



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
ARQUITECTURA

**Sistema de cubierta vegetal para el confort térmico del área de  
internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

Arquitecta

**AUTORAS:**

Figuroa Rivera, Dayan Nicolee (ORCID: 0000-0002-7301-3385)

Sánchez Alfaro, Katherine Viviana (ORCID: 0000-0001-6552-9958)

**ASESOR:**

Mg. Yanavilca Anticona, Omar Cristhian (ORCID: 0000-0002-8144-2518)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Arquitectura

TRUJILLO – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

*A Dios y a mis padres Christian y Aracely por estar conmigo en los momentos difíciles y concederme esta oportunidad.*

*A mis hermanos Ambar, Mateo y Sky por alegrarme día a día y alentarme a cumplir una de mis metas.*

**Dayan N. Figueroa Rivera**

*A mis padres, Mary Alfaro Medina y Marcos Sánchez Arones por su amor, por sus sacrificios y por su apoyo incondicional día a día que me motivan a salir adelante.*

*A mi hermano Marco y abuelos por sus consejos, por sus cuidados y su apoyo que me ayudaron a lograr mis objetivos.*

*A mi pequeño compañero Locki, por siempre estar a mi lado y brindarme su cariño y compañía durante toda esta etapa.*

**K. Viviana Sánchez**

## **Agradecimiento**

*A Dios, nuestros padres y hermanos por su amor, comprensión, por apoyarnos incondicionalmente en cada momento de esta etapa y motivarnos a cumplir nuestras metas.*

*A todos los docentes que nos apoyaron a lo largo de nuestra formación académica y especialmente a nuestro asesor de tesis, Mg. Omar Cristhian Yanavilca Anticona por transmitirnos todos sus conocimientos y alentarnos en este estudio.*

*A todos los profesionales que nos brindaron su tiempo, su confianza, sus conocimientos y facilidades de acceso a la instalación de salud para llevar a cabo esta investigación de la mejor manera.*

**Dayan Figueroa y K. Viviana Sánchez**

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2. Variables y operacionalización .....</b>	<b>16</b>
<b>3.3 Población, muestra y muestreo .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>15</b>
<b>3.5. Procedimientos .....</b>	<b>20</b>
<b>3.6. Método de análisis de datos.....</b>	<b>21</b>
<b>3.7. Aspectos éticos .....</b>	<b>22</b>
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS</b>	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
<b>Tabla 2:</b> Datos de temperatura exterior e interior de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la primera semana. ....	23
<b>Tabla 3:</b> Datos de temperatura exterior e interior de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la segunda semana.....	25
<b>Tabla 4:</b> Datos de humedad relativa de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la primera semana. ....	27
<b>Tabla 5:</b> Datos de humedad relativa de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la segunda semana. ....	29
<b>Tabla 6:</b> Criterios para elegir una cubierta vegetal extensiva o intensiva .....	31
<b>Tabla 7:</b> Componentes de los tres sistemas de cubiertas vegetales .....	34
<b>Tabla 8:</b> Criterios de mantenimiento de sistemas de cubiertas vegetales. ....	39

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Diferencia de temperatura exterior e interior de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la primera semana .....	24
<b>Figura 2:</b> Diferencia de temperatura interior de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la segunda semana .....	26
<b>Figura 3:</b> Diferencia de humedad relativa de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la primera semana .....	28
<b>Figura 4:</b> Diferencia de humedad relativa de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la segunda semana .....	30
<b>Figura 5:</b> Tipología de sistema de cubierta vegetal .....	32
<b>Figura 6:</b> Componentes básicos de un sistema de cubierta vegetal .....	33
<b>Figura 7:</b> Índice de transmitancia térmica según prototipo de los sistemas A, B y C. ....	35
<b>Figura 8:</b> Índice de resistencia y masa térmica de los materiales según prototipo de los sistemas A, B y C .....	36
<b>Figura 9:</b> Propiedades físicas de los materiales de los componentes .....	37
<b>Figura 10:</b> Tipo de tecnología de construcción.....	38

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo identificar cuál es el sistema de cubierta vegetal que se requiere para contribuir al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020. La metodología es cuasiexperimental y cuantitativa. Se realizó entrevistas, fichas de observación, fichas técnicas y fichas documentales tomando como muestra el centro de salud materno-infantil “El Bosque”. Los resultados obtenidos determinaron que el sistema de cubierta vegetal extensivo con una tecnología de construcción de tipo multicapa monolítica de altura de 16.2 cm y 15 cm de vegetación sobre una losa aligerada de 20 cm de espesor logra mejorar significativamente las condiciones de confort térmico mediante la regulación de las temperaturas entre un 1.1 – 2.7 °C y la humedad relativa entre 1.6-11% en el interior de los ambientes de hospitalización según la simulación energética obtenida del software Designbuilder v06. Finalmente se concluyó que en centros de salud, el sistema de cubierta vegetal contribuye con el confort térmico y es necesario considerarlo como una nueva estrategia en la arquitectura, para ofrecer una mayor condición de confort en los usuarios del área de hospitalización, además reduce el consumo energético por ser un sistema de climatización pasiva.

**Palabras clave:** Confort térmico, sistema de cubierta vegetal, centro de salud, sustentabilidad.

## **ABSTRACT**

The objective of this research project was to identify which is the system of green roof that is required to contribute to the thermal comfort of the internment rooms of an I-4 health center, Trujillo, 2020. The methodology is quasi-experimental and quantitative, for which the application of interviews, observation files, technical files and documentary files were made, taking the “El Bosque” maternal and child health center as a representative sample. The results of this research determined that the extensive vegetation cover system with multilayer monolithic construction technology with a height of 16.2 cm and 15 cm of vegetation on a 20 cm traditional lightened slab manages to regulate temperatures between 1.1 - 2.7 ° C and relative humidity between 1.6-11% according to the data obtained from the energy simulation developed in the Designbuilder v06 software. Finally, it was concluded that in health centers, the green roof system contributes to thermal comfort, therefore it is necessary to consider it as a new strategy in architecture, to offer a greater comfort condition in the users of the hospitalization area, it also reduces energy consumption for being a passive air conditioning system.

