

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**“Elaboración y acondicionamiento de un modelo de techo verde
para reducir el estrés térmico, distrito de Amarilis 2019-2020”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR: Tanchiva Aquino, Freddy Roland

ASESORA: Campos Ríos, Bertha Lucila

HUÁNUCO – PERÚ

2022

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Modelación, análisis y control de la contaminación ambiental

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2018-2019)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44095365

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 19939411

Grado/Título: Magister en educación gestión y planeamiento educativo

Código ORCID: 0000-0002-5662-554X

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Calixto Vargas, Simeón Edmundo	Maestro en administración de la educación	22471306	0000-0002-5114-4114
2	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Salas Vizcarra, Cristian Joel	Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41135525	0000-0003-4745-4889



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 19:00 horas del día 13 del mes de mayo del año 2022, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** mediante la plataforma Google Meet integrado por los docentes:

- Mg. Simeón Edmundo Calixto Vargas (Presidente)
- Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Secretario)
- Mg. Cristian Joel Salas Vizcarra (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N°912-2022-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"ELABORACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE UN MODELO DE TECHO VERDE PARA REDUCIR EL ESTRÉS TÉRMICO, DISTRITO DE AMARILIS 2019-2020"**, presentado por el (la) Bach. **Freddy Roland TANCHIVA AQUINO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de 13 y cualitativo de **SUFICIENTE** (Art. 47)

Siendo las 20:17 horas del día 13 del mes de mayo del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

Secretario

Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **Bertha Lucila CAMPOS RÍOS**, asesora del PA. **INGENIERÍA AMBIENTAL** y designada mediante **RESOLUCIÓN N° 528-2019-D-FI-UDH**, de fecha 03 de junio del 2019, del Bach. **Freddy Roland TACHIVA AQUINO**, de la investigación titulada **“ELABORACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE UN MODELO DE TECHO VERDE PARA REDUCIR EL ESTRÉS TÉRMICO, DISTRITO DE AMARILIS 2019 – 2020”**

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 24% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Cabe informar que se tuvieron las siguientes consideraciones para llegar a dicho porcentaje: se excluyó: caratula; índice, las tablas y los gráficos, la referencia bibliográfica previa revisión, las fuentes menores a 15 palabras.

Por lo que concluyo que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 01 de noviembre de 2022

CAMPOS RIOS Bertha Lucila
DNI N° 19939411
Cód. ORCID N° 0000-0002-5662-554X

TESIS FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	23%	3%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	2%
2	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	2%
3	nok.askfree.co.uk Fuente de Internet	2%
4	about-haus.com Fuente de Internet	1%
5	arq.clarin.com Fuente de Internet	1%
6	repositorioinstitucional.uson.mx Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	www.geosai.com Fuente de Internet	1%



CAMPOS RIOS Bertha Lucila
DNI N° 19939411
Cód. ORCID N° 0000-0002-5662-554X

DEDICATORIA

A Dios en primer lugar, a mi madre por ser esa persona que nunca se dio por vencida y lucho bajo sus posibilidades para hacer profesional a sus hijos, a mi abuela en el cielo, mi familia que me alentó para seguir esforzándome y estudiando.

A mi esposa por ser ese apoyo incondicional y a mi hija por ser ese motor que me insta a seguir y ser mejor cada día.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora de tesis, que pese a muchas de mis flaquezas en este proceso de siempre me motivo a seguir, hasta conseguir resultados óptimos para poder demostrar la tesis. También quiero agradecer a mis jurados y a todos los docentes de la facultad de ingeniería ambiental de la Universidad de Huánuco que me enseñaron parte de sus conocimientos durante mi etapa de estudiante en esta universidad.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.5.1. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL	16
1.5.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	16
1.5.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	16
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	17
CAPITULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. INTERNACIONALES.....	19
2.1.2. NACIONALES	22
2.1.3. REGIONAL	24
2.2. BASES TEÓRICAS	25
2.2.1. ESTRÉS TÉRMICO.....	25
2.2.2. RIESGOS Y DAÑOS QUE SE GENERA A NUESTRA SALUD POR CAUSA DEL ESTRÉS TÉRMICO	26
2.2.3. TECHOS VERDES.....	27
2.2.4. ORIGEN DE LOS TECHOS VERDES.....	28

2.2.5.	BENEFICIOS DE LOS TECHOS VERDES	29
2.2.6.	COMPONENTES DEL TECHO VERDE.....	31
2.2.7.	ISLAS DE CALOR	34
2.2.8.	TIPOS DE TECHOS VERDES	34
2.2.9.	CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE COBERTURA VEGETAL	38
2.2.1.	EFFECTOS DE LOS TECHOS VERDES	40
2.2.2.	ESTRUCTURA DE LOS TECHOS VERDES	42
2.2.3.	OPCIONALES	44
2.2.4.	SOPORTE	45
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	46
2.3.1.	PARTÍCULAS CONTAMINANTES	46
2.3.2.	EVAPOTRANSPIRACIÓN.....	46
2.3.3.	DRENAJE.....	47
2.3.4.	CRECIMIENTO	48
2.3.5.	GEOMEMBRANAS	48
2.3.6.	BAJOS NIVELES DE PERMEABILIDAD.....	48
2.3.7.	CAPACIDADES REFLEXIVAS.....	49
2.3.8.	AISLANTE TÉRMICO.....	49
2.4.	HIPÓTESIS	50
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	50
2.5.	VARIABLES.....	50
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	50
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE	50
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)	51
CAPITULO III.....		53
METODOLOGÍA DE LA INVESTIACIÓN.....		53
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	53
3.1.1.	ENFOQUE.....	53
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL	53
3.1.3.	DISEÑO.....	53
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	54
3.2.1.	POBLACIÓN.....	54
3.2.2.	MUESTRA	54

3.2.3. UBICACIÓN.....	55
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .	56
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	58
3.4. TÉCNICAS Y INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	60
3.4.1. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	61
3.4.2. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	61
CAPITULO IV.....	63
RESULTADOS.....	63
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	63
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS ..	73
CAPITULO V.....	74
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	74
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES.....	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Componentes del techo verde	32
Tabla 2 Clasificación del tipo de cobertura vegetal.....	38
Tabla 3 Diferencia de cualidades de los tipos de techos verdes.....	39
Tabla 4 Operacionalización de variables (Dimensión e indicadores).....	51
Tabla 5 Área de estudio.....	55
Tabla 6 Ubicación política del área de estudio.....	55
Tabla 7 Coordenada geográfica del área de estudio	55
Tabla 8 Instrumentos para la recolección del dato de temperatura de la vivienda sin techo verde	60
Tabla 9 Instrumentos para la recolección del dato de temperatura de la vivienda con techo verde	61
Tabla 10 Datos promedio semanal de la temperatura para la azotea del predio A sin techo verde en el distrito de Amarilis	63
Tabla 11 Datos promedio semanal de la temperatura para la azotea del predio B con techo verde en el distrito de Amarilis	63
Tabla 12 Variación del promedio semanal de la temperatura para la azotea de los predios A y B en el distrito de Amarilis	64
Tabla 13 Datos promedio semanal de la temperatura para cielo raso del predio A sin techo verde en el distrito de Amarilis	65
Tabla 14 Datos promedio semanal de la temperatura para cielo raso del predio B con techo verde en el distrito de Amarilis	65
Tabla 15 Variación del promedio semanal de la temperatura para cielo raso de los predios A y B en el distrito de Amarilis	66
Tabla 16 Datos promedio diario de la temperatura ambiente del predio A sin techo verde en el distrito de Amarilis	67
Tabla 17 Datos promedio de la temperatura ambiente del predio B con techo verde en el distrito de Amarilis	68

Tabla 18 Variación del promedio diario de la temperatura ambiente de los predios A y B en el distrito de Amarilis.....	69
Tabla 19 Cálculo del promedio de temperatura al día del predio A sin techo verde en el distrito de Amarilis	71
Tabla 20 Cálculo del promedio de temperatura al día en el predio B con techo verde en el distrito de Amarilis	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de techos verdes.....	37
Figura 2 Modelo de techo verde intensivo	37
Figura 3 Modelo de techo verde semi intensivo.....	37
Figura 4 Componente de una cobertura vegetal para un techo verde	44
Figura 5 Plantas rastreras Caigua	55
Figura 6 Mapa de localización	56
Figura 7 Esquema de la metodología del proyecto.....	57
Figura 8 Circuito térmico dentro de una habitación.....	58
Figura 9 Midiendo la temperatura con el termómetro	59
Figura 10 Variación del promedio semanal de la temperatura para la azotea de los predios A y B en el distrito de Amarilis	64
Figura 11 Variación del promedio semanal de la temperatura para cielo raso de los predios A y B en el distrito de Amarilis	66
Figura 12 Variación del promedio diario de la temperatura ambiente de los predios A y B en el distrito de Amarilis.....	70
Figura 13 Variación del promedio de temperatura al día entre el predio B con techo verde y el predio A sin techo verde en el distrito de Amarilis	72

RESUMEN

En la actualidad, la ciudad de Huánuco está sufriendo los estragos del cambio climático, ocasionado por algunos factores humanos, como: la tala indiscriminada de árboles, la desaparición de los huertos dentro de los predios de Huánuco, las cuales en antaño estaban rodeados de huertos frutales y canales de riego con abundantes escorrentías de agua, ahora la pérdida de espacios verdes en los alrededores de nuestra ciudad, el crecimiento exponencial de la población en la ciudad, está afectando el ecosistema local y creándose una isla de calor dentro de la ciudad.

Este problema de isla de calor afecta a los habitantes de los predios urbanos de la ciudad, originándose de esta manera situaciones de estrés y otros problemas de salud a causa de las altas temperaturas.

El objetivo de trabajo de mi investigación fue, elaborar y acondicionar un modelo de techo verde para la reducción del estrés térmico, en el distrito de Amarilis - 2019 – 2020, habiendo logrando resultados positivos con la instalación del techo verde, permitió la reducción del estrés térmico, de manera significativa dentro del predio donde se acondicionó.

Este proyecto nos muestra que con un costo mínimo en la implementación permitió mejorar la habitabilidad en el predio urbano utilizado en la investigación, reduciendo la temperatura.

Nos centramos en su localización en el distrito de Amarilis por ser el lugar ideal para medir la funcionalidad de la tesis, porque reúne las condiciones de ubicación, cercanía y una de las entradas a la ciudad.

Palabras claves: Elaboración, Modelo, techo verde, reducción y estrés, térmico

ABSTRACT

At present, the city of Huánuco is suffering the ravages of climate change, caused by some human factors, such as: indiscriminate felling of trees, the disappearance of orchards within the Huánuco properties, which in the past were surrounded by orchards fruit trees and irrigation canals with abundant water runoff, now the loss of green spaces in the surroundings of our city, the exponential growth of the population in the city, is affecting the local ecosystem and creating a heat island within the city.

This heat island problem affects the inhabitants of urban areas of the city, thus originating stressful situations and other health problems due to high temperatures.

The work objective of my research was, to elaborate and condition a green roof model for the reduction of thermal stress, in the district of Amarilis - 2019 - 2020, having achieved positive results with the installation of the green roof, it allowed the reduction of stress thermal, significantly within the property where it was conditioned.

This project shows us that with a minimal cost in the implementation it allowed to improve the habitability in the urban property used in the research, reducing the temperature.

We focus on its location in the Amarilis district as it is the ideal place to measure the functionality of the thesis, because it meets the conditions of location, proximity and one of the entrances to the city.

Keywords: Ausarbeitung, Modell, Gründach, Reduktion und Spannung, thermisch

INTRODUCCIÓN

La presente tesis se realizó con la finalidad de evaluar la funcionalidad del proyecto en el distrito de Amarilis.

En el capítulo I, se desarrolló el problema de la investigación y ello enmarco: la descripción del problema, la formulación del problema, asimismo se plantearon los objetivos de la investigación, justificación, limitaciones y la viabilidad de la investigación.

En el capítulo II, se planteó el marco teórico, el cual inicio con la descripción de los antecedentes de la investigación, seguido de las bases teóricas, las definiciones conceptuales, la formulación de las hipótesis, las variables de estudio y la Operacionalización de las variables de estudio.

En el capítulo III, se realizó la metodología de la investigación, en el cual se describió el tipo de investigación, la población y muestra, y las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el capítulo IV, se llevó a cabo el análisis de los resultados, mediante el procesamiento de datos, la contrastación de hipótesis y la prueba de hipótesis.

En el capítulo V, se realizó la discusión de resultados con las bibliografías citadas.

Para la realizar del presente trabajo se efectuó una revisión de bibliografías en la que se seleccionaron fuentes de información, como artículos de revistas, guías técnicas o manuales. La implementación de techos verdes se ha popularizado en todo el mundo, en especialmente en los países desarrollados, como una herramienta muy viable para la gestión ambiental.

Por lo que el presente trabajo de investigación titulado: *“ELABORACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE UN MODELO DE TECHO VERDE PARA REDUCIR EL ESTRÉS TÉRMICO, DISTRITO DE AMARILIS 2019-2020”*, que tuvo como objetivo, elaborar y acondicionar un modelo de techo verde con una cobertura vegetal mediante la siembra de plantas de la familia de las

lianas, para reducir el estrés térmico en el distrito de Amarilis, 2019 – 2020.

El problema planteado fue, ¿La implementación y el acondicionamiento de un modelo de techo verde, mediante la siembra de plantas de la familia de las lianas, permitirá la reducción del estrés térmico dentro del predio en evaluación, en el distrito de Amarilis, 2019 - 2020?

El presente proyecto se justifica debido a la falta de áreas verdes, y el crecimiento exponencial poblacional del distrito, también a la modernización de los predios urbanos.

Encontrando la limitación principal, las estructuras de los predios no están diseñadas para soportar el peso extra que genera la implementación de los techos verdes.

La investigación planteada fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y cualitativo, de nivel explicativo y de diseño experimental, se usó el tipo aleatorio simple y la técnica del muestreo probabilístico, se seleccionó 2 predios (A y B) en el distrito de Amarilis, con características similares, para comparar las temperaturas de los predios sin techo verde (predio A) y con techo verde (predio B).

Se obtuvo el siguiente resultado: el predio B con techo verde, tuvo como promedio al día un 23.42°C, en comparación al predio A sin techo verde que tenía un promedio de 24.84°C de temperatura.

Al ejecutar el proyecto de investigación y analizar los resultados, Se concluye que, el estrés térmico se redujo cuando se implementó y acondicionó el modelo de techo verde mediante el uso de plantas de la familia de las lianas, en el predio seleccionado (predio B) en el distrito de Amarilis 2019 – 2020.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En las últimas décadas, la temperatura a nivel global se ha incrementado, generando enfermedades y ocasionando niveles estrés térmico en la población, esto debido a su incremento ocasionado por las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), generados a partir del uso desmedido de combustibles fósiles, agricultura y la ganadería intensiva en las regiones de Asia y Europa, que son las mayores contribuyentes de estos gases por parte de suelos orgánicos cultivados, la deforestación, la emisión de compuestos como los fluoro carbonados, ozono troposférico, entre otros gases, los cuales tienen la capacidad de retención de calor, ocasionando alteraciones en las condiciones atmosféricas con consecuencias en el clima del planeta, generan alteraciones en la salud de las personas como enfermedades alérgicas (Romero, et al., 2006)

La ciudad de Huánuco viene sufriendo los estragos del cambio climático, ocasionados estos por algunos factores humanos, como: la pérdida de áreas verdes en el bosque de Carpish, que nos servía como regulador climático. La precipitación acumulada anual en el 2019 fue de 369.2 mm, en comparación con el 2018, 378 mm y el 2017 de 353.2.mm. Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2019)

En la ciudad de Huánuco la mayoría de los techos de las viviendas son utilizados como almacenes provisionales, para la crianza de animales menores. Analizando esto desde una perspectiva ambiental; además, podríamos utilizarlos para la instalación de techos verdes, de esta manera generar en nuestra ciudad los espacios verdes.

También, se puede usar los techos y azoteas para obtener beneficios económicos, ambientales y sobre todo sociales. Conociendo estos datos básicos, planteamos nuestra interrogante. ¿Se podrá regular la temperatura

dentro de una vivienda, usando como aislante térmico la implementación de techos verdes en el distrito de Amarilis para reducir el estrés térmico?

Para que esta tesis cubra las expectativas de los vecinos con respecto a la creación de áreas verdes en la ciudad, es aconsejable que se oriente y direcciona las ideas fundamentales para mitigar el problema socio ambiental.

Para la implementación de la presente investigación, se analizó varios aspectos y se llegó a la conclusión, de que, si es posible reducir la temperatura dentro de las viviendas en la ciudad de Amarilis, de esta manera el habitante de los predios va a tener un clima confort y reducirá el estrés térmico.

Dentro de todos los trabajos que se promueven en torno a la conservación del medio ambiente, son múltiples las acciones de respuesta que se han implementado en la actualidad.

