónico de la envolvente. *Revista Hábitat Sustentable*.
- Green Screen Media*. (11 de Octubre de 2016). Obtenido de <https://www.greenscreen.media/invernadero-de-agua-marina-y-sol-para-zonas-deserticas/>
- Grillo D., A. (Septiembre de 2005). La arquitectura y la naturaleza compleja: Arquitectura, ciencia y mimesis a finales del siglo XX. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6087/01ACdg01de01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerrero Saavedra, N. (10 de Diciembre de 2001). Evaluación de la producción comercial de tomate riñón bajo invernadero en la finca California. Quito, Ecuador. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10644/2736>
- Habitat. (Octubre de 2019). El estado de las ciudades de america latina y el caribe. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Batista Lucio, M. (2014). *Metodología de Investigación* (Vol. 6). México, México: McGraw Hill Education. doi:978-1-4562-2396-0
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, I. (2010). *Censo Nacional*.
- Inverardi, F. (13 de Septiembre de 2018). *inNaturale*. Obtenido de <https://www.innaturale.com/es/invernaderos-de-agua-salada-para-poder-cultivar-en-el-desierto/>
- Lobera, J., & Michelutti, E. (2007). Construcción sostenible y construcción de la sostenibilidad: una experiencia en comunidades rurales de El Salvador. (U. P. Catalunya, Ed.) *Revista Internacional de sostenibilidad, tecnologia y humanismo*(2), 53-152. doi:ISSN1988-0928
- Marchesi, J., Galimberti, P., Tobares, N., Adaro, J., & Amílcar, J. (2009). Determinación experimental de la producción de un destilador solar respecto a la temperatura del agua en la batea. (SEDICI, Ed.) *Avances de Energías Renovables y Medio Ambiente*, 13, 105-111. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/96880>
- Marlén, L.-F. (2017). Biomimética aplicada a la Arquitectura y Construcción. *Congreso INGEGRAF*, (pág. 5). Mieres, Asturias.
- Martínez Cortizas, A., López Mosquera, M., & García Rodeja, E. (1994). Efectos a corto plazo sobre la fracción coloidal y algunas propiedades de los suelos sobre gneises inducidos por el cultivo en invernadero. *Dialnet*(5), 197-206. doi:ISSN 1130-9717
- Moreno De Luca, L., Galvis Chacon, M., & García, R. (2 de Marzo de 2012). BIOMÍMESIS EN ARQUITECTURA E INGENIERÍA ESTRUCTURAL. *revistas ustabaca*, 9(1), 78-101. doi:<https://doi.org/10.15332/rev.m.v9i1.973>

- Muñiz, R. (19 de Septiembre de 2017). Biomimética Herramientas de diseño inspiradas en la naturaleza. *Revista Tekhne*, 20(2), 23-38. Obtenido de <http://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/temas/index.php/tekhne/index>
- Muñoz Sanz, J., & Cabrera Santana, M. (2003). construcción de Pozos filtrantes de agua de mar para desalación en el acuífero de la aldea de San Nicolás. En I. g. España (Ed.). (págs. 683-690). La Gran Canaria: UPGC aacedaCRIS. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10553/76733>
- Pareja Aparicio, M. (2010). *Radiación Solr y su aprovechamiento energético*. Barcelona, España: S.A. Marcombo. doi:ISBN:9788426715593
- PDOT. (2014). *Plan de Desarrollo y orndeamiento territorial del Canton Playas*. General Villamil Playas.
- Perez de los Reyes, M. (2007). Aplicaciones de la energía solar al tratamiento térmico de suelos de invernadero. *Universidad de Córdoba*.
- Rocha Rangel, E., Rodríguez García, J., Martínez Peña, E., & López Hernández, J. (Mayo de 2012). Biomimética: innovación sustentable inspirada por la naturaleza. *Redalyc.org*, 20(55), 56-61. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67424409007>
- Salas Mirat, C., Bedoya Frutos, C., & Adell Argilés, J. (Junio de 2018). Antonio Gaudí, precursor de la sostenibilidad y la biomimética en la arquitectura, con 100 años de antelación de. (C. /. Centre de Política de Sòl i Valoracions, Ed.) *ACE: Architectura, City and Environment*, 13(37), 71-98. doi:10.5821/ace.13.37.5348
- Salazar Moreno, R., & Rojano Aguilar, A. (Marzo de 2014). La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada. (U. A. Chapingo, Ed.) *Scielo*, V(2), 177-183. doi:SSN 2007-2422
- Sundrop Farms Group. (2017). *Sundropfarms* . Obtenido de <https://www.sundropfarms.com/>
- Tamayo Patiño, A. (23 de Octubre de 2014). Aprendiendo de la Naturaleza en mirada biomimética. *pedagogica.edu.co*, 178-182. doi:<https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia178.182>
- TULAS, M. d. (2003). *Texto Unificado de la Legislacion Secundaria, medio ambiente*.
- Wasserman, S., & Galaskiewicz, J. (1994). *Advances in social network analysis: Research in the social and behavioral sciences*.
- Zaragoza, G. (2 de Enero de 2006). Proyecto Watergy: hacia la sostenibilidad del uso de agua en la agricultura intensiva y la arquitectura. *Proyecto Watergy*. Almería, España.
- Acevedo Agudelo, H. V. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. *Gestión y Ambiente*,