**Keywords:** Thermal comfort, green roof system, health center, sustainability.

## I. INTRODUCCIÓN

A través de los años, el avance de la urbanización ha ido generando la desaparición progresiva de la vegetación, y ello acaba teniendo una considerable repercusión en el calentamiento global. Según la ONU (2018) el 55% de la población mundial vive en áreas urbanas y este porcentaje seguirá creciendo, por lo que la OMS ha establecido que es necesario que cada ciudad tenga como mínimo 9 m<sup>2</sup> de área verde por habitante y la ONU recomienda tener al menos 16 m<sup>2</sup>/Hab (Sorensen M. , Barzetti, Keipi, & Williams, 1998) sin embargo, en la mayoría de ciudades no se cumple este índice poniendo en riesgo la salud y el confort del habitante por la exposición de este a la mala calidad de aire y los incrementos de temperatura.

En América Latina, según Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2017) el 80% de la población vive en ciudades por lo que el déficit de área verde se torna mucho más preocupante. A medida del incremento poblacional en las ciudades, se van realizando nuevos proyectos hospitalarios, generalmente de baja altura y mayor extensión; por lo que estos cuentan con grandes espacios inutilizados. La poca valoración de espacios en desuso como cubiertas y azoteas de las edificaciones, nos permiten ver el desperdicio de espacio que se tiene en ellas al no ser evaluadas correctamente sin la posibilidad de desarrollar tecnologías específicas para reducir el déficit de áreas verdes por lo que el efecto isla de calor es cada vez mayor.

En Perú, la situación es aún más crítica, este mantiene un índice promedio de 1.61 m<sup>2</sup>/área verde/hab y apenas 3 ciudades del país superan los 3 metros cuadrados (INEI, 2018). A pesar de los beneficiosos efectos de refrigeración de la vegetación en temporadas cálidas y la acumulación de calor en las temporadas frías, las actuaciones del hombre para aprovechar esta energía han sido muy limitadas pese a que durante el verano de 2018-2019 el país se vio afectados por las olas de calor nunca antes vistas, con temperaturas por encima de 33° C en Lima y 43°C en el Norte (OPS, 2019). Según el MINEM (2016) los hospitales generan un alto consumo de recursos energéticos para sistemas de climatización artificial, con un promedio del

40% a 60% del total, por lo que los hospitales tienen un efecto negativo sobre el medio ambiente.

En la Libertad, se mantiene un promedio de 2.1 m<sup>2</sup> de área verde por habitante (INEI, 2017), un tercio menos que Lima y casi cinco veces menos de lo recomendado por la OMS. A pesar de ello, al momento de diseñar no se utilizan criterios técnicos ni arquitectónicos por lo que muchas veces la orientación de la vegetación dentro de los centros de salud está en contradicción con la trayectoria solar y los vientos dominantes. Esto produce que no se integren de manera adecuada dentro de las edificaciones, debido a la inapropiada selección del tipo de planta o la ubicación, suponiendo así excesivas tareas de mantenimiento. En muchos casos estas terminan siendo removidas exponiendo al usuario a la mala calidad del aire y cambios bruscos de temperatura.

En Trujillo, la escasez de contacto con la naturaleza constituye un llamado de atención para la promoción de la salud, ya que la mayoría de los programas implementados no se proveen recursos ambientales e intervenciones que promuevan realzar el confort térmico entre los ocupantes de un área. “Los centros de salud se caracterizan además por ser sobrios, tétricos y de colores pálidos que generan temor en los pacientes al momento de ser hospitalizados; lo cual afecta directamente o indirectamente a la enfermedad.” (Uribe, 2016) El inadecuado confort térmico en las salas de internamiento, afecta en el rendimiento físico y mental de la persona produciendo irritación y agresividad. de igual manera este afecta en la salud ya que produce un aumento en la presión cardíaca, hipertermia e hipotermia, etc.

Desafortunadamente según el Ministerio de Economía y Finanzas (2020) El Ministerio de Salud, solo ha ejecutado el 41.2 % de su presupuesto en el año 2019 destinados a proyectos e infraestructura en centros de salud, por lo tanto peligran las estrategias de mejora de infraestructura de los equipamientos exponiendo al usuario a ambientes improvisados y en malas condiciones. Además, las edificaciones cuentan con enormes cubiertas de concreto que no tienen una adecuada protección contra la radiación solar

produciendo el sobrecalentamiento de las superficies y aumentando las temperaturas del edificio. Además, estos se ven afectados por la inadecuada orientación de las edificaciones generando un discomfort térmico a causa de que “enfrentamos costumbres ligadas a una escasa ventilación.” (OPS, s.f.) y según Valverde (2020) algunos hospitales, a lo mucho tienen aire acondicionado.

En los centros de salud, este tipo de circunstancias no solo afectan a los usuarios sino también al personal de salud que diariamente se enfrenta a estos problemas causando en ellos irritación y aspereza por el motivo de que en muchos lugares de trabajo las condiciones ambientales originan incomodidades o molestias que perjudica a su bienestar, a la realización de las actividades y al rendimiento laboral. Castro y Zavaleta (2014) manifiestan que la defensoría del pueblo en La Libertad se pronunció afirmando que se presentan continuas quejas de la población por el trato inadecuado de los médicos y enfermeras, asegurando que muchas veces hay una atención fría y descortés de los profesionales de salud.

La sensación térmica de los usuarios se ven afectadas también por problemas como la concentración de humedad que se genera a través del tiempo debido a la falta de mantenimiento y cuidado. Según especialistas los cambios de temperatura y la humedad agravan el estado del paciente al exponerse a ellos (Mendoza, 2017). Aurazo (2020) menciona que diversos profesionales del sector salud afirman que existen problemas internos ya que los ambientes son improvisados, debido a que los pacientes están hospitalizados en lugares que no tienen circulación de aire, ni temperaturas adecuada para su atención influyendo negativamente en el confort térmico de los pacientes.

La Formulación del problema del presente proyecto de investigación es: ¿Cuál es el sistema de cubierta vegetal que se requiere para el confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud I-4, Trujillo, 2020?