Principalmente por la urbanización, industrialización y falta de cultura ciudadana en temas de promoción, participación y conciencia, por no garantizar la prolongación de espacios vitales para su propia existencia;

Haciendo alusión a la reducción de espacios verdes y al aumento progresivo de la población humana, sin pensar en acciones concretas para la sostenibilidad. De esta manera y teniendo en cuenta este escenario y la problemática descrita, planteamos el diseño y la implementación de techos verdes, como respuesta a la pregunta problema. Donde se reconoce que la instalación promueve una conciencia urbana hacia la conservación del medio ambiente.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es posible que con el acondicionamiento de un modelo de techo verde se podrá reducir el estrés térmico en la unidad de observación, en el distrito de Amarilis, 2019 - 2020?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Implementar un modelo de techo verde para la reducción del estrés térmico, mediante la siembra de una cobertura vegetal en la unidad de observación, en el distrito de Amarilis, 2019 - 2020

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico del estrés térmico, para elaborar y acondicionar un modelo de techo verde mediante la siembra de plantas en el distrito de Amarilis 2019 – 2020.
- Diseñar el prototipo de techo verde mediante la siembra de plantas para la reducción del estrés térmico en el distrito de Amarilis - 2019 – 2020.
- Identificar las especies que sirven como cobertura vegetal y aislante térmico.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

El presente trabajo de investigación permitió reducir la temperatura en el predio urbano de la Sra. Maruja Aquino.

1.5.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El trabajo de investigación brinda aportes científicos y prácticos para nuestro marco teórico, ya que cuenta con argumentos sustentables y funcionales. La presente investigación se realizó, para encontrar sistemas eco amigables que reduzcan sustancialmente la temperatura dentro de un predio, puesto que existe una necesidad de urgencia para poder minimizar los síntomas de estrés térmico.

1.5.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

En esta investigación se demostró que se puede mejorar la calidad de vida del poblador, ya que reducirá el efecto isla de calor del área urbana de nuestro distrito, también tiene la propiedad de convertirse en un aislante térmico, tomando como muestra funcional y practica el modelo de techo verde dentro de un predio.

De esta manera, mostramos la importancia del uso de techos verdes como una estrategia de mitigación al cambio climático, para que los ciudadanos puedan adoptar el modelo propuesto y trabajar de manera conjunta, y propagar realizando nuevas opciones de conservación del medio ambiente. (Salas, 2017)

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Por tratarse de un tipo de sistemas complejos, estos llevan un sobrecoste en cuanto a su diseño y el tipo de montaje.
- Estos tipos de sistemas llegar a alcanzar pesos de hasta 150 kg/m², detalle que es importante a la hora de implementar este sistema en el techo.
- De acuerdo con las normas de construcción urbanas en nuestro país, este sistema de construcción se desarrolla, con un sistema ultraligero para las azoteas donde se implementó, ya que un porcentaje alto de viviendas no está diseñado para soportar los sistemas complejos.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto de esta investigación resultó viable debido a las siguientes razones:

- Disponibilidad de información sobre el tema.
- Disponibilidad de los recursos necesarios para la ejecución de esta investigación.
- Los materiales que se usaron en el proyecto fueron productos conocidos dentro de nuestra zona.
- Materiales económicos, accesibles y ligeros.
- Disponibilidad de recurso humano de apoyo para la investigación.

- Se contó con el asesoramiento profesional para el desarrollo de la investigación y de técnicos para las diferentes actividades de la investigación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. INTERNACIONALES

García (2020). En su tesis titulada “Implementación de un techo verde para la reducción de temperatura al interior de una vivienda en el municipio de Villavicencio, Meta”, de la Universidad Santo Tomás, tuvo como **objetivo** analizó las variaciones de la temperatura dentro de un cuarto de dormitorio en una vivienda, al implementar un techo verde. Propuso también la implementación de un techo verde durante 3 meses en un dormitorio de una vivienda del barrio de Pinilla en el municipio de Villavicencio, Meta, como alternativa para la reducción de la temperatura dentro del dormitorio 1 (Con techo) VS dormitorio 2 (Sin techo) teniendo en cuenta 3 variables las cuales son Temperatura Ambiental, Temperatura Superficial y Humedad Relativa como también la determinación de sensación térmica, posteriormente se analizaron el comportamiento en ambos escenarios, adicionalmente se procesaron estadísticamente a través de un análisis exploratorio, cumplimiento de supuestos de normalidad, aplicación de análisis no paramétricos como el test de la U de Mann-Whitney y ANOVA, durante el proceso de los **resultados** se detalla que en ese caso no fue tan significativo la reducción de temperatura a pesar de haber utilizado elementos reutilizados con una cobertura vegetal específica no hubo un cambio significativo lo que se **concluye** e infiere que para tener un proceso más eficiente se debería contemplar toda la vivienda y no seccionado para así garantizar confort y evitar el estrés térmico además de contribuir a medio ambiente .

Tobar, (2017), realizó la investigación: “Estudio de factibilidad e implementación de prototipos de techo verde”, [Tesis]. **Objetivo** diseñar e implementar prototipos de techos verdes. Implemento un sistema de

techo verde, la cual va a significar un ahorro económico y energético a largo plazo en comparación a la instalación de un sistema con aire acondicionado, también agregando a esto, beneficios al ecosistema de las ciudades como la reducción de la temperatura ambiental, la limpieza del aire, la aportación del aumento de la humedad relativa del ambiente, donde el **resultado** del proyecto es bastante beneficioso, ya que la relación es mayor que uno (comprobándose que los beneficios o costos de instalación del sistema de aire acondicionado es mayor al costo de instalación de un techo verde). Llegando a la **conclusión** que las ventajas principales del proyecto de implementación de techos verdes en edificaciones comunes en la ciudad de Guatemala, desde el punto de vista económico es factible. Sus costos de mantenimiento y beneficios de ahorro energético permiten que sean de mayor rentabilidad.

Benavides, (2016) en Hermosilla, realizó su investigación titulada “Modelo preliminar de techo verde en una zona árida: aspectos fisiológicos y microclimáticos” de la Universidad de Sonora, teniendo como **objetivo** Implementar modelos experimentales de techo verde para determinar su efecto en términos de microclima y la viabilidad y desempeño de una selección de plantas y sustratos. Construyó un par de modelos de techos verdes experimentales, en los cuales determinó el desarrollo fisiológico de cuatro tipos de plantas, midiendo los parámetros de fluorescencia de la clorofila (F_v/F_m) y el contenido de la clorofila en sus hojas. Las especies fueron: *Agave desmettiana*, *Portulacaria afra*, *Carissa macrocarpa* y *Encelia farinose*. Las especies de plantas se probaron en dos tipos de sustratos con diferente capacidad para la retención de agua. También estudio los efectos térmicos de las cubiertas de los jardines en los techos verdes, midiendo la temperatura bajo y sobre ellas, esto lo hizo durante un período de 40 días. Se esperó que los modelos de techos verdes fueran funcionales bajo las condiciones climáticas adecuadas y espero un verano en Hermosillo, Sonora (Temperatura máxima de 39°C). En el **resultado** se detectó una mejora en los efectos térmicos muy refrescante dentro de

los modelos de techos verdes durante las horas más calientes del día; mientras que *A. desmettiana* y *P. afra* (ambas suculentas) las cuales se consideraron como las mejores para las condiciones experimentales, *C. macrocarpa* y *E. farinose* también se consideran aptas, pero requieren mayores precauciones y cuidados para ser usados en los techos verdes. **Concluye** que los techos verdes podrían ser una opción viable como Sistema de naturación para la reducción de la temperatura en los predios en la ciudad de Hermosillo, aunque se advierte que aún falta mucha mayor información empírica sobre la función de dicha tecnología en una ciudad de clima tan extremo.

Osorio, (2015) de Guatemala, realizó su tesis titulada “Instalación de sistema de techos verdes”, de la Universidad San Carlos de Guatemala, su **objetivo** fue implementar una guía para la instalación de sistemas de techos verdes tipo extensivo e intensivo en el techo de casas y azoteas de edificios, que innovan un cambio en técnicas de la construcción que se utiliza en los techos para mejorar los hábitats y ahorrar el consumo de energía. Es decir, usar herramientas tecnológicas que realicen una función ecológica. Los **resultados** percibidos reflejaron un gran cambio de la temperatura, las cuales los habitantes de esos predios, comentaron que, toda vez que no solo redujo el uso de los servicios de aire acondicionado, también llegó hasta el punto que apagaron o simplemente se empezó a utilizar los ventiladores mucho más ahorrativos de energía. Estos resultados beneficiaron para la reducción de costos de la energía en los predios. Llegando a la **conclusión** que el techo verde tipo extensivo en términos económicos y estructurales son de lo más adecuado para instalarse por su fácil acceso y su procedimiento es bastante simple, lo que permite hacerlo viable por cuanto se considera adecuado para la implementación de este sistema de cobertura. A diferencia de los techos verdes tipo intensivo, la cual presenta mayores ventajas en cuanto a sus cualidades debido a la cantidad de cobertura vegetal que se utiliza, la cual lo hace beneficioso en aspectos económicos a la edificación, entre otros elementos que usualmente representan costos directos de la energía eléctrica.

2.1.2. NACIONALES

Qwistgaard, (2018) en Piura, realizó la investigación titulada *“Diseño e Implementación de un Modelo De Azotea Verde en un Hogar de la Urbanización Miraflores - Piura”*, en la Universidad César Vallejo. Cuyo **objetivo** fue la implementación de un modelo de techo verde en un predio de la Urbanización Miraflores – Piura. El proyecto de tesis estuvo relacionado con un tipo de investigación del modo experimental. Por ello, se hizo un estudio preventivo de algunas investigaciones pasadas para de esta manera establecer el tipo de tecnologías, diseño, podría implementar en tal predio.

A continuación, tuvo como población la medida de varios metros cuadrados del área verde y la muestra de toma de temperatura y la humedad. En la cual consiguió el **resultado** como implementación de un techo verde en el hogar, obtuvo, capacidad de carga del predio, consecutivamente hizo la medida en metros cuadrados y a la vez el presupuesto de gasto. **concluyendo** que el techo ecológico si es positivamente optimo en las construcciones, ya que es un espacio que no está siendo utilizado en una población y el optar por la construcción de viviendas ecológicas en la Urbanización Miraflores-Piura, es un buen indicio de mejora urbana y como avance a una mejor calidad de vida.

Campos, (2018) en Carabayllo, realizó su tesis titulada *“Techo ecológico utilizando la especie lentejita (Pilea microphyllia) para la mejora del confort térmico de una vivienda en Carabayllo, 2018”*, de la Universidad César Vallejo, el **objetivo** fue la mejora del confort térmico en un predio, mediante la implementación de una azotea ecológica con una especie de lentejita (*Pilea microphyllia*) en predio del distrito de Carabayllo, 2018. Su metodología fue del tipo explicativo y con un modelo de diseño experimental. Donde se midió parámetros de humedad y temperatura relativa dentro de dos habitaciones del predio, las que contaban con las mismas medidas y características, las tomas de muestra se realizaron entre los meses de octubre y noviembre, con una habitación de testigo y la otra con la implementación del techo verde

ecológico. Como **resultado** se obtuvo una disminución de la temperatura obteniendo un valor final de 20,07°C y una muestra de la humedad relativa obteniendo como valor final de 75,75% las cuales pertenecen al rango del confort térmico en comparación con la habitación que no contaba con el techo ecológico que obtuvieron un valor final de temperatura de 24,94°C y de humedad relativa final de 82,90% las cuales pertenecen al rango de desconfort térmico. Finalmente **concluyó** que los techos ecológicos mejoran el confort térmico ya que se evidenció una reducción de la temperatura de 4,87°C y una atenuación de la humedad relativa en 7,15%.

Rodríguez, (2017) en Nuevo Chimbote, realizó la investigación titulada *“Propuesta de diseño de techo verde en azotea para vivienda en zona de expansión urbana en el Distrito de Nuevo Chimbote, 2017”*, en la Universidad César Vallejo. Cuyo **objetivo** fue elaborar un tipo de diseño de techo verde en una azotea como propuesta urbana en el Distrito de Nuevo Chimbote. El proyecto de tesis contó con el tipo de investigación no experimental – descriptiva. En la cual obtuvo como **resultado**, fue diseñar un techo verde en la azotea con unas estructuras diseñadas técnicamente, empleó el diseño aligerado, que forman parte de un conjunto de capas a considerar, posteriormente contó con los metrados y presupuesto para referencia de los gastos que se hicieron. De tal modo se realizaron trabajos de campo, recopilando toda la información necesaria para la propuesta de diseño de dicho proyecto y también se procedió para el llenado de las fichas técnicas se tomó como muestra principal a la población para la implementación de la cubierta verde, también consideró el número de habitantes de cada vivienda. Se concluye que las cubiertas verdes son de gran ayuda en la construcción en este nuevo espacio verde las cuales están diseñadas con el fin de promover a la población una nueva técnica de mejora climática y paisajística de esta manera optar por este nuevo proyecto de cubierta verde para la construcción, como avance a una mejor calidad de vida y estabilidad humana en tal distrito.

2.1.3. REGIONAL

Inga, (2018) en su tesis titulada “Evaluación de la reducción del consumo de la energía eléctrica, mediante la implementación de un techo verde de tipo indirecto al interior de la I.E.P. Peruano – Alemán” de la Universidad de Huánuco. Cuyo **objetivo** fue evaluar la disminución del consumo de energía eléctrica, implementando un techo verde de tipo indirecto al interior de la I. E. P. Peruano Alemán. Cuantificó el ahorro energético y económico, proveniente de los aparatos eléctricos que existen dentro del colegio, el aparato más usado, eran los ventiladores, a causa de las temperaturas altas dentro de las aulas y oficinas, por lo que se implantó un techo verde de tipo indirecto, con material económicos, asequible a la economía local y resistente, para esta zona de clima muy cálido, y en un área total de 450.21 m² (Área con techo verde = 200 m²) (Área sin techo verde = 250 m²). Con estos criterios se escogió las macetas y el área de estudio en la I.E.P. Peruano –Alemán (Huánuco). El **resultado** obtenido que consiguió fue un ahorro energético 434.43 kWh, y un ahorro económico de s/.97.20, al ya no usarse los ventiladores en las aulas y oficinas, se evidencio que la construcción de dicho tipo de techo verde favorece al entorno ambiental. **Concluyó** que un techo verde minimiza la temperatura, pero estos factores favorables y sus beneficios dependen del área (tamaño) que se implemente en los predios y otros factores como los materiales, el espesor del sustrato y el riego. Además, los techos verdes puede ser asequible para todos ya que se puede implementar con materiales y recursos limitados según las necesidades y la disponibilidad de la economía de las personas.

Borja & Pacheco, (2018), en su tesis titulado “Respuesta del manejo en techo a la aplicación de los promotores de crecimiento vegetal Trichocastle y Basu en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* mill) en el Valle de Huánuco” de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. En su **resultado** muestra que, el tratamiento T1 con la inoculación de Trichocastle con 280 g/6 L de agua, dio los mejores

resultados produciendo 2 844,44 kg de tomate por hectárea, seguido del tratamiento T3 con la inoculación de Trichocastle con 280 g/6 L de agua con un rendimiento de 2 105,21 kg por hectárea, quedando en el último lugar el tratamiento T5 testigo sin inoculación con solo 1 838,54 kg de tomate por hectárea. Su **objetivo** fue evaluar la respuesta del manejo del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) en techo a la aplicación de Trichocastle y Basu como promotores de crecimiento vegetal – Huánuco. El tipo de diseño experimental que fue usado es de un Diseño Completo al Azar (DCA) con 5 tratamientos y 12 repeticiones. Los promotores del crecimiento vegetal empleados fueron Trichocastle a dosis de 280 y 140 g/6 L de agua y Basu a dosis de 180 y 90 ml/6 L de agua. Los indicadores evaluados fueron: días a la floración, días a la cosecha, número de frutos por planta, peso de frutos por planta y rendimiento. **Concluyó** que la inoculación de las proteínas del crecimiento vegetal en el tomate influyó en conseguir que en menos días se desarrolle la floración y posterior cosecha con respecto a su testigo. También se obtuvo un mayor número de frutos y peso por planta, cuando se inocularon a mayor dosis los agrobiológicos Trichocastle y Basu con respecto al testigo.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. ESTRÉS TÉRMICO

En su investigación basada sobre el Estrés Térmico, Salud Y Confort Laboral, Ávila Roque (2016); deduce. El estrés térmico producida por efectos del calor, es la carga de una mayor absorción de calor que las personas que trabajan acumulan en su cuerpo, esto viene a ser el resultado de la interacción entre las condiciones de ambiente de temperatura y de la humedad, también se manifiesta en las actividades físicas que realizan y la ropa que llevan puestas. (pág. 12)

Como riesgo de que una persona pueda sufrir alteraciones en la salud que está expuesta a un ambiente muy cálido tiene como resultado de las actividades físicas y de las condiciones que se da entre el

intercambio de calor que existe en el ambiente y su cuerpo.