- Collado-Ruano, J. (2017). Educacion y desarrollo sostenible: la creatividad de la naturaleza para innovar en la formacion humana. *Educacion y Educadores*, 20(2), 229-248. doi:10.5294/edu.2018.20.2.4
- Corominas, J. (2010). Agua y energia en el riego, en la época de la sostenibilidad. *Ingeniería del Agua*, 17(3), 219-233. doi:org/10.4995/ia.2010.2977
- Dévora Isiordia, G.; González Enríquez, R.; Ponce Fernández, N.: (2012). Técnicas para desalinizar agua de mar y su desarrollo en México. *Ra Ximhai*, 8(2), 57-68. Obtenido de <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=46123333006>
- Guillermo Zaragoza et al. (2007). Watergy project: Towards a rational use of water in greenhouse agriculture and sustainable architecture. *Desalination*, 211(1-3), 293-303. doi:10.1016/j.desal.2006.03.599
- HABITAT, O. (2010). *El estado de las ciudades de América latina y el Caribe*. Rio de Janeiro: Consejo Editorial Internacional.
- Laborde, M., & Williams J., R. (2016). *Energia Solar* (1 ed.). Buenos Aires: Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Obtenido de <https://docplayer.es/34446199-Energia-solar-editores-miguel-a-laborde-roberto-j-j-williams.html>
- Lobera, J., & Michelutti, E. (2007). Construcción sostenible y construcción de la sostenibilidad: una experiencia en comunidades rurales de El Salvador. *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*(2), 53-68. doi:http://dx.doi.org/10.5821/sth.v0i2.1035
- López Fernández, M., Rubio García, R., Bueno Sánchez, Á., & Martín González, S. (2017). Biomimética aplicada a la Arquitectura y construcción.

- Marchesi, Javier; Ducculi, Ezequiel; Adaro, Jorge; Fasulo, Amilcar;. (2006). Destilación Solar en la U.N.R.C Contrucción y primero resultados. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 10, 2-31. Obtenido de <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2006/2006-t002-a005.pdf>
- Martinez Cortizas, A.; Garcia-Rodeja, E.; Lopez Mosquera, E;. (1995). Efectos a corto plazo sobre la fracción coloidal y algunas propiedades de los suelos sobre gneises inducidos por el cultivo en invernadero. *NACC: Nova acta científica compostelana.*, Biloxía(5), 197-206. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4034910>
- Moreno De Luca, Leonardo; Galvis Chacón, María; García, René;. (2012). Biomímesis en arquitectura e ingeniería estructural. *Revista M*, 9(1), 78-101. doi:org/10.15332/rev.m.v9i1.973
- Muñiz, R. (2017). Biomimética - Herramientas de diseño inspiradas en la naturaleza. *tekhné*, 20(2), 23-38. Obtenido de <http://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/temas/index.php/tekhne/index>
- Muñoz Sanz, J., & Cabrera Santana, M. d. (2003). La construcción de Pozos filtrantes de agua de mar para desalación en el acuífero de la aldea de San Nicolás (Gran Canaria). *IGME: Instituto Geologico y Minero de España*, 683 - 690. Obtenido de <http://aguas.igme.es/igme/publica/tiac-01/Area%20VI-1.pdf>
- Perez de los Reyes, M. (2007). Aplicaciones de la energía solar al tratamiento termico de suelos deinvernadero. (*Tesis Doctoral*). Universidad de Cordoba, Espana. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=54737>
- Rocha Rangel, E., & Rodríguez García, J., & Martínez Peña, E., & López Hernández, J. (2012). Biomimética: innovación sustentable inspirada por la naturaleza.

Investigacion y Ciencia - Redalyc, 20(55), 56-61. Obtenido de <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=67424409007>

Salas Mirat, Carlos; Bedoya Frutos, César; Adell Argilés, José María;. (2018). Antonio Gaudí, precursor de la sostenibilidad y la Biomimética en la Arquitectura, con 100 años de antelación. *ACE: Architecture, City and Environment*, 13(37), 71-98. doi:org/10.5821/ace.13.37.5348

Tamayo Patiño, A. (2013). Aprendiendo de la Naturaleza en mirada Biomimética un camino formativo para el desarrollo sostenible. *Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 0(0), 178-182. doi:org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia178.182

Vera Cabezas, Luisa; Pan, Yailyn; Gómez, Yuliet;. (2009). Desalación de agua de mar, solución del futuro. *XXIX(2)*, 29-33. Obtenido de <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=445543759004>