Como Hipótesis consideramos que: El sistema de cubierta vegetal que se requiere son los extensivos considerando su tipología, tecnología de

construcción y estrategias de control para contribuir al confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud I-4, Trujillo, 2020.

La Hipótesis Nula (Ho) es: El sistema de cubierta vegetal no contribuye al confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud, Trujillo, 2020.

La Justificación del presente proyecto de investigación se divide en cinco aspectos:

El primer aspecto es según su conveniencia la cual nace con la finalidad de promover el uso de sistemas de cubiertas vegetales en establecimientos de salud, ya que contribuyen con el confort térmico de los usuarios gracias a su capacidad de regular la temperatura en los ambientes, a la vez contribuye al ahorro energético generando un cambio sostenible y moderno en las edificaciones porque reduciría el uso de sistemas de climatización artificial. Conviene conocer y prever este tipo de sistema de climatización pasiva desde el inicio de un proyecto ya que permite mitigar los impactos ambientales, generando mayor sostenibilidad ambiental en nuestra ciudad.

El segundo aspecto es según su relevancia social, teniendo como prioridad el bienestar tanto del usuario como del personal, mismos que día a día son afectados por el cambio climático. Las cubiertas verdes son una opción viable como sistema de climatización pasiva debido a sus propiedades térmicas que contribuyen a mejorar las condiciones ambientales a la vez que permiten la integración del edificio a entornos naturales mejorando la calidad de vida de las personas. Se aumenta las superficies verdes en las edificaciones mediante la utilización del espacio que actualmente está desaprovechado proveyendo beneficios físicos y psicológicos no solo para el usuario sino para toda la comunidad.

El tercer aspecto es conforme a sus implicaciones prácticas, la cual pretende dar pronta respuesta a la problemática del confort térmico en las áreas de hospitalización del sector salud al recopilar información fundamental para el adecuado desarrollo de los sistemas de cubiertas vegetales y los efectos positivos de estos sobre los ambientes, además promover su uso tendrá repercusiones positivas en problemas como el discomfort térmico en

diferentes épocas del año, económicamente contribuye con ahorro energético en la climatización de edificaciones.

El cuarto aspecto es según su valor teórico debido a que se podrá conocer en mayor medida la relación entre el sistema de cubierta vegetal con el confort térmico en áreas de hospitalización, además la investigación servirá como marco referencial con el propósito de proporcionar información basada en los sistemas de cubiertas vegetales (tipología, componentes y tecnología) y el confort térmico contribuyendo a fortalecer otros estudios similares enfocado en establecimientos de salud mediante datos obtenidos en el proyecto de investigación, ideas, recomendaciones; será un documento de consulta que permitirá al investigador contrastar información para enriquecer su teoría.

El quinto aspecto es conforme a su utilidad metodológica ya que de acuerdo con los objetivos de estudio, sus resultados pretenden identificar cual es el sistema de cubierta vegetales que contribuyen con el confort térmico en el área de hospitalización, con tales resultados se tendrá la posibilidad de proponer el uso de sistemas de cubiertas vegetales en establecimientos de salud. Para lograr estos objetivos se acudirá el empleo de técnicas de investigación como las fichas técnicas, así los resultados de la investigación se apoyan en técnicas de investigación válidas en el medio.

El objetivo general de este proyecto de investigación es: Identificar cual es el sistema de cubierta vegetal que se requiere para contribuir al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.

Los objetivos específicos son los siguientes:

Determinar la tipología del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de Salud, Trujillo, 2020.

Determinar los componentes del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de Salud I-4, Trujillo, 2020.

Determinar las propiedades de los materiales del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de

salud I-4, Trujillo, 2020.

Identificar el tipo de tecnología de construcción del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.

Establecer los criterios de mantenimiento del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

**CABRERA (2017)**, tesis de pregrado de *“Implementación del sistema de cubierta vegetal y su ejecución especializada en recintos hospitalarios”* para obtener el título de Constructor Civil en la Universidad técnica Federico Santa María, Chile. El objetivo general fue el de demostrar mediante el sistema constructivo de cubiertas vegetales incorporado en recintos hospitalarios, la disminución de contaminantes atmosféricos y reducción de demanda energética asociada a climatización, aportando un valor agregado al entorno, clientes y usuarios. La presente investigación es explicativa y no experimental. Se concluye que es necesario incorporar nuevos sistemas constructivos como cubiertas vegetales en edificaciones hospitalarios en un 20-50% de la superficie total, sus beneficios son el aumento significativo de áreas de vegetación, regulación de la temperatura entre un 2-6 °C y la contribución al ahorro energético en equipos de climatización de 12,950 kWh por cada 10,000 m<sup>2</sup> de vegetación adicional; permitiendo una mejor recuperación, ambiente laboral y calidad de vida. Las principales especies a utilizar son las Sedum y Sempervivium debido a que su estructura permite el almacenamiento de agua en brotes y hojas, logrando adaptarse de mejor manera a lugares soleados. Se recomienda usar estos sistemas en áreas sociales, salas de espera, terrazas, administración, áreas de terapia y hospitalización general. No se deberán implementar cubiertas vegetales sobre áreas críticas del hospital (pabellones quirúrgicos, salas UCI, salas eléctricas, salas de comunicaciones, salas TIC y salas de control centralizado), en donde se podrá diseñar un paisajismo seco, pérgolas y/o especies vegetales en macetas.

**ÍÑIGO (2017) *La cubierta verde como mejora del comportamiento energético en Alicante***, tesis para obtener el grado en arquitectura técnica, Universidad de Alicante. El objetivo principal es identificar los sistemas vegetales en las cubiertas de los edificios analizando los beneficios que estos aportan en la mejora del comportamiento energético para regular la temperatura interior de los edificios. La metodología usada es mixta. Se concluyó que los beneficios que tienen el uso de las cubiertas vegetales sobre la edificación, es su capacidad de mitigar los flujos de calor que sobrepasan las cubiertas ya que son capaces de regular la temperatura interior de las edificaciones mediante la inercia térmica que producen sus componentes, además se determinó que la capa de aislamiento térmico de 3 cm de espesor más la capa de vegetación y sustrato, son capaces de conseguir una transmitancia térmica de la cubierta de 0.28 W/m<sup>2</sup>.K siendo esta muy favorecedora para el confort de los ambientes internos, también se mencionó que las cubiertas vegetales permiten que las edificaciones se refresquen por la noche y por el día no se pierda este fresco rápidamente logrando así la reducción de energía para climatizar los edificios.