- Condiciones ambientales.
- Actividades físicas intensas.
- Equipos de protección personal (EPP) con características aislantes que dificultan o impiden la transpiración de los trabajadores.

Como resultado final decimos que; el estrés térmico es la sensación de malestar que se experimenta, cuando la permanencia en un ambiente determinado exige a todos los sobreesfuerzos y a los mecanismos de que dispone nuestro organismo para mantener nuestra temperatura interna.

2.2.2. RIESGOS Y DAÑOS QUE SE GENERA A NUESTRA SALUD POR CAUSA DEL ESTRÉS TÉRMICO

Según Tanen (2021) Los trastornos que derivan de las temperaturas altas, que causan el estrés térmico, son la consecuencia de la falta de prevención y cuidado en el trabajo y en nuestra casa, por tanto, se merece que se considere como enfermedad laboral.

La existencia de calor dentro de un ambiente va a constituir de manera frecuente a una incomodidad, molestias, al bajo rendimiento en el trabajo y en ocasiones riesgos para la salud.

Muchas de las causas del estrés térmico que se reconocen de manera fácil ante la probabilidad de que nos produzcan daños es igualmente previsible. Dadas otras circunstancias, en las que las condiciones ambientales no son extremas, el estrés térmico por calor puede pasar inadvertido y no producir daños a los trabajadores y habitantes de predios.

ISTAS (2017) El exceso de calor que nuestro cuerpo puede percibir va a hacer que aumente la probabilidad de que se produzcan accidentes laborales y la baja producción dentro de los quehaceres de

la casa, ante estas condiciones se pueden agravar dolencias previas (enfermedades cardiovasculares, respiratorias, renales, cutáneas, diabetes, etc.) se produzcan “enfermedades relacionadas con el calor”. (pág. 7)

Además del estrés térmico producida por el calor, intervienen, el tiempo de exposición, si es en periodo largo, aun cuando el estrés térmico no sea muy elevado, la persona puede acumular unas cantidades de calor peligrosas para su salud.

A. Factores personales

- Pérdida de aclimatación.
- Condición física.
- Existencia de antecedentes médicos,
- Consumo de sustancias como alcohol y la cafeína.
- Sobrepeso.
- Edad avanzada.
- Dimensiones físicas.
- Otras: como actividades tras la jornada laboral, (actividades deportivas extremas, hogar con alta temperatura, estado de nutrición e hidratación).
- Sexo. Aunque no se han encontrado diferencias sustanciales debidas a la práctica del sexo, estas no se relacionan con las dimensiones y condición física de la persona, y es conveniente tener en cuenta si la trabajadora está embarazada o no.

2.2.3. TECHOS VERDES

Un techo verde, una azotea verde o cubierta ajardinada es el techo de un predio (casa o edificio) que está parcial o totalmente cubierto de

vegetación, ya sea en suelo o en un medio de cultivo apropiado, preparado especialmente para la plantación o sembrío de cobertura vegetal. Los techos verdes en la actualidad son colocados de manera deliberadamente para soportar la vegetación en un medio de cultivo y estos ahora es un fenómeno relativamente nuevo en nuestro país. Sin embargo, los países escandinavos (Noruega, Dinamarca e Islandia) han usado techos verdes de pasto desde la antigüedad.

Brad (2012) La tendencia moderna comienza cuando Alemania desarrolla los primeros prototipos de proyectos de cobertura vegetal en los techos de sus viviendas en los años sesenta y en la actualidad se han difundido en muchos países. Se calcula que alrededor del 10% de los techos en Alemania son verdes.

Minke, Gernot. (2000). "Techos Verdes, planificación, ejecución y consejos prácticos" Este fenómeno se está volviendo tan popular en Europa y en menor grado en América latina. Algunos países de Europa, donde se está incluyendo a Alemania, Suiza, Holanda, Hungría, Suecia y el Reino Unido, quienes tienen asociaciones que fomentan la implementación de este tipo de techos verdes.

2.2.4. ORIGEN DE LOS TECHOS VERDES

Sus orígenes datan de hace miles de años, dentro de los más famosos podemos citar a los jardines colgantes de babilonia, pero la historia más próxima es de cuando algunos países escandinavos o nórdicos usaban techos cubiertos de pastos, estos servían para mantener el calor dentro de las bóvedas durante el invierno. la aparición de esta tendencia de ingeniería sostenible se está haciendo tan popular en medio de las necesidades de ahorro energético dentro de las viviendas y también de esta manera reducir la contaminación del medio ambiente.

TECPA Consultoría Ambiental, (2020) El origen de los techos verdes se inició hace miles de años. Los techos verdes que se construyeron alrededor de 500 ac. Fueron construidas sobre estructuras de vigas de arcos y piedra e impermeabilizadas con capas de especies de juncos y alquitrán espeso.

A fines de los años de 1980 y al comienzo de los años de 1990, un grupo ecologista, situado en Londres y sus zonas aledañas, idearon diseños para la construcción de varios tipos de edificios con techos ecológicos, con la esperanza de recuperar los metros perdidos por la explosión demográfica en sus ciudades.

2.2.5. BENEFICIOS DE LOS TECHOS VERDES

Los beneficios de la implementación y construcción de tipos de techos verdes siguen siendo investigados en varias partes del mundo. Estos estudios numerosos están cuantificando muchos beneficios. Pero, sin embargo, muchas de las variables que determinan el desempeño de cada tipo de sistema de techo verde impide llegar a respuestas definitivas. Se muestra datos que son el resultado de las investigaciones recientes que están permitiendo interpretar la comprensión de los, muchos beneficios de los techos verdes.

Según Zielinski, et al., (2012). Los beneficios de los techos verdes o cubiertas ajardinadas se enumeran a continuación:

B. Beneficios ambientales

- Reducirá el efecto isla de calor del área urbana de nuestro distrito.
- Habilitan espacios urbanos no usados.
- Mejoran la aislación térmica en los predios.
- Son aislantes térmicos para edificios y casas comunes.
- reducen los efectos de isla de calor sobre las zonas urbanas.
- En algunas viviendas con cubierta verde se desarrollan hasta 7°C menos en verano y 10°C más en invierno.
- mejoran la aislación acústica de los predios.
- Reducen la contaminación ambiental.

- En predios normales mejoran la capacidad de aislación acústica hasta en 8dB, mejorando la calidad de vida y reduciendo el estrés acústico de sus habitantes.
- Reduce grados la temperatura interior de una vivienda en verano, y la mantienen cálida en invierno.

C. Beneficios físicos y psicológicos

Hartig, et al., (1991). Las cubiertas verdes también proveen de beneficios psicológicos y físicos que están relacionados con relajación, regeneración, reducción de estrés y provisión del aire más limpio.

Samangooei, (2006). Identifica multitudes de casos que demuestran la relación positiva entre las cubiertas verdes y los beneficios psicológicos y físicos para las personas.

D. Beneficios para la salud

Los principales beneficios de los techos verdes se enumeran a continuación:

- Purifican el aire. 200 m² de cubierta verde producen el oxígeno necesario para una familia.
- Retienen y purifican las aguas pluviales. Recuperando el ciclo natural del agua, para evitar inundaciones.
- Filtran partículas contaminantes como SO₂, productos de la lluvia ácida.
- Las cubiertas verdes son una clara respuesta a la falta de espacios verdes en las ciudades. Capturan partículas causantes de enfermedades respiratorias. El Parana Diario, (2016)
- 1 M² de cobertura vegetal genera el oxígeno requerido por una persona en todo el año.
- 1 M² de cobertura vegetal atrapa 130 gramos de polvo por año.

- El aislante vegetal reduce hasta 10 decibelios la contaminación sonora.

De acuerdo a; Hasan, (2013), Para lograrse de una ciudad con clima urbano saludable, probablemente sería suficiente con ajardinar entre un 10% y un 20% de todas las superficies techadas de los predios de la ciudad, ya que un techo verde de césped sin podar tiene de promedio de 5 a 10 veces más de superficie de hojas que la misma área en un parque abierto.

Esta investigación se propone también, mediante la utilización e implementación de cubiertas verdes domiciliarios en la zona urbana del distrito de Amarilis, la producción de huertos ecológicos y de lograrse nuestro propósito se podría desarrollar ampliamente huertos familiares, de hortalizas, legumbres y de otros productos para consumo y de demostrarse que nuestro objetivo es útil en su aplicación extensa para una comunidad, teniendo como efecto secundario el mejorar los ingresos económicos familiares y de colaborar en la mejora del medio ambiente.

Los beneficios de una azotea verde son bastante subestimados, debido al poco de conocimiento y poca información de los beneficios que conlleva el contar con esta tecnología sostenible.

E. Beneficios fiscales

En nuestro país aún no hay leyes que beneficien al instalar los techos verdes, sin embargo, sería de gran apoyo y en promulgar normas y leyes que promuevan la instalación de y programar en ellos beneficios para el poblador en cuanto a descuentos porcentuales en cuanto a arbitrios municipales.

2.2.6. COMPONENTES DEL TECHO VERDE

Todos los sistemas de techos verde están compuestos por 3 partes fundamentales, independientemente del tipo de tecnología que se aplique. También, hay que tener en cuenta que el éxito que se obtenga de un techo verde va a depender de la correcta interacción e instalación de los componentes y una buena adaptación de estos.

Tabla 1
Componentes del techo verde

Componentes	Componente activo
	Cobertura vegetal
	Medio de crecimiento
	Componentes estables
	Componentes auxiliares

A. Componente activo

Los componentes activos son elementos biológicos que van a soportar la vida del techo, como la cobertura vegetal y el medio de crecimiento. Estos componentes que son del tipo dinámicos, los cuales sufren constantes cambios fisicoquímicos y biológicos para que puedan cumplir sus funciones durante la vida útil del techo.

B. Cobertura vegetal

Jose Tomas Franco (2012). En su informe sobre “los techos verdes y sus cubiertas” Nos dice que el componente más importante y activo de un techo verde. Debe estar compuesto por una variedad de especies vegetales, un techo verde debe tener las mejores condiciones para mantener una cobertura viva durante su ciclo útil. Dada las condiciones climáticas al que las plantas estarán sometidas, una adecuada selección de especies vegetales es un punto clave para el éxito, ya que de esta manera los problemas con el mantenimiento serán menores.

C. Medio de crecimiento

Este medio es un componente artificial que imita al suelo en condiciones naturales. Por lo tanto, debe cumplir con algunas características fundamentales para satisfacer las necesidades básicas de las plantas. Deben ser muy ligeros, deben tener un sistema de drenaje adicional para garantizar el flujo de agua excesiva por las lluvias. Para lograr estas propiedades tenemos que seleccionar

cuidadosamente los materiales que vamos a utilizar.

D. Componentes estables

Estos componentes son inertes, en un techo verde dan estabilidad para su funcionalidad correcta durante su vida útil. Los componentes estables son fabricados con materiales específicos y cumplen una función determinada en el sistema; mantas impermeables, barrera antiraíces, barreras filtrantes, sistema de drenaje, elementos de riego entre otros. La duración de estos depende de la capacidad de los mismos para resistir las condiciones ambientales, humedad y algunos agentes biológicos como microorganismos u hongos.

E. Componentes auxiliares

Estos componentes inertes cumplen funciones específicas complementando la estructura del techo verde, estos elementos son; riego, iluminación, caminos, separadores, canaletas. Para cada uno de estos se debe conocer su función y propiedades. Si bien esta tecnología verde dentro de esta construcción, muchas veces son vistos en su costado meramente estético.

El principal beneficiario de un techo verde es sin duda el medio ambiente. Las ciudades actuales son como cubiertas de grandes paraguas de asfalto y hormigón y el hecho de que sean impermeables genera que el agua no pueda drenar y completar su ciclo natural. A esto se deben en gran parte las inundaciones urbanas, las cuales podrían combatirse generando superficies permeables al agua. En este sentido, las terrazas verdes retienen las aguas pluviales y posibilitan su liberación paulatina hacia desagües.

Por otro lado, esta enorme aglomeración de asfalto y hormigón genera el efecto llamado "Isla de Calor", a través del cual las construcciones de cemento y piedra en las ciudades obtienen el calor durante el día, pero no logran disiparlo durante las horas nocturnas. Clarin.Com Entremujeres (2016)

2.2.7. ISLAS DE CALOR

Son zonas de calor que presentan temperaturas más elevadas que áreas abiertas, Estos fenómenos geotérmicos consisten en la acumulación del calor en la ciudad de Huánuco, debido al tipo de construcción con materiales que absorben el calor a lo largo de las horas de insolación y luego lo liberan durante la noche impidiendo que baje las temperaturas, menciono importante al parque automotor, luces de alumbrado público, que son sistemas de climatización que afecta a nuestra ciudad, elevando la temperatura normal.

Mencionamos algunos elementos significativos que se dan en una isla de calor:

- Aumento de la absorción de la energía solar: por superficies de baja reflectancia térmica,
- Aumento del calor acumulado durante el día debido a la capacidad térmica de los materiales de construcción de las viviendas en la ciudad.
- Obstrucción de las corrientes de aire por medio de la edificación, especialmente falta de ingreso nocturno de flujos de aire frío que necesita la ciudad.
- Reducción de la Evapotranspiración debido a la reducción de la vegetación y el aumento del pavimento de tipo impermeable

2.2.8. TIPOS DE TECHOS VERDES

A. Tipo extensivo

Este es un tipo de sistema superficial que tiene un desarrollo rápido y mínimo de la cobertura vegetal y un acceso limitado para su uso diario. Dentro de sus ventajas mencionamos: poco peso, su bajo costo y poco tiempo para su conservación.

Es una cobertura vegetal instalado en un techo o azotea con unos 10cm de espesor y de un tipo de sustrato ligero y especie vegetal cubre suelo con un peso promedio de 150 kilos por m². Lo primero es la impermeabilización mediante geomembrana de PVC o Manto asfáltico considerando puntos de drenajes uno por 10 m² no necesitamos realizar Pendientes esto genera mayor carga a las estructuras y en Lima Costa no contamos lluvias fuertes para considerar pendientes o caída hacia el sumidero. Osorio, (2015)

Las cubiertas extensivas se implementan en suelos poco profundos (con una media de 7 a 10 cm). Este tipo de cubierta tiende a ser la más ligera. Las cuales soportan *sedum*, musgos, aromáticas, césped y otros tipos de vegetación que necesite un mínimo mantenimiento. Este tipo de cubierta verde se debe revisar un par de veces al año. Para que se garantice un resultado de crecimiento adecuado es muy necesario instalar un sistema de riego tecnificado.

Dentro de este tipo de cubiertas verdes se distinguen las:

- **Cubiertas Extensivas ligeras**, que se caracterizan por su baja capacidad de tolerancia de la biodiversidad y la mínima capacidad para retener las aguas de lluvias. Se pueden instalar como un tipo de “alfombras tapizantes”.
- **Cubiertas Extensivas super-ligeras**, estas son un tipo de capas muy delgadas, la lámina de drenaje es de apenas 12 mm y la capa de cobertura vegetal sólo alcanza los 25 mm, su diversidad vegetal es limitada y tienen una tendencia a researse muy rapido.

B. Tipo intensivo

Una cobertura verde de tipo intensivo es un techo mucho más complejo, esto debido a que en se pueden sembrar varios tipos de plantas con tallos y raíces de gran volumen y masa, estas cubiertas requieren de un presupuesto mayor y tiempo de instalación y el mantenimiento debe ser de periodos cortos en comparación con un tipo extensivo.

Las cubiertas vegetales que se encuentran en las azoteas de estilo antiguo, que necesiten un tipo de suelo de determinada profundidad para que se puedan desarrollar de manera adecuada grandes plantaciones, se les considera intensivas ya que este tipo, necesita de mucho mayor cuidado y tiempo. (Dombi, et al., 2008)

Los techos intensivos se caracterizan por tener una cobertura de sustratos mayor a 15 cm hasta 1 mt., hasta pueden ser más profundo. Estos techos son como unas camas elevadas ya que su profundidad puede sostener el enraizamiento que este realiza, siendo mejores instalados en nuevas edificaciones. (U.S. Environmental Protection Agency, 2012).

C. Tipo semi intensivo

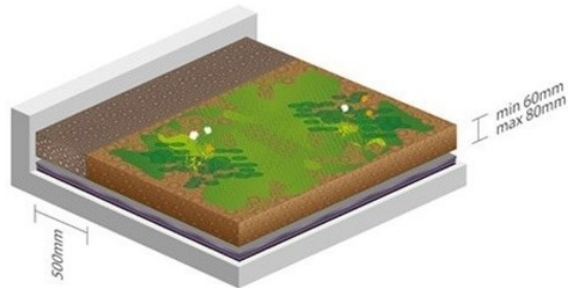
Combina los dos diseños y divide la carga de acuerdo con las características de las estructuras solidas del predio. El espesor del sustrato va de 12 a 30 cm y el peso de la instalación del soporte puede variar entre los 120 y los 250 kg/m².