**RODRIGUEZ (2017) *Propuesta de diseño de techo verde en azotea para vivienda en zona de expansión urbana en el distrito de Nuevo Chimbote, 2017***; tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad César Vallejo, Nuevo Chimbote. El objetivo principal fue elaborar una propuesta de diseño de techo verde en azotea para viviendas. La metodología empleada fue de tipo cuantitativa – no experimental. Después de evaluar los parámetros estructurales y arquitectónicos de la edificación se concluyó que el sistema de cubierta vegetal de tipo extensiva es la más adecuada para la estructura de una vivienda, ya que tiene una carga aceptable de 142.80 kgf/m<sup>2</sup>, permitiendo así una instalación sin causar daños en la cubierta, logrando mejorar la calidad de vida de las personas de Nuevo Chimbote gracias al impacto ambiental positivo que esta genera. Respecto al mantenimiento se consideró aspersores con el objetivo de que el riego abastezca a toda el área verde, además se colocó una capa geo – textil para que el agua drene por medio de una canaleta hasta llegar a un sumidero, evitando así que la sedimentación impida el paso del agua drenada.

**CAMPOS (2018) *Techo ecológico utilizando la especie Lentejita (Pilea microphylla) para la mejora del confort térmico de una vivienda en Carabaylo, 2018***, tesis para obtener el título de ingeniería ambiental, Universidad César Vallejo, Lima. El objetivo principal es mejorar el confort térmico mediante la implementación de un techo ecológico con la especie Lentejita (*Pilea microphylla*) en una vivienda en el distrito de Carabaylo. La metodología usada fue de nivel descriptivo - explicativo y su diseño experimental en la cual su población fue la urbanización El Progreso del distrito de Carabaylo y su muestra una vivienda de 220 m<sup>2</sup> en la que se midieron la temperatura y humedad relativa comparando dos habitaciones que tenían las mismas características a excepción de que una contaba con un techo ecológico a diferencia de la otra. Finalmente se concluyó que el confort térmico mejoró mediante la implementación del techo ecológico ya que la temperatura final se redujo unos 4,87° C y la humedad relativa disminuyó un 7,15% confirmando así que la especie Lentejita tiene propiedades físicas que ayuda a regularizar el confort térmico gracias a su capacidad de adaptarse rápidamente a las condiciones de donde se trasplantaron, asimismo se verificó que las propiedades físicas del sustrato contribuyen a mejorar el confort térmico por sus elementos que son la tierra fértil, compost y residuos orgánicos, como también se comprobó que la radiación solar que es absorbida por el techo ecológico colabora a la mejora del confort térmico.

**SOLANO (2019) “Proceso de mantenimiento y cuidado de las cubiertas verdes en edificaciones de la ciudad de Bogotá”**, tesis para optar el título de Tecnólogo en Construcciones Arquitectónicas, Universidad La Gran Colombia. Uno de los objetivos específicos es establecer protocolos de mantenimiento que no permitan el deterioro de la cubierta. La metodología utilizada es descriptiva - analítica con diseño de tipo cualitativo. Se concluyó que las cubiertas de tipo intensiva son las que exigen una mayor inversión en mantenimiento, además se mencionó que la frecuencia de mantenimiento depende del tipo de cubierta vegetal y las necesidades que estas requieran, estableciendo así que lo ideal es cada mes o tres meses, también se concluyó que para el mantenimiento son fundamentales las actividades de deshierbe,

poda, control fitosanitario, desmelazado, limpieza, conservación de diseño, fertilización y mantenimiento de los sistemas de riego, acotando que las actividades para el control de plagas y maleza dependen de la especie vegetal y las condiciones ambientales, asimismo se determinó que todas estas actividades se realizan por personal capacitado y especializado.

**PORTILLA (2019) “Aplicación de Sistemas bioclimáticos pasivos en base a las necesidades de confort termo lumínico del paciente en habitaciones de hospitalización y área de terapias en el diseño de un Hospital Oncológico, Pucallpa, 2018”**, tesis para optar el título profesional de Arquitecto, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Uno de los objetivos específicos es identificar las necesidades de confort térmico y lumínico de un paciente oncológico. La metodología utilizada en la siguiente investigación es de transversal correlacional con diseño tipo cuantitativo, no experimental. Se concluyó que en las necesidades de confort térmico de un paciente de oncología en Pucallpa se necesita una temperatura interior de entre 23.2- 28.2 °C según los resultados de las encuestas, con una temperatura neutra de 25.7 °C; así mismo, se requiere una velocidad de aire de 0.25 a 0.5 m/s. Además, el porcentaje ideal de humedad relativa es de entre 30- 70% para brindar confort térmico. Para las propiedades térmicas de los materiales de las envolventes, se recomienda proponer soluciones tomando en cuenta la capacidad de aislamiento térmico. Los rangos necesarios para transmitancia térmica son de menor a 2.20 w/m<sup>2</sup>k.

**VILCA (2019) “Análisis arquitectónico de las cualidades curativas de un hospital en función a necesidades de salud de Sánchez Carrión – La libertad”**, tesis para obtener el título de arquitectura, Universidad Cesar Vallejo, Trujillo. El objetivo principal es elaborar una propuesta arquitectónica utilizando las cualidades y efectos confortables de color, vegetación y las actividades ocupacionales sobre los pacientes, trabajadores y visitantes del centro hospitalario. La metodología usada es descriptiva, no experimental como técnicas metodológicas se realizaron análisis de documentos y entrevistas. Por último, se concluyó que la vegetación es una cualidad excelente para mejorar la estancia de los pacientes a ayudar aliviar sus diferentes problemas de salud ya que causan efectos confortables como

confianza, ambiente refrescante, absorbe elimina sustancias tóxicas del aire, descansa y oxigena la mente, refresca las vías respiratorias, alivia depresiones, relaja el sistema nervioso; también se recomendó usar plantas como la menta en las jardineras de pacientes hospitalizados, disponer de flores como lavanda y helecho en los jardines de las salas de espera, utilizar dalia y retama amarilla en las salas de recuperación de emergencia, en los ingresos ambulatorio y de emergencia usar rosas, dalias y la retama amarilla y en los alrededores del edificio emplear árboles como el eucalipto, el sauce, el olivo y la acacia.