D. Techos verdes por finalidad

Asimismo, estos techos verdes también se clasifican según el uso particular que se les dé. Por tanto, hay azoteas verdes de huerto, acumuladoras de agua, generadoras de energía y para esparcimiento entre otros.

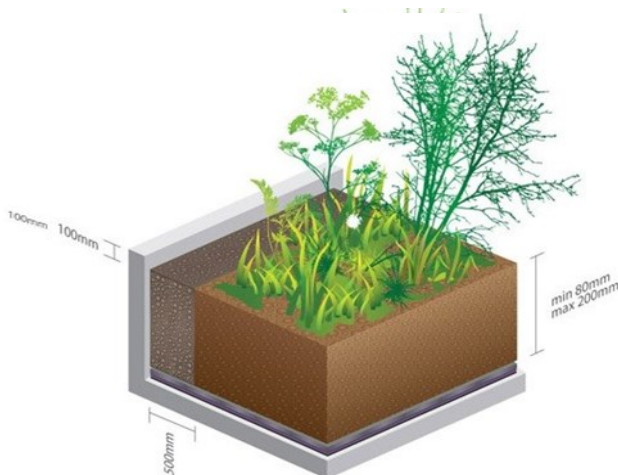
➤ **Tipo extensivo**

Figura 1
Tipos de techos verdes



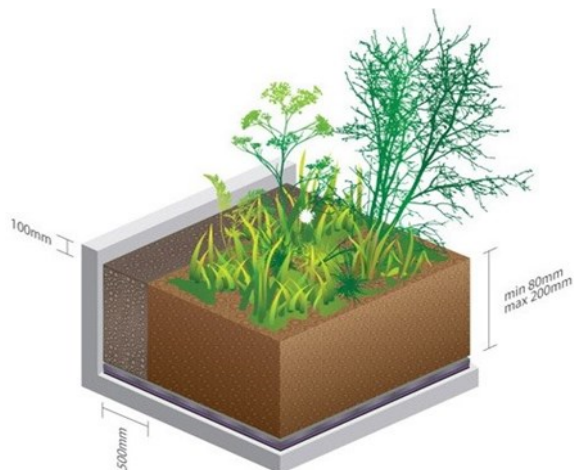
➤ **Tipo intensivo**

Figura 2
Modelo de techo verde intensivo



➤ **Tipo semi-intensivo**

Figura 3
Modelo de techo verde semi intensivo



2.2.9. CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE COBERTURA VEGETAL

Tabla 2
Clasificación del tipo de cobertura vegetal

Características	Extensivo	Intensivo	Semi intensivo
Espesor sustrato	< 15cm	> 15 cm	10 – 20 cm
Cobertura vegetal	No transitable	Transitable	Según diseño
Peso saturado	50 – 150 kg/m ²	> 250 kg/m ²	150 – 250 kg/m ²
Diversidad vegetal	Poca	Máxima	Media
Mantenición	Mínima	Alto	Variable
Tipo de vegetación	Rastreras, <i>Sedum</i>	Arbustos y árboles pequeños	Arbustos pequeños y pastos ornamentales

Tabla 3*Diferencia de cualidades de los tipos de techos verdes*

Diferenciar las cualidades de los tipos de techos verdes para su instalación en los predios del distrito.				
Variables	Extensiva	Intensiva	Dimensión	Indicador
Vegetación	Sedum, césped, aromáticas, rastreras.	Césped, arbustos ornamentales, árboles	Diferencia entre el tipo de vegetación a utilizar en la implementación de los techos verdes y jardines verticales	Cobertura vegetal
Altura	<15cm	De 15 a 100 cm		Diferencia entre el tipo de jardín y las plantas
Intensidad de riego	Bajo	Alto		
Peso	De 10 a 100 kg/m ²	De 100 a 1000 kg/m ²		Resistencia de carga sobre las estructuras de los techos y jardines verticales
Accesibilidad	Visitable	Transitable	Cualidades de los techos verdes y jardines verticales y los beneficios ecoeficientes en su implementación.	Capacidad de absorción de agua,
Depósito de agua	De 4 a 12 mm	De 18 a 39 mm		Resistencia de las estructuras
Capacidad de carga de la cubierta	Normal	Estructura más resistente		Costo de mantenimiento de los jardines.
Mantenimiento	Reducido	Similar a un jardín convencional		Beneficios económicos.
Pendiente de la cubierta	Hasta 45°	Plana o en bancales		Inclinación de las estructuras para la instalación de los jardines.

2.2.1. EFECTOS DE LOS TECHOS VERDES

A. Efectos económicos

De acuerdo con la planificación, estrategia y tipo de cobertura vegetal que se va a usar, se medirá el tipo de ahorro. Puesto que los jardines y techos tienen como principal objetivo el desarrollo sostenible, también de generar beneficios económicos al propietario del predio.

Los techos verdes son una opción de piel del techo que ayuda con el clima al interior de las casas, bajan la temperatura en promedio de 3 a 6 °C y aplacando en los costos incurridos en el recibo de luz, incorporado por los aires acondicionados o ventiladores. Barragán, (2016)

B. Efectos ambientales

El clima de la ciudad de Huánuco es óptimo para la siembra y posterior cultivo de plantas (arbustos y plantas rastreras) esto es un indicador potencial para que el proyecto de jardines verticales y techos verdes sea viable. Donde estas plantas cumplirán el papel aislante dentro de la vivienda.

Otro beneficio es la regeneración del aire, ya que las plantas capturan la contaminación y hacen que el aire este mucho más limpio. También, en este tipo de cobertura vegetal los paneles solares instalados en sus alrededores trabajan mejor a temperaturas más alta, obteniendo así muchos mayores beneficios. Bolaños & Moscoso, (2011)

C. Efectos sociales

Comprende una serie de bondades de terapias para los habitantes de la ciudad, ya que otorga un lugar en donde estos pueden desempeñar varias actividades como: implantar la actividad agrícola en función a la mejora de la calidad de vida de los habitantes y de velar por la generación del hábitat para diferentes tipos de especies. Bolaños &

Moscoso, (2011)

D. Efectos privados

Al construir un techo verde vamos a obtener algunos beneficios que se puedan tener en tu predio. Estos son 3 de los principales beneficios que tienen impacto positivo de un hogar.

- Va a mejorar la eficiencia del consumo de energía del hogar. Tenemos como un ejemplo; una investigación científica en la ciudad de Ottawa, Canadá. Salas, (2015), donde observó que una cubierta de techo verde reduce la absorción de calor en verano en un 95% en comparación con un techo de cubierta tradicional.

Así mismo, en invierno, obtenemos la reducción de la pérdida de calor puede llegar a un 24%. Destacando que el ahorro en gastos en cuanto al consumo de energía eléctrica por el menor uso de equipos del aire acondicionado fue equivalente a un 75% al utilizar las cubiertas de techos verdes.

Los ahorros energéticos (como siempre) dependen de varios factores:

- Costo local de la energía eléctrica.
- Espesor del tipo de cubierta vegetal.
- La eficiencia de los sistemas de aire acondicionado ó climatización.
- Porcentaje del techo implementada con cubierta vegetal
- Espesor del tipo de sustrato.
- El clima local.

Cuando se usa una cubierta verde en una casa, esta reduce considerablemente los costos del consumo de energías que se usa para climatizar una vivienda.

Aumenta la vida útil de la membrana impermeabilizadora.

Por lo general un techo verde tiene una vida útil de unos 20 años y uno de los factores de su deterioro en este periodo es, justamente, las membranas impermeabilizantes.

Los causantes de estas degradaciones suelen ser; la exposición directa de las membranas a las variaciones constantes de temperaturas. Se ha observado que, en una cubierta convencional, las membranas impermeabilizantes pueden estar expuestas a variaciones de temperaturas que alcanzan los 45°C.

E. Reducción de ruidos

Otra de las ventajas de los techos verdes. ¿Quién no se ha despertado una noche por ruidos molestos de felinos o aves o el típico sonido de una lluvia torrencial golpeando los «ruidosos» techos?

Las coberturas vegetales son excelentes atenuadores de ruidos, reduciendo entre 40 y 50 dB (decibeles).

Algunos elementos importantes que ayudan a lograr esta considerable disminución de ruidos son:

- El tipo de vegetación seleccionada.
- El tipo de superficie plantada.
- La profundidad y la composición del tipo de sustrato.

2.2.2. ESTRUCTURA DE LOS TECHOS VERDES

Como toda tecnología sostenible las azoteas verdes tienen una ingeniería de construirse, que es muy importante respetar y conocer para de esta manera lograr un óptimo funcionamiento del sistema.

Generalmente, están contruidos de diferentes niveles de materiales, facilitando el desarrollo de la vegetación, las estructuras de los techos verdes obedecen a la capacidad de soporte del techo, el tipo de proyecto y el fabricante. Los niveles que van por encima del techo

usualmente incorporan una geomembrana para su protección, el drenaje, medio de cultivo y vegetación. El medio de cultivo o sustrato de varias composiciones tiene como primordial componente una combinación de productos con abono. Lindquist & Sutton, (2015)

Los componentes fundamentales que toda cobertura vegetal debe tener (independiente del tipo de cubierta que se elija) son:

A. Capa vegetal

Es la capa donde se ubican las plantas y árboles.

B. Sustrato

Es el medio de crecimiento, es el encargado de crear el ambiente propicio para la vida de las plantas de la capa superior. Su espesor queda condicionado al tipo de cobertura que se construya y la vegetación selecciona.

C. Filtro

Zonas de drenaje de agua y suele usarse un geotextil sobre y bajo la capa de drenaje y retención para evitar la fuga de partículas sólidas que componen el sustrato.

D. Drenaje y retención

Para no saturar de agua el sustrato, pero a la vez se busca retener lo necesario para que las plantas puedan sobrevivir.

E. Barrera anti-raíces

Es la barrera protectora de geotextil que se encarga de que las raíces de las plantas no pasen a la impermeabilización ni la estructura. Suele utilizarse una capa de polietileno de alta densidad (HDPE).

F. Impermeabilización

Muy importante para que toda integridad de la estructura, esto mantiene la azotea o techo seca y libre de humedad. Suelen usarse

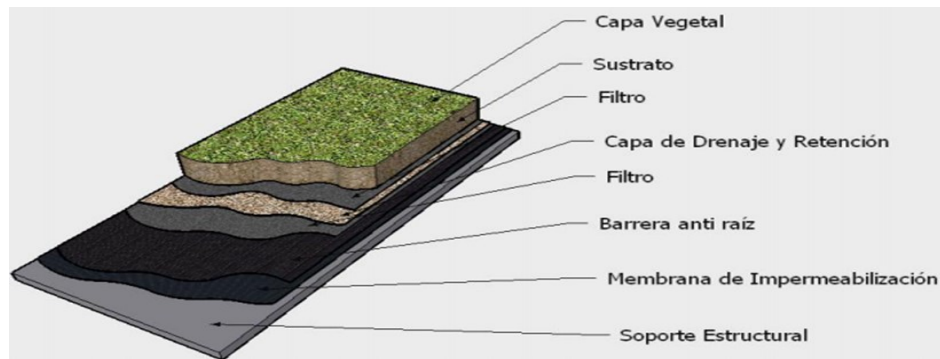
membranas que se pueden aplicar en forma líquida de poliuretano, láminas de PVC o caucho sintético, entre otras.

G. Estructura soportante

Este componente proporciona la superficie que sirve como soporte principal para la instalación del techo vegetal. Constará de un sistema de ingeniería que pueda soportar el peso máximo calculado para la cubierta vegetal a instalar. Las estructuras soportantes suelen ser losas de hormigón armado o bien elementos prefabricados de madera y metal que asegure mantener el peso de las capas superiores.

Figura 4

Componente de una cobertura vegetal para un techo verde



2.2.3. OPCIONALES

Se pueden añadir otras capas adicionales al tipo de implementación de la cobertura vegetal de un techo verde, para que pueda permitir una mejor y más fácil mantención del techo.

A. Protección de la impermeabilización

Se usa sobre la membrana de impermeabilización para que pueda brindar una protección adicional durante la construcción del edificio o de la misma cubierta.

B. Aislación térmica

Puede adicionarse bajo o sobre las estructuras soportantes con la

finalidad de disminuir los flujos de calor y se pueda mejorar el desempeño térmico del edificio.

C. Protección de erosión

Esto sirve para que pueda mantenerse al sustrato fuera del riesgo de erosión, producto del viento en techos elevados o con inclinaciones, cuando las raíces de las plantas no han crecido lo suficiente como para permitir mantener en su lugar durante el proceso de adaptabilidad de la cobertura vegetal

D. Sistema de riego

Permitirá un mejor control del riego de la cubierta.

E. Retenedores perimetrales

Sirve para separar las cubiertas de otros elementos como antepechos, drenajes, tragaluces u otros similares.

F. Cajas registrables

Sirve para inspeccionar los puntos de desagüe y mantenerlos limpios.

G. Otros

Otros elementos que se puede adicionar como barandillas de separación, iluminación y pasarelas para el tránsito de personas se pueden agregar según se estime la necesidad en el proyecto

2.2.4. SOPORTE

El soporte estructural es la parte en la que se encuentra la barrera de las raíces que impide que estas puedan acceder al área del edificio, también se encuentra una geomembrana impermeable que tiene que es una capa de protección para la humedad. Este soporte es muy importante, ya que separa el techo verde de la cubierta sólida del edificio.

Lo importante de la instalación de los techos verdes es que pasen una prueba de filtración con la finalidad de reconocer las fallas que puedan presentarse.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. PARTÍCULAS CONTAMINANTES

(PM, del inglés Particulate Matter). Son aquellas las partículas sólidas y líquidas que se encuentran suspendidas en el aire o agua, la mayor parte de las cuales suponen un peligro. Esta combinación compleja contiene, entre otras cosas, polvo, polen, hollín, humo y pequeñas gotas.

Estas partículas en suspensión tienen variedades de tamaños, desde grueso hasta fino y ultrafino. También presentan composiciones y orígenes diferentes.

Estas partículas pueden ser emitidas en el aire y al agua de forma directo, cuando provienen de fuentes como los procesos de combustión o el polvo arrastrado por los vientos; también pueden formarse en la atmósfera por la transformación de gases emitidos como el SO_2 .

2.3.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN

El fenómeno de evapotranspiración se da a través de la evaporación del agua que está presente en la superficie terrestre, junto a las fuentes de agua que procede de la tierra, incluyendo a la transpiración de los seres vivos, de manera especial de las plantas.

El resultado de este proceso se va a ser la formación de vapor atmosférico, que, al llegar a las condiciones de condensación, retornara gran parte de ella a la superficie en forma de precipitación líquida o sólida.

Por lo consiguiente, la evapotranspiración se le va a considerar como los procesos de evaporación y transpiración.

La diferencia entre estos dos conceptos está en la participación de los seres vivos en el segundo, que es el proceso físico a través del cual sus superficies pierden agua a la atmósfera mediante el proceso de transpiración. Su inclusión en un concepto único con la transpiración se debe a la dificultad de medirlos por separado. Por tanto, la evapotranspiración se produce desde:

- La evaporación del agua transpirada por los seres vivos.
- La superficie del suelo y de la vegetación inmediatamente después de la precipitación.
- La superficie de la hidrosfera: ríos, lagos, embalses, océanos.
- El suelo, pudiendo tratarse de agua recientemente infiltrada o de agua que se acerca de nuevo a la superficie después de un largo recorrido a través del subsuelo.
- La evapotranspiración depende de:
 - El poder evaporante de la atmósfera: de la radiación solar, de la temperatura, de la humedad y del viento.
 - De la salinidad del agua.
 - Del grado de humedad del suelo.
 - Del tipo de planta.

2.3.3. DRENAJE

El Drenaje hace referencia a la acción y efecto de drenar. Este verbo, a su vez, significa asegurar la salida de líquidos o de la excesiva humedad por medio de cañerías, tubos o zanjas.

Para la ingeniería y el urbanismo, el drenaje es el sistema de tuberías interconectadas que permite el desalojo de los líquidos pluviales o de otro tipo.

2.3.4. CRECIMIENTO

Benavides, (2016), define al crecimiento como la síntesis del material vegetal (biomasa), que viene acompañado de una variación de forma y un aumento irreversible de la masa y volumen del organismo, este crecimiento de la longitud y de sus diámetros de la estructura del vegetal y su inminente incremento de peso, este desarrollo de las distintas partes de la planta acostumbra ser determinada por la altura, el área foliar o el peso seco, en relación con el tiempo transcurrido durante el ciclo de vida. (pág. 27),

2.3.5. GEOMEMBRANAS

Las Geomembranas, es el componente de recubrimiento, una membrana o barrera de muy baja permeabilidad aplicada al campo de la ingeniería geotécnica para controlar la migración de fluidos líquidos.

Las Geomembranas son fabricadas a partir de hojas relativamente delgadas de polímeros como HDPE o PVC. Dependiendo de las necesidades, se pueden fabricar de diferentes grosores, siendo de polietileno las más delgadas, mientras que las más gruesas se le fabrican a partir de PVC.

Características de las Geomembranas:

El objetivo principal es mantener ciertas áreas impermeabilizadas evitando o previniendo el paso de fluidos líquidos. Para poder llevar a cabo con su objetivo, estos necesitan contar con ciertas características, tales como bajos niveles de permeabilidad, capacidades reflectivas y resistencia a los rayos UV.

2.3.6. BAJOS NIVELES DE PERMEABILIDAD

Dentro de esta característica esta es la más importante. Se trata de su capacidad de aislar las áreas del contacto, con fluidos, como el agua. Este tipo de fluidos no se va a filtrar a través de la superficie de las Geomembranas, tampoco los lixiviados, ni los gases; lo que hace

que sea el método con mayor eficacia de aislamiento.

2.3.7. CAPACIDADES REFLEXIVAS

Dentro de las capacidades reflexivas principales de las geomembranas, estas impiden el paso de la luz y en consecuencia, mantienen estable la temperatura de la superficie que estas cubren.

Su resistencia a los rayos UV, no afecta la estructura de las geomembranas.

- Los principales lugares donde se aplican las Geomembranas son:
- Túneles.
- Rellenos sanitarios
- Estanques decorativos
- Techos de invernaderos
- Biodigestores

2.3.8. AISLANTE TÉRMICO

La definición de aislamiento térmico está asociado al concepto de la capacidad de control de transmisión de calor cuando no se desee que exceda ciertos límites.

Un buen producto de aislante térmico es quien reduce las transmisiones de calor a través de las estructuras donde se va a instalar. En ciertos casos, las funciones del aislamiento térmico están desarrollada por materiales o sistemas diseños que cumplen funciones diferentes.

Los conceptos cualitativos mencionados anteriormente implican dos condiciones:

La resistencia térmica de un sistema y el material aislante térmico debe ser superior al límite inferior aceptable para la aplicación específica.

El material adicional deberá tener muy buenas propiedades aislantes.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

H₁: La elaboración y acondicionamiento de un modelo de techo verde reduce el estrés térmico, dentro de un predio en el distrito de amarilis 2019-2020

H₀: La elaboración y acondicionamiento de un modelo de techo verde no reduce el estrés térmico, dentro de un predio en el distrito de amarilis 2019-2020

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Reducción del estrés térmico.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Techo verde.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

TÍTULO: “ELABORACION Y ACONDICIONAMIENTO DE UN MODELO DE TECHO VERDE PARA REDUCIR EL ESTRÉS TÉRMICO, DISTRITO DE AMARILIS 2019-2020”

Tabla 4

Operacionalización de variables (Dimensión e indicadores)

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR FINAL	INSTRUMENTOS
Variable independiente: Techo verde	Vegetación	Tipo de cobertura vegetal	Prototipo de techo verde en la vivienda urbana del barrio amauta	Análisis de las plantas.
		% del área cubierta del techo		Registros fotográficos
		% de desarrollo de la cubierta verde		Diseño del plano de la casa y el área a utilizar.
	Suelos	Nº de macetas x m ²		Observación
		Tipo de composición del suelo		Medición de temperatura (higrómetro)
				Fotografía
				Diseño del techo verde según m2
				Mezcla de sustratos
				Temperatura de sustrato.
				(higrómetro)

		Peso de la maceta con y sin tierra.		Registro de peso con y sin tierra.
Variable dependiente: Reducción del estrés térmico	Carga de calor	Área de la vivienda superior a 32°C y variación de la temperatura.	Reducción del estrés térmico	Registro con el higrómetro con y sin techo verde. Panel fotográfico
	Condiciones ambientales	Tipo de infraestructura		Panel fotográfico Temperatura ambiente Temperatura cielo raso Temperatura de la azotea Encuestas
	Calidad visual	Cobertura vegetal Polinización de las plantas	Visión del paisaje total	Panel fotográfico Panel fotográfico Variedad de especies polinizadoras.
	Reducción de gastos diarios familiares	Nº de especies de hortalizas Costo de ahorro de hortalizas sembradas.	Reducción de gastos diarios familiares.	Plan de siembra de hortalizas Comparación de precios de hortalizas con valor de mercado.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación planteada fue de tipo aplicada, ya que propone alternativas de solución del problema. La investigación aplicada tiene como propósito brindar soluciones a situaciones o problemas específicos e identificables, de acuerdo con el estudio de la investigación. Bunge, (1971).

3.1.1. ENFOQUE

Esta investigación presenta de un enfoque cuantitativo longitudinal simple se trata de unos análisis de recopilación de datos de campo, reducción de la temperatura, cantidad y tipo de cobertura vegetal se va a usar, tiempo de producción y beneficios de las coberturas vegetales, costos de proceso de implementación de los techos verdes. Hernández, (2014).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Según Hernández, (2014), el proyecto de investigación realizó una investigación de nivel explicativo, de acuerdo con la propuesta, partiendo de una perspectiva que relaciona medio ambiente y urbanismo.

3.1.3. DISEÑO

En este caso el diseño fue experimental, ya que, las unidades experimentales, en un área y tiempo determinado en la cual se manipula la variable independiente y se mide el efecto de esta variable sobre las variables dependientes, de acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación reúne las características de un nivel de investigación experimental Hernández, (2012).

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

- **Población:** está conformada por dos viviendas que se ubican en el Barrio Amauta, ubicada en el distrito de amarilis.
- **Área total:** 80 m²

3.2.2. MUESTRA

Unidad de muestreo: Para esta investigación se utilizó el tipo aleatorio simple.

- Se usó el muestreo probabilístico, en esta técnica de muestreo, garantiza que cada individuo de m² con cubierta verde tenga las mismas oportunidades para ser seleccionadas y esto se va a lograr si el investigador utiliza la aleatorización.

Analice 5 tipos de muestras según el tiempo de siembra y el tipo de plantas sembradas en nuestros jardines en un m² aleatorio, puesto que estas zonas de muestreo se encuentran con una cobertura vegetal del tipo rastrera, con el tipo de planta; Baby Sun Rose (*Aptenia Cordifolia*). plantas rastreras Previamente usamos 3 tipos de plantas rastreras como son; Caigua (*Cyclanthera Pedata*), Pepinillo (*Cucumis sativus*) y el Quishiu (*Cyclanthera brachybothrys*). A las cuales evaluamos sus etapas de desarrollo en las macetas instaladas en el predio, donde obtuvimos resultados negativos por condiciones externas al proyecto, como el ataque de plagas (insectos, hongos), también por las condiciones climáticas (demasiada temperatura y poca humedad).

Figura 5
Plantas rastreras Caigua



Otro de los inconvenientes que se encontró con el sembrío de estas plantas para el proyecto, fue la capacidad del sustrato que tenían las macetas, esto no permitió el desarrollo normal de las raíces y por ello el ciclo de vida de estas plantas fue cortas.

Tabla 5
Área de estudio

Predio	Propietario	Dirección	
A	Maruja Aquino Jaramillo	Jr.: Ambo N°132	Sin techo verde
B	Ennis s. Jaramillo falcón	Jr.: Ambo N°148	Con techo verde

3.2.3. UBICACIÓN

El presente proyecto se ejecutó en el barrio amauta, que se encuentra ubicada en el distrito de Amarilis, departamento y provincia de Huánuco- Perú.

Tabla 6
Ubicación política del área de estudio

Ubicación política	Región	:	Huánuco
	Provincia	:	Huánuco
	Distrito	:	Amarilis
	Lugar	:	Barrio Amauta

Tabla 7

Coordenada geográfica del área de estudio

Coordenada geográfica	Coordenada :	76°, 14', 25"
	Altitud :	1920 msnm.

Figura 6

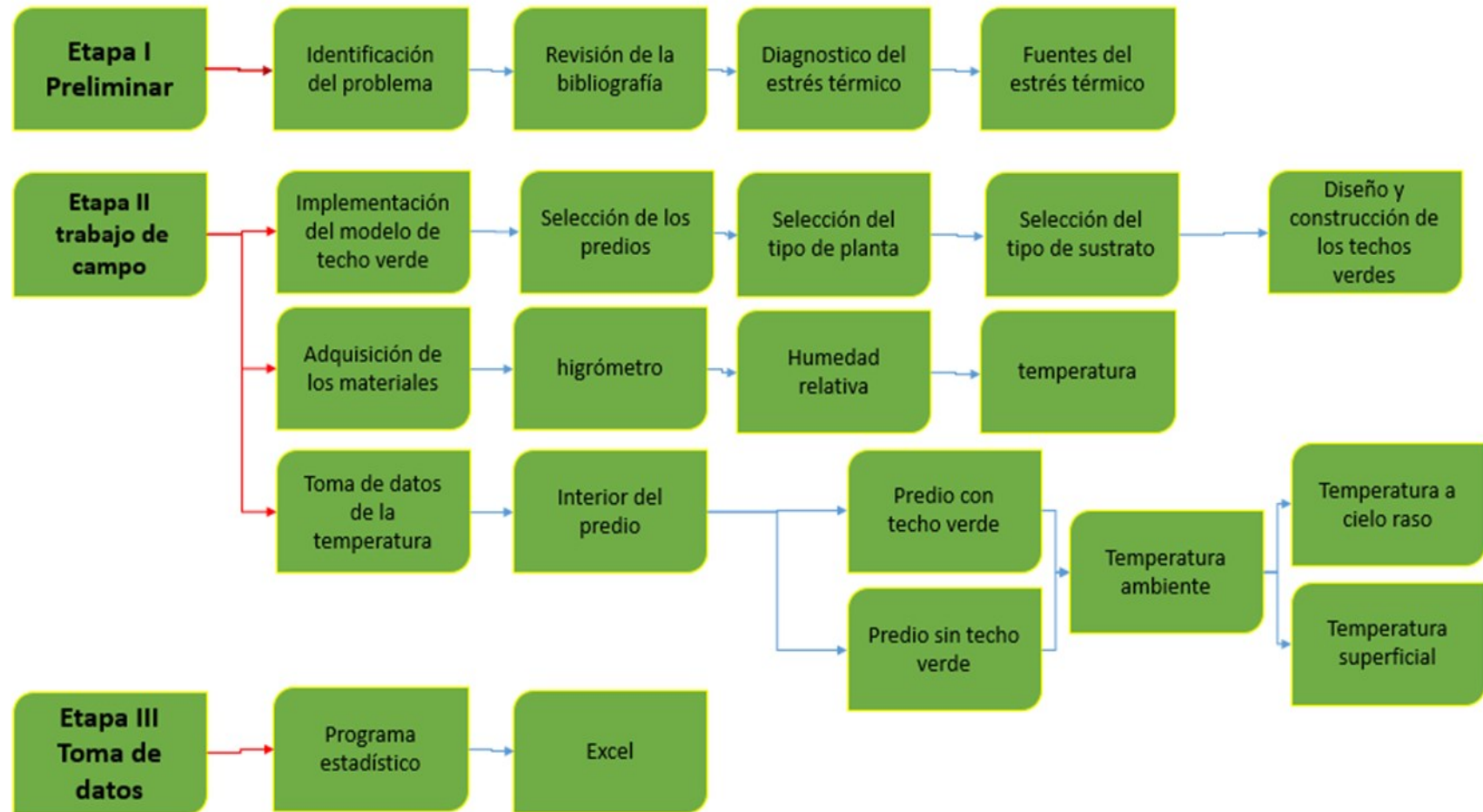
Mapa de localización



3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos que se analizó en la investigación, corresponden a los parámetros térmicos (temperatura y humedad relativa) para evaluar las condiciones ambientales en el interior de las viviendas, de esta manera reducir el objetivo del proyecto que es el estrés térmico.

Figura 7
Esquema de la metodología del proyecto



3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

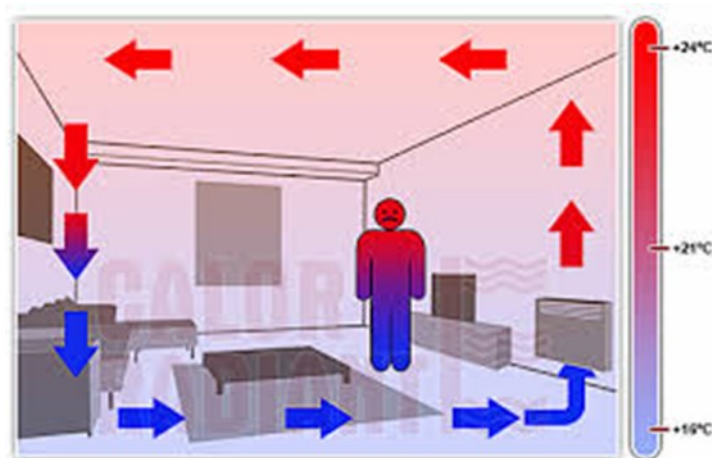
Dentro del proyecto se contempló las siguientes etapas para la recolección de los datos.

- Etapa I

Se identificó el problema, el cual está relacionado con la temperatura dentro de las viviendas muestrales. Revisamos las bibliografías y documentos relacionados al tema del proyecto, conceptos, definiciones, estudios, etc. También se hizo el diagnóstico situacional del estrés térmico en las viviendas muestrales del barrio Amauta. También hice el cálculo de las fuentes que generan el estrés térmico dentro de las viviendas muestrales, para luego almacenarlos en nuestra base de datos del proyecto.

Figura 8

Circuito térmico dentro de una habitación



- Etapa II

En esta parte del proyecto nos enfocamos en:

- El modelo de techo verde.
- Ubicación de los equipos y materiales.
- Toma de datos.

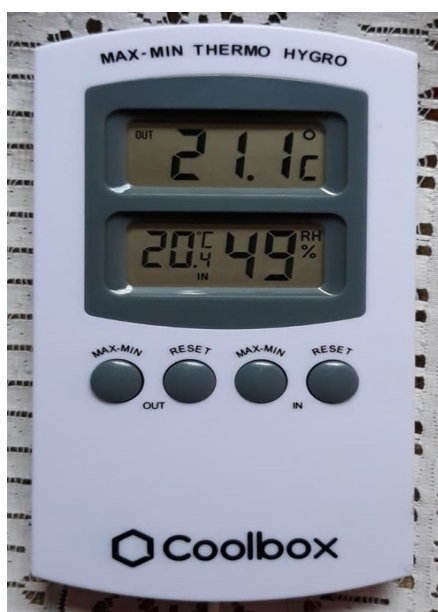
1. El modelo de techo verde que escogimos para este proyecto de implementación de techo verde en el barrio AMAUTA cuenta con características simples y apropiadas para implementar en el predio escogido.

Las elecciones de las viviendas que se escogió, fue por la disponibilidad de brindar a los propietarios sus espacios para realizar nuestros proyectos, también analizamos las características propias de construcción y soporte de las viviendas, de esta manera no alterar en peso ni dañar la infraestructura.

2. Para medir las temperaturas en las superficies de los predios y dentro de ellas (cielo raso) se hizo con higrómetro analógico (TERMOHIGROMETRO 968H) apoyados en diferentes distancias del piso de la azotea, así como del cielo raso dentro de las viviendas.

Figura 9

Midiendo la temperatura con el termómetro



3. Apoyamos en este proyecto con la toma de datos en la implementación del techo verde de tipo indirecto, en los meses de febrero, marzo y abril. Los datos obtenidos fueron de 2 veces por semana y en 4 horarios durante el día. 7:30 am, 11:30 am 14:30 y

17:30 pm. De esta manera analizamos las diferentes variaciones de temperatura en los predios seleccionados durante el día.

Nuestra toma de muestras lo realizamos por un método aleatorio simple en los dos predios (con techo verde y sin techo verde) tanto en la superficie de las azoteas seleccionadas y dentro de los predios bajo las azoteas seleccionadas.

Todos estos datos fueron plasmados en formatos que se muestra en el siguiente ítem.

3.4. TÉCNICAS Y INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos que se emplearon se muestran a continuación en la tabla 8 y 9:

Tabla 8

Instrumentos para la recolección del dato de temperatura de la vivienda sin techo verde

Vivienda sin techo verde								
Temperatura medida en °C (temperatura ambiente-cielo-raso-superficie de la azotea)								
SEMANA	HORA	DI A A	T° MINIM A	T° MAXIM A	DI A B	T° MINIM A	T° MAXIM A	PROMEDIO DE LAS MEDICIONES
1.	7:30 am							
	11:30 am							
	14:30 pm							
	17:30 pm							

Tabla 9*Instrumentos para la recolección del dato de temperatura de la vivienda con techo verde*

Vivienda con techo verde								
Temperatura medida en °C (temperatura ambiente-cielo raso-superficie de la azotea)								
SEMANAS	HORA	DIA A	T° MINIMA	T° MAXIMA	DIA B	T° MINIMA	T° MAXIMA	PROMEDIO DE LAS MEDICIONES
1	7:30 am							
.	11:30 am							
.	14:30 pm							
.	17:30 pm							
n								

3.4.1. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Una vez recogida y procesada nuestra información, fue necesario presentar los resultados en tablas y figuras de manera adecuada, de forma tal que contribuya a una mejor comprensión y exposición de dichos resultados, en función de los objetivos del trabajo.