Osorio (2015) menciona que actualmente en el mercado encontramos una gran diversidad de techos verdes han venido surgiendo, estos varían en sus dimensiones, materiales, procedimientos de instalación, tipo de especies vegetales, entre otros. Sin embargo, existen dos grandes grupos en los que se clasifican los techos verdes: los intensivos y los extensivos. Además, según la tecnología utilizada, se determinan 5 tipos de sistemas de techos verdes: sistemas tipo multicapa monolíticas, multicapa elevados, receptáculo, monocapa y aeropónicos. El sistema tipo multicapa monolítica es el tipo con mayor trascendencia, el cual consiste en apoyar directamente sobre la cubierta impermeabilizada, diferentes capas de componentes especializados de forma horizontal, lo cual permite tener un sistema que actúa como una unidad sobre la cubierta. (Nieto et al. , 2011)

Babak (2015) asegura que para elegir el tipo de sistema de cubierta vegetal Intensivo o Extensivo según el propósito del proyecto de la cubierta vegetal, es importante conocer los siguientes aspectos: el mantenimiento, Irrigación, especie vegetal, el peso y su costo. (Ver Anexo N° 02). Por otro lado Barmore (2015) menciona que para diseñar una cubierta intensiva o extensiva se debe considerar la carga estructural (peso de la cubierta vegetal) para evitar daños en la edificación. Además Vegetal ID (s.f.) afirma que se debe tener en consideración los factores como: el tipo de clima, el tipo de vegetación que será implantado, la pendiente de la cubierta, accesibilidad a sistema de riego y la ubicación del techo.

Por otra parte Ahmet (2017) manifiesta que la cubierta vegetal depende de seis componentes claves, los cuales son la capa superior plantada, el sustrato de crecimiento, la capa de filtro, la capa de drenaje, la capa de protección, la barrera antiraíz, además menciona que existen componentes adicionales que dependen de las condiciones climáticas como los sistemas de riego. (Ver Anexo N °03)

El espesor del sustrato es una de las características que determina la capacidad del aislamiento térmico de una cubierta vegetal, a mayor espesor mejor será su comportamiento (Castleton 2010). La cubierta vegetal de tipo extensiva aumenta el comportamiento térmico de la cubierta sobre todo si se aplica un espesor de 25 cm de sustrato, ya que proporciona una resistencia térmica que mitiga el intercambio de temperatura entre el interior y exterior de la edificación. (Íñigo, 2017)

Bauder (2017) Manifiesta que uno de los principales factores a considerar es la impermeabilización de las cubierta vegetal, ésta debe ser robusta y de alta calidad ya que actúa como una barrera de raíz que previene el paso del agua de lluvia y del riego. Escoger la vegetación que se usará en la capa vegetal definirá el nivel de aislamiento térmico de la edificación, la vegetación de follaje largo o de crecimiento en sentido horizontal generan un mejor aislamiento térmico en la edificación ya que su función esencial es la de generar sombra; a diferencia de las plantas de hojas perenne, que en un espesor de sustrato limitado y al estar expuestas a los productos químicos en el aire, no son completamente resistentes (Landscape Development 2018) Además su mantenimiento básico como el riego, el desmalezado y el cuidado de las plantas, depende del tipo de especie vegetal, el clima regional y el tipo de cubierta Intensivo y Extensivo (Green Grid Roof, 2017)

Cabrera (2017) asegura que es necesario incorporar cubiertas vegetales a la infraestructura hospitalaria ya que estos sistemas tienen resultados altamente favorables como aislante térmico bajo altas temperaturas, convirtiéndose en una solución pasiva al edificio aumentando significativamente áreas de vegetación y la disminución de consumo energético por climatización del edificio. Otro efecto positivo que causa este

sistema de cubierta vegetal en los recintos hospitalarios es que influye psicológicamente en el paciente y trabajadores. El uso de vegetación en los espacios del sector salud contribuye con la mejora del estado psíquico de sus usuarios generando bienestar. (Rojas, 2018)

Según el método Fanger (1970), estableció 6 factores y parámetros básicos que intervienen directamente en el bienestar térmico: Temperatura del aire ( $T_a$ ), Temperatura media radiante ( $T_{mr}$ ), Humedad relativa (HR), Velocidad del aire ( $V$ ), el índice de arropamiento y el factor de actividad metabólica. Según Blender (2015), el rango de confort en lugares con actividad física baja como en hospitales, se extiende de alrededor de  $20^{\circ}\text{C}$  en invierno, y alrededor de  $24^{\circ}\text{C}$  en verano. Esto concuerda según lo establecido por la UNE - La Asociación Española de Normalización (2015) en la norma 100713 en equipamientos hospitalarios, indicando el rango de valores requeridos siendo: verano, temperatura operativa entre un rango de  $23-25^{\circ}\text{C}$ ; en el caso de invierno se establece un temperatura operativa de  $21-23^{\circ}\text{C}$ .

Según CAREL (2013) el confort personal en hospitales requiere una humedad relativa entre 40 y 60% ideal y entre 30 y 70% aceptable. Los niveles de humedad más altos causan una sensación de incomodidad, mientras que los más bajos la humedad provoca sequedad e inflamación de mucosas y grietas piel. Este recurso se considera como estrategia de refrigeración del aire al aumentar el porcentaje, pero también tomando en cuenta que su exceso generará un efecto negativo para el bienestar de la persona.

Una temperatura ambiental que genere insatisfacción a sus ocupantes puede compensarse, dentro ciertos rangos, mediante ajustes de uno o más de los otros factores ambientales. En general, según Cheung, T.; Schiavon, S.; Parkinson, T.; Li, P.; Brager, G. (2019) en interiores se recomienda que los movimientos del aire sea entre 0,1 a 0,3 m/s. Teniendo en cuenta la temperatura, más alta la temperatura, menor es el efecto refrigerante. (Perini y Magliocco, 2014). Es deseable que el valor no difiera mucho de la temperatura del aire.

Ahsan (2017) menciona que las envolventes son uno de los componentes con mayor área e incidencia en el control térmico dentro de las habitaciones de paciente hospitalizados. Los tipos de factores determinantes del diseño para las eco-envolventes arquitectónicas son tres: la tecnología utilizada, la materialidad, y el por último los factores medioambientales. Por ende, es importante la correcta selección del tipo de materiales de acuerdo a las condiciones climáticas y ambientales (Mahmoudkelaye, Taghizade, Pourvaziri y Asadian, 2018), estas decisiones requieren del estudio del lugar y las propiedades termo- físicas de los materiales. Asimismo, según ASOCRETO (2020) las edificaciones de gran inercia térmica tienen variaciones de temperatura más estables permitiendo que el edificio permanezca más tiempo en la zona de confort lo que contribuye al ahorro energético por las propiedades de los materiales de construcción.

De acuerdo con Kumar, Gireendra y Raheja (2016) la piel extra para envoltura de una sola capa siempre ofrece una mejora térmica de aislamiento, que puede reducir la demanda de refrigeración en verano y demanda de calefacción en invierno. Además, según Iwaro y Mwashu (2013) mencionan que se requiere el desarrollo de un método de evaluación integral y multidimensional para el desempeño sostenible de la envolvente del edificio que pueda tener en cuenta todos los conceptos y valores de desarrollo sostenible, como la eficiencia energética, el impacto ambiental, la eficiencia económica, la eficiencia de los materiales, el impacto social y los criterios de eficiencia de la regulación.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación:

De acuerdo al fin que persigue la investigación es **aplicada**, pues depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica y se enriquece con ellos, pero se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. (Sampieri, R. H., 2017) Es por esto que este proyecto de investigación es de tipo aplicada ya que busca identificar, con ayuda de información previa, el sistema de cubierta vegetal que contribuyen con el confort térmico en las áreas de internamiento para posteriormente aplicarlas en establecimientos de salud.

##### 3.1.2. Diseño de investigación:

Diseño **experimental**: El diseño de investigación es **cuasi-experimental** y es un estudio empírico de intervención utilizado para estimar el impacto causal de una intervención en la población objetivo sin asignación aleatoria. (Sampieri, R. H., 2017) En este proceso se usará la variable independiente “Sistema de cubierta vegetal” como también la variable dependiente “Confort térmico”; refiriéndose a lo siguiente:

- Se tomará en cuenta el grupo de control el cual se utilizará para las comprobaciones simultáneas con el grupo experimental.
- Se aplicará la variable independiente (Sistema de cubierta vegetal) directamente al grupo experimental.
- Se realizará la medición de la variable dependiente (Confort térmico) hacia el grupo experimental y el grupo control.

El enfoque de investigación es cuantitativo. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación cuantitativa considera que el conocimiento debe ser objetivo, y que

este se genera a partir de un proceso deductivo en el que, a través de la medición numérica y el análisis estadístico inferencial, se prueban hipótesis previamente formuladas.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Definición conceptual**

##### **Variable Independiente: Sistema de cubierta vegetal**

Los sistemas de cubiertas vegetales son áreas vegetales que se colocan sobre las cubiertas de las edificaciones mediante un sistema específico según su tipología y tecnología de construcción. Significan una estrategia de control térmico divulgada y adaptada en diversas soluciones constructivas. (Giobellina et al. , 2017)

##### **Variable Dependiente: Confort térmico**

El confort térmico es la sensación neutra de la persona con respecto al ambiente físico existente. Este depende de varios parámetros ambientales como la temperatura, humedad, el movimiento del aire. (Guillén, B., 2016)

#### **Definición operacional**

##### **Variable Independiente: Sistema de cubierta vegetal**

El sistema de cubierta vegetal cuenta con tres elementos que son: tipología, tecnología de construcción y estrategias de control; los cuales permitirán medir la variable, utilizando fichas técnicas.

##### **Variable Dependiente: Confort térmico**

El confort térmico se mide mediante la valoración de 3 dimensiones: los parámetros ambientales, el usuario, y las características físicas del ambiente. Para su medición se utilizarán fichas técnicas y fichas de observación.

#### **Indicadores**

##### **Variable Independiente: Sistema de cubierta vegetal**

Los indicadores según sus dimensiones y subdimensiones:

Tipología: Según el medio de crecimiento

Tecnología de construcción: a) Componentes: tipo de capa vegetal, profundidad del sustrato, capa filtrante, espesor de capa drenante, capa anti raíces, aislante térmico, membrana impermeable, formación de pendiente. b) Propiedades de materiales: peso total del sistema de cubierta vegetal, aislamiento térmico de materiales, tipo de sistemas. c) Parámetros tecnológicos: orientación en función a la inclinación del sistema de cubierta.

Estrategia de control: a) Mantenimiento: frecuencia de irrigación, tecnología de sistema de regadío.

### **Variable Dependiente: Confort térmico**

Los indicadores según sus dimensiones y subdimensiones:

Parámetros ambientales: a) Temperatura: temperatura del aire, temperatura interior. b) Humedad: Humedad relativa. c) Viento: velocidad del viento, dirección del viento.

Usuario: Aforo y intensidad de actividad física.

Características físicas del ambiente: a) Morfología: área de los ambientes, altura de piso. b) Envolvente: material de elementos constructivos, espesor de cubierta, área de cubierta, resistencia de sobrecarga de la cubierta, transmitancia térmica de envolvente. C) Mobiliario: Tipo de mobiliario, material de mobiliario, cantidad de mobiliario.

### **Escala de medición**

#### **Variable Independiente: Sistema de cubierta vegetal**

Se usarán las siguientes escalas de medición según los indicadores correspondientes: escala nominal y escala de razón.

**Variable Dependiente: Confort térmico** Se usarán las siguientes escalas de medición según los indicadores

correspondientes: escala ordinal, escala nominal, escala de intervalo y escala de razón.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población;** son los centros de salud I-4 de Trujillo por lo que para la elección de la muestra representativa se seleccionó un centro de salud I-4 que reuniera condiciones de adaptabilidad de techos verdes.