3.4.2. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

▪ Etapa III

En esta etapa describimos y analizamos todos los datos obtenidos en el proyecto, los diferentes datos de temperaturas los registré en un formato propio, analice y programe en el Microsoft Excel.

En este proceso a través del cual ordenamos, clasificamos y presentamos los resultados de la investigación en cuadros estadísticos, en gráficas elaboradas y sistematizadas a base de técnicas estadísticas con el propósito de hacerlos comprensibles.

Estadísticamente aplicamos el “T” student, para analizar las diferencias que sean significativas estadísticamente. Para ello nos basamos en hipótesis esencialmente en el diseño de experimentos.

Las variables implantadas en este proyecto fueron dos; predio con techo verde y sin techo verde. En las cuales los datos fueron: temperatura ambiente, cielo raso y temperatura de interiores. Utilizamos una prueba de diferencia de medias por pareja, a la cual lo llamamos prueba t con esta prueba rechazamos el H_0 , cuando nuestra significancia es menor a 0.05 y no la rechazamos si es mayor a 0.05.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Temperatura de la azotea en los techos de predios seleccionados

Tabla 10

Datos promedio semanal de la temperatura para la azotea del predio A sin techo verde en el distrito de Amarilis

Semana	Del 1 al 6 de setiembre	Del 7 al 13 de setiembre	Del 14 al 20 de setiembre	Del 21 al 27 de setiembre	Del 28 al 4 de octubre	Del 5 al 11 de octubre	Del 12 al 18 de octubre	Del 19 al 25 de octubre	Del 26 al 1 de noviembre	Del 2 al 8 de noviembre	Del 9 al 15 de noviembre	Promedio final (°C)
Promedio	26.25	26.28	26.35	26.8	26.75	27	26.55	26.03	25.5	26.63	26.13	26.39°C

En la tabla 10, se observa que el promedio final de la temperatura del predio A de la azotea sin techo verde fue un 26.39°C, en el distrito de Amarilis.

Tabla 11

Datos promedio semanal de la temperatura para la azotea del predio B con techo verde en el distrito de Amarilis

Semana	Del 1 al 6 de setiembre	Del 7 al 13 de setiembre	Del 14 al 20 de setiembre	Del 21 al 27 de setiembre	Del 28 al 4 de octubre	Del 5 al 11 de octubre	Del 12 al 18 de octubre	Del 19 al 25 de octubre	Del 26 al 1 de noviembre	Del 2 al 8 de noviembre	Del 9 al 15 de noviembre	Promedio final (°C)
Promedio	25.13	25.43	24.9	24.78	23.78	23.23	24.13	25	24.85	23.48	23.05	24.34°C

En la tabla 11, se puede observar que el promedio semanal final de la temperatura del predio A de la azotea con techo verde fue un 24.34°C, en el distrito de Amarilis.

Tabla 12

Variación del promedio semanal de la temperatura para la azotea de los predios A y B en el distrito de Amarilis

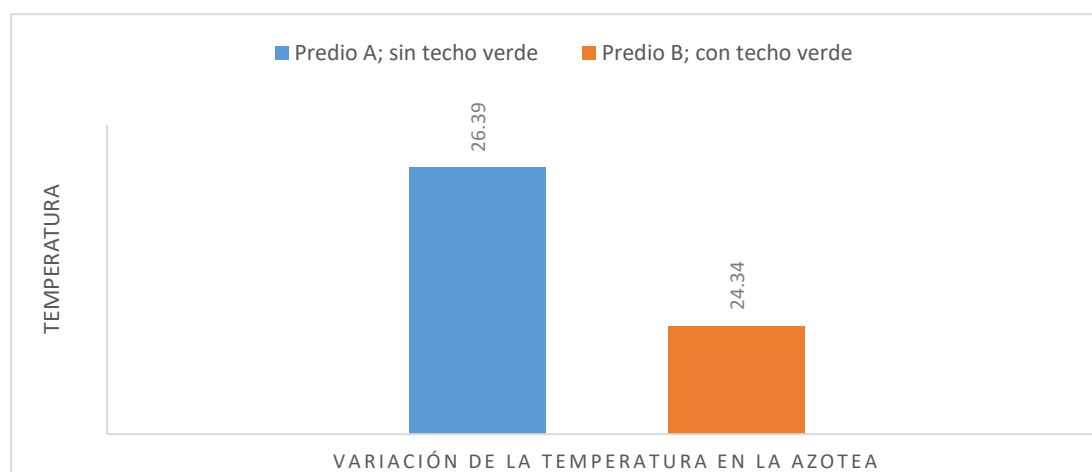
Semana	Del 1 al 6 de setiembre	Del 7 al 13 de setiembre	Del 14 al 20 de setiembre	Del 21 al 27 de setiembre	Del 28 al 4 de octubre	Del 5 al 11 de octubre	Del 12 al 18 de octubre	Del 19 al 25 de octubre	Del 26 al 1 de noviembre	Del 2 al 8 de noviembre	Del 9 al 15 de noviembre	Promedi o final (°C)
Predio A	26.2 5	26.2 8	26.3 5	26.8	26.7 5	27	26.5 5	26.0 3	25.5	26.6 3	26.1 3	26.39°C
Predio B	25.1 3	25.4 3	24.9	24.7 8	23.7 8	23.2 3	24.1 3	25	24.8 5	23.4 8	23.0 5	24.34°C

Descripción: Predio A; sin techo verde y Predio B; con techo verde.

En la tabla 12, se observa que el promedio semanal final de la temperatura en la azotea del predio A sin techo verde fue un 26.39°C y del predio B en la azotea con techo verde fue un 24.34°C, en el distrito de Amarilis.

Figura 10

Variación del promedio semanal de la temperatura para la azotea de los predios A y B en el distrito de Amarilis



En la figura 10, se puede identificar que en la azotea del predio B con techo verde, la temperatura promedio semanal fue menor que el predio A sin techo verde, llegando a un 24.34°C.

Análisis estadísticos para las azoteas seleccionadas

Los análisis que hicimos en la prueba estadística (t student) nos arrojan los siguientes datos:

Temperatura de los predios seleccionados de cielos rasos

Tabla 13

Datos promedio semanal de la temperatura para cielo raso del predio A sin techo verde en el distrito de Amarilis

Semana	Del 1 al 6 de setiembre	Del 7 al 13 de setiembre	Del 14 al 20 de setiembre	Del 21 al 27 de setiembre	Del 28 al 4 de octubre	Del 5 al 11 de octubre	Del 12 al 18 de octubre	Del 19 al 25 de octubre	Del 26 al 1 de noviembre	Del 2 al 8 de noviembre	Del 9 al 15 de noviembre	Promedio final (°C)
Promedio	25.48	25.45	25.25	25.53	25.5	26.03	25.63	25.25	25.18	25.85	25.45	25.51°C

En la tabla 13, se puede observar que el promedio semanal final de la temperatura del predio A con cielo raso sin techo verde fue un 25.51°C, en el distrito de Amarilis.

Tabla 14

Datos promedio semanal de la temperatura para cielo raso del predio B con techo verde en el distrito de Amarilis

Semana	Del 1 al 6 de setiembre	Del 7 al 13 de setiembre	Del 14 al 20 de setiembre	Del 21 al 27 de setiembre	Del 28 al 4 de octubre	Del 5 al 11 de octubre	Del 12 al 18 de octubre	Del 19 al 25 de octubre	Del 26 al 1 de noviembre	Del 2 al 8 de noviembre	Del 9 al 15 de noviembre	Promedio final (°C)
Promedio	24.35	24.10	23.22	23.48	22.03	22.48	22.48	22.30	22.53	22.95	23.05	22.99°C

En la tabla 14, se observa que el promedio semanal final de la temperatura del predio B con cielo raso con techo verde fue un 22.99°C, en el distrito de Amarilis.

Tabla 15

Variación del promedio semanal de la temperatura para cielo raso de los predios A y B en el distrito de Amarilis

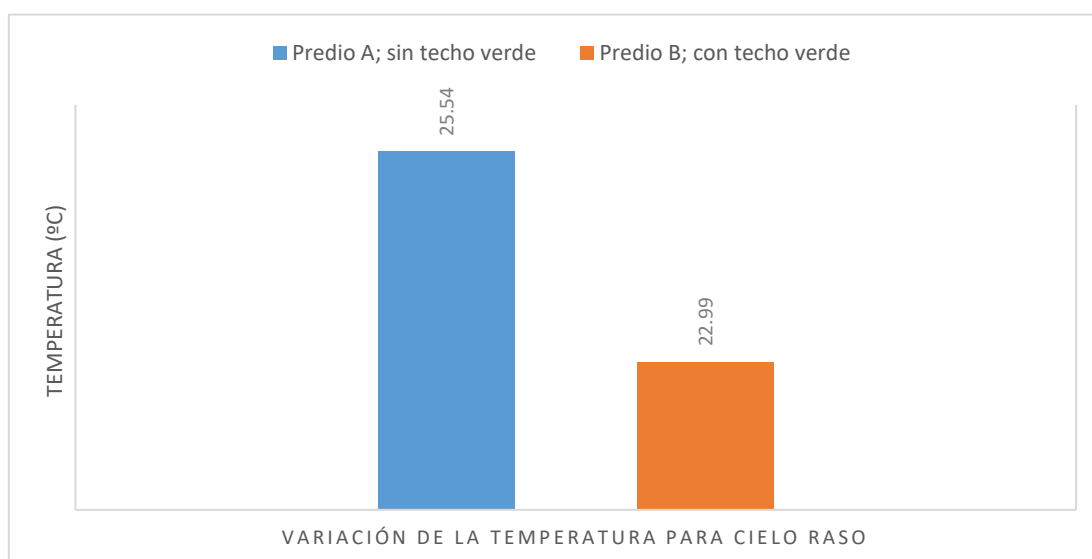
Semana	Del 1 al 6 de setiembre	Del 7 al 13 de setiembre	Del 14 al 20 de setiembre	Del 21 al 27 de setiembre	Del 28 al 4 de octubre	Del 5 al 11 de octubre	Del 12 al 18 de octubre	Del 19 al 25 de octubre	Del 26 al 1 de noviembre	Del 2 al 8 de noviembre	Del 9 al 15 de noviembre	Promedio final (°C)
Predio Predio A	25.48	25.45	25.25	25.53	25.5	26.03	25.63	25.25	25.18	25.85	25.45	25.51°C
Predio B	24.35	24.10	23.22	23.48	22.03	22.48	22.48	22.30	22.53	22.95	23.05	22.99°C

Descripción: Predio A; sin techo verde y Predio B; con techo verde.

En la tabla 15, se puede observar que el promedio semanal final de la temperatura en la azotea del predio A sin techo verde fue un 25.51°C y del predio B en la azotea con techo verde fue un 22.99°C, en el distrito de Amarilis.

Figura 11

Variación del promedio semanal de la temperatura para cielo raso de los predios A y B en el distrito de Amarilis



En la figura 11, se puede identificar que en la azotea del predio B con techo verde, la temperatura promedio semanal fue menor que el predio A sin techo verde, llegando a un 22.99°C.

Temperatura ambiente de los predios seleccionados

Tabla 16

Datos promedio diario de la temperatura ambiente del predio A sin techo verde en el distrito de Amarilis

Horas de muestreo	Del 1 al 6 de setiembre	Del 7 al 13 de setiembre	Del 14 al 20 de setiembre	Del 21 al 27 de setiembre	Del 28 al 4 de octubre	Del 5 al 11 de octubre	Del 12 al 18 de octubre	Del 19 al 25 de octubre	Del 26 al 1 de noviembre	Del 2 al 8 de noviembre	Del 9 al 15 de noviembre	Promedio final (°C)
07:30	15.2	14.8	15.1	15.3	14.8	15.2	14.8	15.2	14.8	14.8	15.1	15.01°C
11:30	24.6	24.9	24.5	25.4	24.8	25.1	24.9	24.8	24.6	24.8	25	24.85°C
14:30	25.1	25.8	25	25.8	24.8	25.8	26.2	26.4	26.2	26.8	26.4	25.85°C
17:30	24.8	25.1	24.8	25.3	24.5	25.2	25.9	26.1	26	26.5	26.2	25.50°C
Promedio por día	22.43	22.65	22.35	22.95	22.23	22.83	22.95	23.13	22.9	23.23	23.18	22.80°C

En la tabla 16, se puede observar que el promedio diario final de la temperatura ambiente del predio A sin techo verde fue un 22.80°C, en el distrito de Amarilis.

Tabla 17*Datos promedio de la temperatura ambiente del predio B con techo verde en el distrito de Amarilis*

Horas de muestreo	Del 1 al 6 de setiembre	Del 7 al 13 de setiembre	Del 14 al 20 de setiembre	Del 21 al 27 de setiembre	Del 28 al 4 de octubre	Del 5 al 11 de octubre	Del 12 al 18 de octubre	Del 19 al 25 de octubre	Del 26 al 1 de noviembre	Del 2 al 8 de noviembre	Del 9 al 15 de noviembre	Promedio final (°C)
07:30	15.2	14.8	15.1	15.3	14.8	15.2	14.8	15.2	14.8	14.8	15.1	15.00°C
11:30	23.6	23.9	23.5	24.4	23.8	24.1	23.9	23.8	23.6	23.8	24	23.85°C
14:30	25.1	25.8	24.5	24.8	24.5	24.8	25.2	25.4	25.2	25.8	25.4	25.13°C
17:30	24.5	24.15	24.45	24.3	23.5	24.2	24.9	24.1	24.5	24.5	24.2	24.3°C
Promedio por día	22.1	22.1625	21.8875	22.2	21.65	22.075	22.2	22.125	22.025	22.225	22.175	22.075

En la tabla 17, se puede observar que el promedio diario final de la temperatura ambiente del predio A sin techo verde fue un 22.71°C, en el distrito de Amarilis.

Tabla 18

Variación del promedio diario de la temperatura ambiente de los predios A y B en el distrito de Amarilis

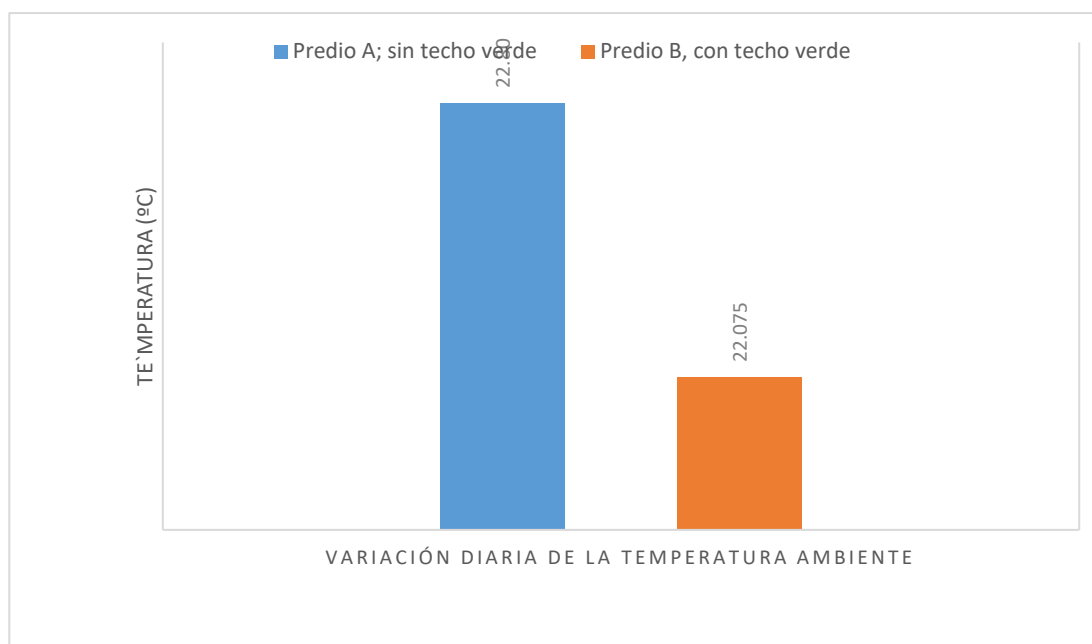
Semana	Del 1 al 6 de setiembre	Del 7 al 13 de setiembre	Del 14 al 20 de setiembre	Del 21 al 27 de setiembre	Del 28 al 4 de octubre	Del 5 al 11 de octubre	Del 12 al 18 de octubre	Del 19 al 25 de octubre	Del 26 al 1 de noviembre	Del 2 al 8 de noviembre	Del 9 al 15 de noviembre	Promedio final (°C)
Predio A	22.43	22.65	22.35	22.95	22.23	22.83	22.95	23.13	22.9	23.23	23.18	22.80°C
Predio B	22.1	22.1625	21.8875	22.2	21.65	22.075	22.2	22.125	22.025	22.225	22.175	22.075°C

Descripción: Predio A; sin techo verde y Predio B; con techo verde.