**Muestra;** para esta investigación se determinó como muestra representativa el Centro de Salud Materno Infantil “El Bosque” de Trujillo. tomando en cuenta una sala del área de internamiento, la cual es ideal para la evaluación de los sistemas de cubiertas vegetales y el confort térmico.

**Muestreo;** es No probabilístico - Por juicio. La muestra se selecciona a base del conocimiento y juicio del investigador a través de su criterio profesional.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se elaboraron los siguientes instrumentos metodológicos, según las variables de estudio correspondientes:

**Tabla 1**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

VARIABLE	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<b>Sistema de cubierta vegetal</b>	<b>Análisis documental</b>	<b>Ficha técnica</b> En esta ficha técnica se compilará información procedente de los antecedentes y teorías relacionadas al proyecto de investigación, según las dimensiones de la variable independiente como: la tipología, los componentes, las propiedades de materiales, los parámetros tecnológicos y el mantenimiento.
	<b>Entrevista semi estructurada</b>	<b>Guía de entrevista</b> Este documento contiene preguntas dirigido a especialista del tema donde se recolectará información sobre aspectos y criterios a analizar requeridos para la tipología, los

		componentes, las propiedades de materiales, los parámetros tecnológicos y el mantenimiento.
<b>Confort térmico</b>	<b>Observación sistemática</b>	<b>Fichas de observación</b> Formato en el cual se registrarán datos, observados del Centro de Salud Materno Infantil “El Bosque”, como el aforo del ambiente, la temperatura interior, la humedad relativa, la dirección del viento, las dimensiones, material de la envolvente y el tipo, material y cantidad del mobiliario de la sala de internamiento.
	<b>Análisis Documental</b>	<b>Ficha documental</b> En esta ficha se registrará información sobre el clima y para identificar las condiciones de confort térmico requeridas para la ciudad de Trujillo.
	<b>Análisis de simulación</b>	<b>Fichas de análisis de simulación</b> Documento en el que se detallan los resultados sobre la simulación en el software Design Builder v 0 6.1. para identificar las condiciones ambientales en cuanto a temperatura y humedad mediante la manipulación de la variable de sistemas de cubiertas vegetales y evaluar su contribución al confort térmico.

Para la validación de los instrumentos de recolección de datos se realizará por el juicio de expertos, siendo de gran importancia en el aspecto metodológico, puesto que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones garantizando la validez del instrumento. En esta investigación, los instrumentos fueron validados por tres (3) expertos del tema. Además, es necesario conocer el grado de acuerdo entre ellos, por lo que se propuso el Coeficiente de concordancia V de Aiken para conocer el grado de asociación en el programa SPSS 22.0.

Según los resultados obtenidos contemplados en el Anexo *Tabla N°03. Validación mediante Juicio de expertos - Coef. V de Aiken*, se obtuvo lo siguiente: Para el Instrumento N°01 un coef. de 1.00 considerada como “Muy bueno”, para el instrumento N°02 un coef. de 0.88 considerado como “Muy bueno”, para el instrumento N°03 un coef. de 0.92 considerado como “Muy bueno”, para el Instrumento N°04 un coef. de 0.92 considerado como “Muy bueno” y para el instrumento N°05 un coef. de 0.88 considerado como “Muy bueno”. Por lo tanto, se rechaza H0 y se concluye que existe concordancia entre los valores.

### **3.5. Procedimientos**

Sistema de Cubierta vegetal: Como primer paso se recopilará información, especialmente técnica, procedente de los antecedentes y teorías relacionadas con el tema, además de una Entrevista semi estructura dirigida a 3 profesionales expertos del tema. Después, se completará una ficha técnica para obtener datos técnicos sobre tres (3) prototipos de sistemas de cubiertas vegetales siguiendo los criterios obtenidos anteriormente, para posteriormente emplearla en el desarrollo de la simulación en el software “Design Builder 6.1”.

Confort térmico: Como segundo paso se realizará visitas al Centro de Salud para observar las características físicas y las condiciones ambientales actuales del establecimiento tomando como referencia una sala de internamiento, esta información se registrará en una ficha de observación y servirá para el levantamiento en 3d y el llenado de datos que requiere el software “DesignBuilder 6.1” para la simulación experimental.

Es una investigación in situ que, según Sampieri, R. H. (2017), esta se realiza en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio; por lo que se requiere una muestra mínima de 10 k. Además, el SENAMHI (2019) registró temperaturas anuales en Trujillo durante los meses de agosto, septiembre y octubre son de un promedio mínimo de 13.9 °C a 14.1 °C y máximo de 20.4 °C a 20.8 °C, siendo las temperaturas son constantes durante estos meses, por lo que para el desarrollo de la presente investigación según el criterio de las investigadoras se estableció que se registrarán los datos de temperatura y humedad relativa en el establecimiento mediante un Termohigrómetro digital HTC-2 durante 2 semanas , 14 días. Estas medidas se recolectarán durante 3 turnos al día: en la mañana a las 7:00 am, siendo una hora después de amanecer la hora más fría del día, en la tarde a las 2 pm, debido a que sobre esta hora se genera mayor radiación solar y en la noche a las 8:00 pm siendo la hora promedio donde empieza el horario nocturno. La ubicación del Termohigrómetro digital HTC-2 se debe ubicar a una altura de 1.1 m, debido a que el usuario generalmente se encuentra sentado o acostado, además de colorar lejos de cualquier obstáculo que desvirtúe la medida.

Posteriormente se contrasta la información para obtener los rangos de temperatura y humedad actuales y los requeridos para obtener el confort térmico en el interior del área de internamiento. Además, se realizará una ficha documental en la cual se compilará datos meteorológicos exteriores de la ciudad de Trujillo como el clima y la dirección del viento debido a que son factores necesarios para la simulación.