En la tabla 18, se puede observar que el promedio diario final de la temperatura en la azotea del predio A sin techo verde fue un 22.80°C y del predio B en la azotea con techo verde fue un 22.075°C, en el distrito de Amarilis.

Figura 12

Variación del promedio diario de la temperatura ambiente de los predios A y B en el distrito de Amarilis



En la figura 12, se puede identificar que en el predio B con techo verde, la temperatura ambiente promedio diario fue menor que el predio A sin techo verde, llegando a un 22.075°C.

Al finalizar el procesamiento de datos (cálculo de temperatura) realizados.

- En la columna (horas de muestreo) seleccionamos las horas donde vamos a recolectar los datos, con un intervalo 4 horas diarias, por un lapso de 10 min por día, de esta manera también esperamos a que el equipo se pueda calibrar con la temperatura.
- En nuestra columna de (temperatura ambiente), tomamos nota de las temperaturas percibidas en el ambiente, obtenidas de (SENAMHI, 2019)
- En nuestra columna de (temperatura de cielo raso) anotamos los datos que obtuvimos con ayuda del higrómetro 968H, en los interiores de los dos predios que seleccionamos para nuestro monitoreo.

- En la columna (temperatura de la azotea), añadimos los datos recopilados en la azotea de los dos predios en días diferentes seleccionados aleatoriamente.
- La columna de (promedio de la temperatura), nos sirve como promediado de los datos obtenidos en las diferentes horas que seleccionamos.

Tabla 19

Cálculo del promedio de temperatura al día del predio A sin techo verde en el distrito de Amarilis

Horas de muestreo	Temperatura ambiente	Temperatura cielo raso °C	Temperatura de la azotea °C	Promedio de la temperatura °C
07:30	15	18.2	15.2	16.13
11:30	24.8	28.2	29.7	27.57
14:30	24.5	29.5	30.5	28.17
17:30	24.1	28.1	29.8	27.33
Promedio del día				24.84°C

En la tabla 19, se describe la temperatura promedio del día en el predio A sin techo verde llegando a un 24.84°C, donde se identificó que, dentro del predio, las condiciones térmicas eran incómodas provocaba un cuadro de estrés (aburrimiento, sueño, mal genio) y estas condiciones conllevaba a un estado de inoperancia para los habitantes de dicho predio.

Tabla 20

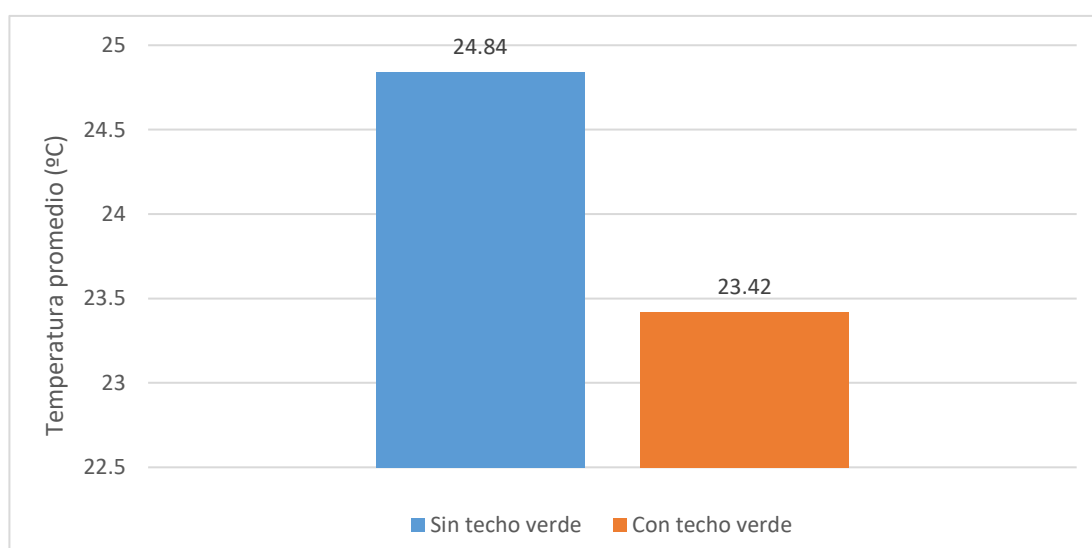
Cálculo del promedio de temperatura al día en el predio B con techo verde en el distrito de Amarilis

Horas de muestreo	Temperatura ambiente	Temperatura cielo raso °C	Temperatura de la azotea °C	Promedio de la temperatura °C
07:30	15	17	14	15
11:30	24.8	24.6	29.1	26.17
14:30	24.6	25.7	28.3	26.17
17:30	24.8	26.4	28.5	26.33
Promedio del día				23.42°C

En la tabla 20, se describe la temperatura promedio del día en el predio B con techo verde llegando a un 23.42°C, donde se identificó que, dentro de dicho predio, las condiciones térmicas mejoraron y con ello los habitantes cambiaron su calidad de vida con la reducción del estrés y mejoraron su estado de ánimo.

Figura 13

Variación del promedio de temperatura al día entre el predio B con techo verde y el predio A sin techo verde en el distrito de Amarilis



En la figura 13, se describe que el predio B con techo verde, tuvo como promedio al día un 23.42°C, llegando a ser una temperatura menor que el predio A sin techo verde.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Al implementar y acondicionar el modelo de techo verde se reduce el estrés térmico para los habitantes dentro del predio seleccionado del distrito de Amarilis 2020, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis del investigador.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al elaborar y acondicionar el modelo de techo verde para reducir el estrés térmico dio el resultado que se esperaba:

En el presente proyecto de investigación la temperatura promedio diaria del predio B con techo verde, redujo a 23.42°C de una temperatura de 24.84°C, recepcionando respuesta positiva por parte de los habitantes del predio, mencionando que cambiaron su estado de ánimo y minimizó el estrés, como sucedió en el resultado del proyecto de Osorio, (2015), donde la temperatura de la casa muestreada cambio gradualmente, llegando a apagar el aire acondicionado dándole una reducción de costos de energía eléctrica a los propietarios de dicha casa.

En el caso del proyecto de (Benavides, 2016), su resultado fue más notorio, ya que, con el modelo de techo verde detectó un efecto térmico refrescante en horas más calientes del día (temperatura máxima de 39°C), considerándolo una opción viable.

En el resultado de la tesis de Tobar, (2017), le fue beneficioso en el punto económico y financiero, puesto que, el costo de instalación de un techo verde es menor que la instalación de un sistema de aire acondicionado, siendo más rentable en el mantenimiento y ahorro de energía eléctrica. Coincidiendo con Osorio, (2015).

En el caso de la tesis de García, (2020), le resultó lo contrario, debido a que, él considera que la reducción de temperatura no fue tan significativa y concluye que, para tener un proceso más eficiente deben contemplar toda la vivienda y no seccionado, como en la presente tesis que fue contemplado todo el techo del predio y así se garantizó confort y se redujo el estrés térmico además se contribuyó con el medio ambiente.

CONCLUSIONES

Al ejecutar el proyecto de investigación y analizar los resultados, Se concluye que, el estrés térmico redujo la temperatura en el modelo de techo verde mediante plantas reptantes en el predio seleccionado (predio B) en el distrito de Amarilis 2019 – 2020.

Cuando se realizó el diagnóstico del estrés térmico en los predios seleccionados, se identificó que, las condiciones térmicas eran incómodas provocaba un cuadro de estrés (aburrimiento, sueño y mal genio) y estas condiciones conllevaba a un estado de inoperancia para los habitantes de dicho predio. Por lo que fue necesario elaborar y acondicionar el modelo de techo verde mediante la siembra de plantas que cumplan la función de crear una cobertura vegetal rápida y expansiva en el predio B, para ser comparado con la temperatura del predio A sin techo verde que tenía las características similares al predio B. Donde la variación de los resultados de temperaturas fue evidente.

Se identificó que, dentro del predio B en el distrito de Amarilis, donde se acondicionó el modelo de techo verde, las condiciones térmicas mejoraron y con ello los habitantes mejoraron su condición laboral con la reducción del estrés y cambiaron su estado de ánimo.

Se concluye que, acondicionar el modelo de techo verde mejorará la calidad de vida de los habitantes del predio, ya que se comprobó que la temperatura se reduce.

Se realizó una selección de semillas de diferentes plantas para comprobar la resistencia en este tipo de investigación, algunas con resultados negativos y otras que se adaptaron muy bien al sustrato que se implementó en dicha investigación. En esta selección llegamos a la conclusión para esta investigación fue de usar la (*Aptenia cordifolia*) comúnmente llamada cuna de bebe, esta planta nos brindó la resistencia y adaptabilidad al sustrato que usamos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda diagnosticar el techo del predio previa instalación del techo verde, debido a que la instalación varía por el material y pendiente del techo.
- Se recomienda usar materiales reutilizados, para minimizar los costos de implementación del techo verde.
- Se recomienda el uso del agua de lluvia en lugares donde el agua es escasa.
- Se recomienda evaluar la vegetación a usar en el techo verde, ya que, estos tienen que ser de la zona para poder adaptarse en la azotea donde se realizará la implementación.
- Se recomienda realizar un riego adecuado y un constante mantenimiento, para que la vegetación se adapte y se desarrolle adecuadamente para dicha función.
- Para valorar el rendimiento y/o beneficio en la implementación de los techos verdes, es necesario realizar un presupuesto.
- Es recomendable hacer un seguimiento constante o monitoreo de comportamiento a la vegetación, para evaluar su desarrollo adecuado.
- Es necesario tener en cuenta que las plantas enraizadas podrían acelerar el proceso de desarrollo del techo verde.
- Es necesario conocer que las plantas van a necesitar un tiempo de desarrollo y adaptación a las condiciones del techo y al propósito de uso.
- La elección de plantas está limitada por las condiciones de cultivo y las zonas geográficas (adaptabilidad).
- Mantenimiento, por tratarse de organismos vivos que necesitan ciertos cuidados adicionales a los riesgos de contaminación por enfermedades.

- Filtraciones, a pesar de este riesgo, los efectos pueden contrarrestarse con un buen diseño y construcción.
- Cuidados esenciales a las plantas sobre el ataque de plagas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benavides. (2016). *Modelo preliminar de techo verde en una zona árida: aspectos fisiológicos y microclimáticos*. Hermosilla - Sonora.
- Borja & Pacheco. (2018). *Respuesta del manejo en techo a la aplicación de los promotores de crecimiento vegetal Trichocastle y Basu en el cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum mill) en el Valle de Huánuco*. Yanahuanca.
- Brad. (23 de Junio de 2012). *La bioguía*. Obtenido de <http://www.labioguia.com/notas/techos-verdes-vivos>
- Bunge. (1971). *Tipos de investigación básica y aplicada*. .
- Campos. (2018). *Techo ecológico utilizando la especie lentejita (Pilea microphylla) para la mejora del confort térmico de una vivienda en Carabayllo, 2018*. Carabayllo.
- Dombi, et al. (2008). *Building Green*. Revista Engineering Sciences.
- El Parana Diario. (13 de Setiembre de 2016). *7 beneficios de las terrazas y techos verdes*. Obtenido de <https://www.elparana.com/7-beneficios-de-las-terrazas-y-techos-verdes/>
- García. (2020). *Implementación de un techo verde para la reducción de temperatura al interior de una vivienda en el municipio de Villavicencio, Meta*. Villavicencio - Colombia.
- Hartig, et al. (1991). *Restorative effects of natural environment experience*. Environment and Behavior.
- Hasan. (2013). *Investigation of Energy Efficient approaches for the energy performance improvement of commercial buildings*. Australia: Queensland University of.

- Hernández. (2014). *Tipos y niveles de investigación*. Perú: Disponible en <http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.pe/2012/12/tipos-y-niveles-deinvestigacion.html>.
- Inga. (2018). *Evaluación de la reducción del consumo de la energía eléctrica, mediante la implementación de un techo verde de tipo indirecto al interior de la I.E.P. Peruano – Alemán*. Huánuco.
- Osorio. (2015). *Instalación de sistema de techos verdes*. Guatemala.
- Qwistgaard. (2018). *Diseño e Implementación de un Modelo De Azotea Verde en un Hogar de la Urbanización Miraflores - Piura*. Piura.
- Rodríguez. (2017). *Propuesta de diseño de techo verde en azotea para vivienda en zona de expansión urbana en el Distrito de Nuevo Chimbote, 2017*. Nuevo Chimbote.
- Samangoeei. (2006). *Green spaces in the sky. What role do green roofs play in a Twenty-first century*. Oxford.
- SENAMHI. (2019). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de Portal de Transparencia:
<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=huanuco&p=condiciones-climaticas>
- TECPA consultoría ambiental. (27 de Abril de 2020). *TECPA*. Obtenido de Construcción sostenible: plantas en edificios:
<http://azoteasverdesporunmundomejor.blogspot.com/p/historia.html#:~:text=Los%20or%C3%ADgenes%20de%20los%20techos,construyer on%20alrededor%20de%20500%20aC.>
- Tobar. (2017). *Estudio de factibilidad e implementación de prototipos de techo verde*. Guatemala.
- Tobar. (2017). *Estudio de factibilidad e implementación de prototipos de techo verde*. Guatemala.

Zielinski, et al. (2012). *Techos verdes: ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta?* Colombia: Gestión y Ambiente, 15(1),91-104.[fecha de Consulta 22 de Marzo de 2021]. ISSN: 0124-177X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169424101008>.

Paginas:

<https://ceteau.com/es/products/geomembranas>

<https://definicion.de/drenaje/>

<http://www.caener.com/GEOMEMBRANA.htm>

<https://ceteau.com/es/products/geomembranas>

<https://www.geosai.com/productos/geomembranas-sonora/>

<http://eixoecologia.org/?q=gl/node/595>

<http://www.caener.com/GEOMEMBRANA.htm>

<https://www.geosai.com/productos/geomembranas-sonora>

www.andimat.es/conceptos-basicos-y-definiciones

<http://es.contenidos.climantica.org/>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Tanchiva Aquino, F. (2023). *Elaboración y acondicionamiento de un modelo de techo verde para reducir el estrés térmico, distrito de Amarilis 2019-2020* [Tesis pre grado, Universidad de Huánuco] Repositorio Institucional UDH .<http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1172-2019-CF-FI-UDH

Huánuco, 11 de Noviembre de 2019

Visto, el Oficio N° 819-2019-C-EAPIA-FI-UDH, del Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, referente a **Freddy Roland, TANCHIVA AQUINO**, del Programa Académico Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 529-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 3406-19, del Programa Académico de, Ingeniería Ambiental, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por **Freddy Roland, TANCHIVA AQUINO**, ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 819-2019-C-EAPIA-FI-UDH, del Coordinador Académico del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 11 de noviembre de 2019 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Único. - APROBAR, el Proyecto de Investigación y su ejecución Intitulado: "ELABORACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE UN MODELO DE JARDÍN VERTICAL Y TECHO VERDE CON PLANTAS DE LA FAMILIA LIANAS PARA REDUCIR EL ESTRÉS TÉRMICO EN EL DISTRITO DE AMARILIS, 2019-2020" presentado por **Freddy Roland, TANCHIVA AQUINO** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Johnny G. Jacha Rojas
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - EAPIA - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/JJR.

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 528-2019-D-FI-UDH

Huánuco, 03 de junio de 2019

Visto, el Oficio N° 375-2019-C-EAPIA-FI-UDH presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 1233-19, del estudiante **Freddy Roland, TANCHIVA AQUINO**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art. 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1233-19, presentado por el (la) estudiante **Freddy Roland, TANCHIVA AQUINO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone a la Mg. Bertha Lucila Campos Ríos, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27° y 28° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis del estudiante **Freddy Roland, TANCHIVA AQUINO**, a la Mg. Bertha Lucila Campos Ríos, Docente de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
[Signature]
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – EAPIA– Asesor – Mat. y Reg.Acad. – File Personal – Interesado – Archivo.
BCR/JPJR/nta.

ANEXO 3

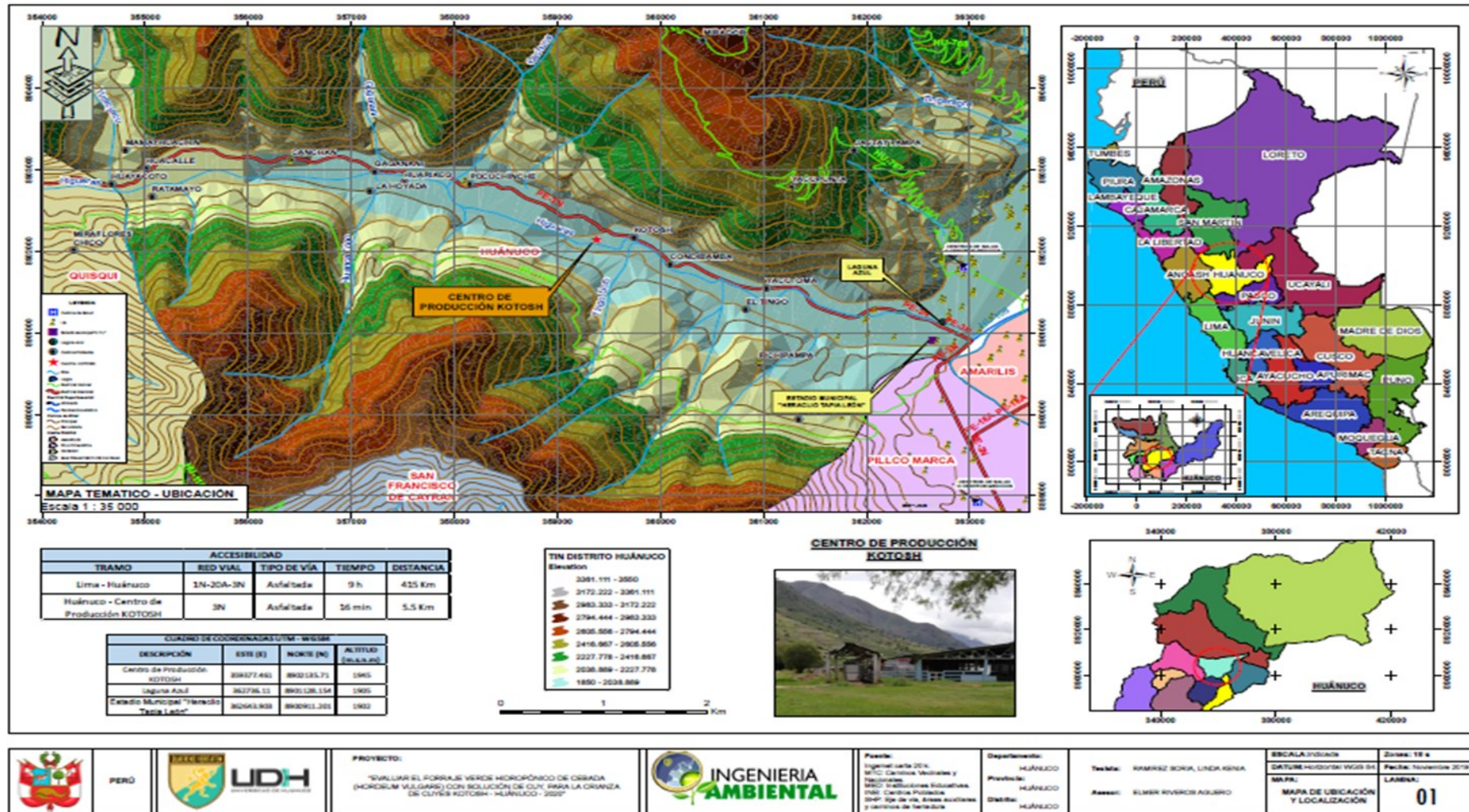
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “ACONDICIONAMIENTO DE UN MODELO DE TECHO VERDE PARA LA REDUCCIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO, DISTRITO DE AMARILIS, MEDIANTE LA SIEMBRA DE PLANTAS REPTANTES- 2019 – 2020

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACION Y MUESTRA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Tipo de investigación La investigación planteada fue de tipo aplicada, ya que se soluciona el problema. La investigación aplicada tiene como propósito dar solución a situaciones o problemas concretos e identificables, de acuerdo al estudio de la investigación. (Bunge, 1971)	Población
¿Cómo será la elaboración y acondicionamiento de un modelo de techo verde para la reducción del estrés térmico en el distrito de Amarilis, mediante la siembra de plantas reptantes- 2019 - 2020?	Elaborar y acondicionar un modelo de techo verde para la reducción del estrés térmico en el distrito de Amarilis, mediante la siembra de plantas reptantes- 2019 - 2020	Hi: Al elaborar y acondicionar un modelo de techo verde reducirá el estrés térmico en el distrito de Amarilis, mediante la siembra de plantas reptantes- 2019 – 2020. Ho: Al elaborar y acondicionar un modelo de techo verde no reducirá el estrés térmico en el distrito de Amarilis, mediante la siembra de plantas reptantes- 2019 – 2020.	Elaboración y acondicionamiento de un modelo de techo verde	Enfoque Esta investigación presenta de un enfoque cualitativo y cuantitativo longitudinal simple, debido a que se trata de unos análisis de recopilación de datos de campo, reducción de la temperatura, cantidad y tipo de cobertura vegetal se va a usar, tiempo de producción y beneficios de las coberturas vegetales, costos de proceso de implementación de los	Esta investigación no contempla número de personas que habitan en un predio, pero si contempla el número de macetas por m2 que se va a sembrar en el techo. Población: está conformada por dos viviendas que se ubican en el Barrio Amauta, ubicada en el distrito de amarilis. Área total: 80 m2
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente		Muestra
¿Cuál será el diagnóstico del estrés térmico, para elaborar y acondicionar un modelo de techo verde mediante la siembra de plantas reptantes en el distrito de Amarilis 2019 – 2020?	Realizar un diagnóstico del estrés térmico, para elaborar y acondicionar un modelo de techo verde mediante la siembra de plantas reptantes en el distrito de Amarilis 2019 – 2020	Hi1: El diagnóstico del estrés térmico permitirá elaborar y acondicionar un modelo de techo verde mediante la siembra de plantas reptantes en el distrito de Amarilis 2019 – 2020.	Reducción del estrés térmico.		Unidad de muestreo: Para este proyecto se usó el tipo aleatorio simple. Se usó el muestreo probabilístico, en esta técnica de muestreo, garantiza que cada

¿Cómo será el prototipo de techo verde mediante la siembra de plantas reptantes para la reducción del estrés térmico en el distrito de Amarilis - 2019 – 2020?	de Amarilis 2019 – 2020. Diseñar el prototipo de techo verde mediante la siembra de plantas reptantes para la reducción del estrés térmico en el distrito de Amarilis - 2019 – 2020.	Ho1: El diagnóstico del estrés térmico no permitirá elaborar y acondicionar un modelo de techo verde mediante la siembra de plantas reptantes en el distrito de Amarilis 2019 – 2020. Hi2: Se podrá diseñar el prototipo de techo verde mediante la siembra de plantas reptantes para la reducción del estrés térmico en el distrito de Amarilis - 2019 – 2020. Ho2: No se podrá diseñar el prototipo de techo verde mediante la siembra de plantas reptantes para la reducción del estrés térmico en el distrito de Amarilis - 2019 – 2020. Hi3: El estrés térmico reducirá al acondicionar un modelo de techo verde mediante la siembra de plantas reptantes en el distrito de Amarilis - 2019 – 2020. Ho3: El estrés térmico no reducirá al acondicionar un modelo de techo verde mediante la siembra de plantas reptantes en el distrito de Amarilis - 2019 – 2020.	techos verdes. (Hernández, 2014) Alcance o nivel Según (Hernández, 2014), el proyecto de investigación realizó una investigación de nivel explicativo, de acuerdo con la propuesta, partiendo de una perspectiva que relaciona medio ambiente y urbanismo. Diseño En este caso el diseño fue experimental, ya que, en las unidades experimentales, en un área y tiempo determinado en la cual se manipula la variable independiente y se mide el efecto de esta variable sobre las variables dependientes, de acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación reúne las características de un nivel de investigación experimental (Hernández, 2012).	individuo tenga las mismas oportunidades de ser seleccionado y esto se puede lograr si el investigador utiliza la aleatorización. Analizaremos 5 tipos de muestras según el tiempo de siembra y el tipo de plantas sembradas en nuestros jardines en m2 aleatorios puesto que estas zonas de muestreo se encuentran cubiertas con cobertura vegetal del tipo rastrera (cuna de bebe).
Muestras				
Predio				
Muestras				
A	Jr. Ambo Nº132	Sin techo verde		
B	Jr. Ambo Nº148	Con techo verde		

ANEXO 4 MAPA DE UBICACIÓN



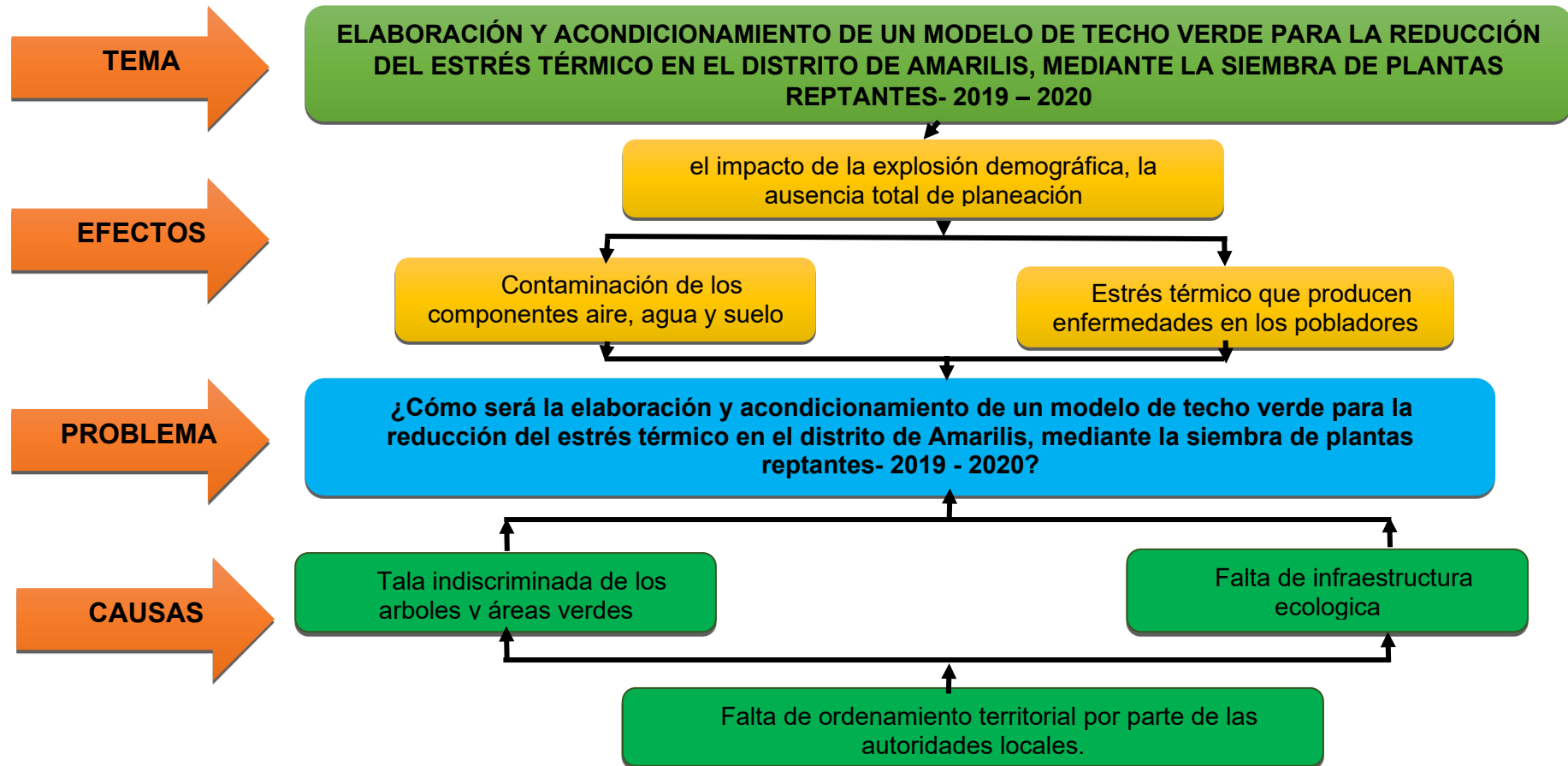
ANEXO 5

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS (REGISTRO DE LA TEMPERATURA SEMANAL)

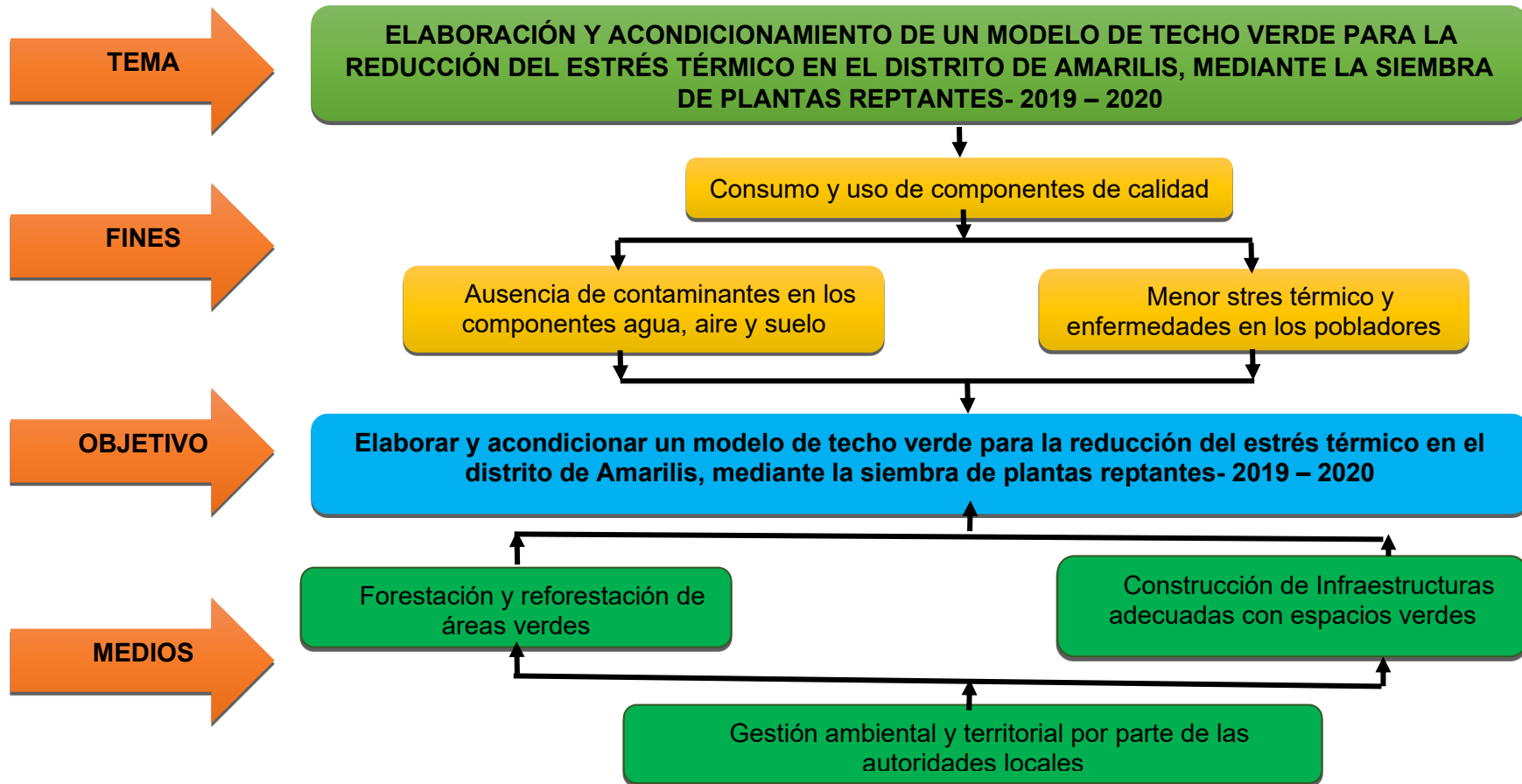
Vivienda sin techo verde y con techo verde								
Temperatura medida en °C (temperatura ambiente-cielo-raso-superficie de la azotea)								
SEMANAS	HORA	PREDIO A	Tº MINIMA	Tº MAXIMA	PREDIO B	Tº MINIMA	Tº MAXIMA	PROMEDIO DE LAS MEDICIONES
1	7:30 am							
	11:30 am							
	14:30 pm							
	17:30 pm							
n								

ANEXO 6

ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



ANEXO 7 ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 8

PANEL FOTOGRÁFICO



Área donde se ejecutó el proyecto



Germinación de las semillas



Acondicionando el techo verde en el predio



Midiendo la temperatura del predio



Midiendo la temperatura de la azotea del predio con techo verde



Proyecto ejecutado en el predio del distrito de Amarilis