Por último, se realizará la simulación con ayuda de los datos obtenidos previamente. Se realizará la simulación realizada en el objeto de estudio que es una sala de internamiento del Centro de Salud Materno Infantil “El Bosque”. Este procedimiento se realizará para comparar los resultados en base a los niveles de confort térmico de los 3 prototipos de sistemas de cubiertas vegetales propuestos y se evaluará la temperatura y la humedad relativa obtenidas respectivamente de manera simultánea, a fin de saber cuál es el tipo de sistema de cubierta vegetal que contribuye con el confort térmico de un centro de salud tipo I-4.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Los datos obtenidos de la temperatura y humedad en las fichas de observación y simulación se ingresarán, se organizarán y se analizarán en el programa Microsoft Excel 2016 tomando en cuenta los siguientes datos:

Grupo 1 (control): Datos de temperatura y humedad del ambiente sin cubierta vegetal.

Grupo 2 (experimental): Datos de temperatura y humedad del ambiente con Sistema A.

Grupo 3 (experimental): Datos de temperatura y humedad del ambiente con Sistema B.

Grupo 4 (experimental): Datos de temperatura y humedad del ambiente con Sistema C.

Los resultados obtenidos se compararán con los obtenidos en otros estudios para sacar conclusiones que permitan dar recomendaciones.

### **3.7. Aspectos éticos**

Se coordinó y se alcanzó el consentimiento informado de los encargados del Centro de Salud Materno Infantil El Bosque, se solicitó la autorización respectiva para recolectar datos importantes en el establecimiento, después de recibir información acerca del proyecto de investigación, su propósito, su metodología y el uso que se hará con los resultados. El compromiso de las investigadoras al ejecutar y presentar los resultados de la investigación de forma honesta, garantizando el bienestar de los involucrados.

#### IV. RESULTADOS

**OBJETIVO GENERAL:** Identificar cuál es el sistema de cubierta vegetal que se requiere para contribuir al confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud I-4, Trujillo, 2020.

**Tabla 2**

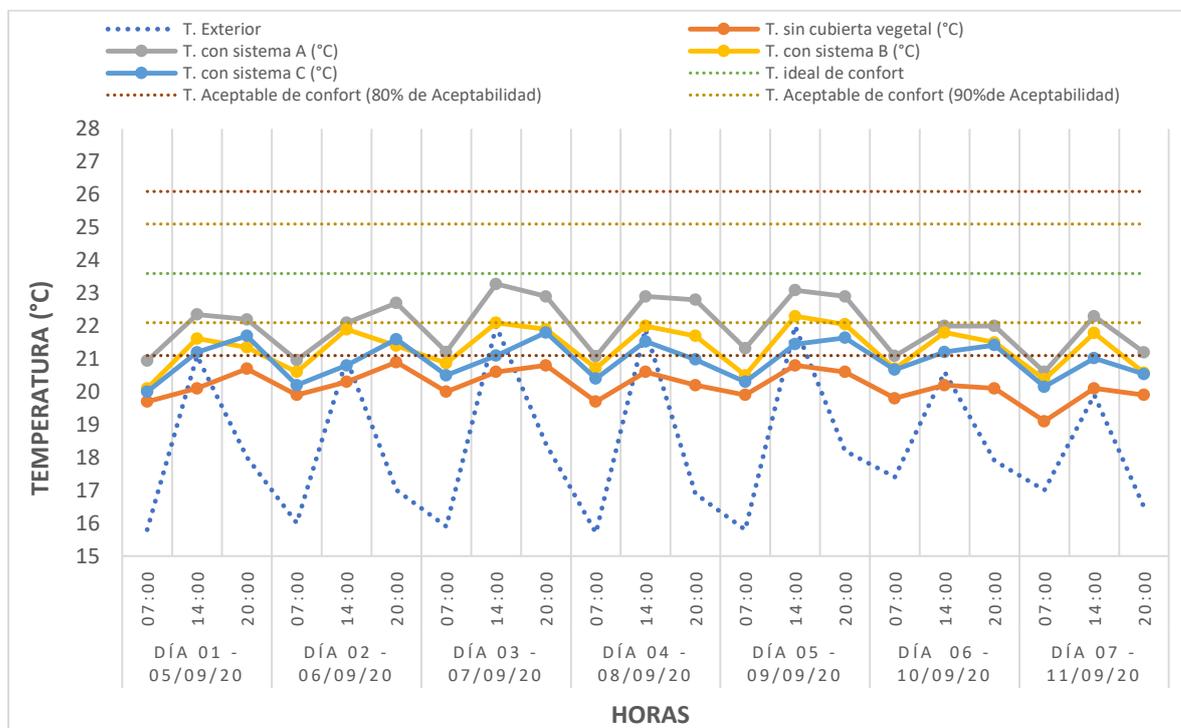
*Datos de temperatura exterior e interior de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la primera semana del 05/09/20 al 11/09/20.*

DÍA	HORA	T. Exterior (°C)	T. sin cubierta vegetal (°C)	T. con sistema A (°C)	T. con sistema B (°C)	T. con sistema C (°C)
DÍA 01 05/09/20	07:00	15.8	19.7	20.9	20.1	20.0
	14:00	21.1	20.1	22.4	21.6	21.2
	20:00	18.0	20.7	22.2	21.4	21.7
DÍA 02 06/09/20	07:00	16.0	19.9	21.0	20.6	20.2
	14:00	21.0	20.3	22.1	21.9	20.8
	20:00	17.0	20.9	22.7	21.4	21.6
DÍA 03 07/09/20	07:00	15.9	20.0	21.2	20.9	20.5
	14:00	22.0	20.6	23.3	22.1	21.1
	20:00	18.4	20.8	22.9	21.9	21.8
DÍA 04 08/09/20	07:00	15.7	19.7	21.1	20.7	20.4
	14:00	21.9	20.6	22.9	22.0	21.5
	20:00	16.9	20.2	22.8	21.7	21.0
DÍA 05 09/09/20	07:00	15.8	19.9	21.3	20.5	20.3
	14:00	22.0	20.8	23.1	22.3	21.5
	20:00	18.2	20.6	22.9	22.1	21.6
DÍA 06 10/09/20	07:00	17.4	19.8	21.1	20.7	20.7
	14:00	20.6	20.2	22.0	21.8	21.2
	20:00	17.9	20.1	22.0	21.5	21.4
DÍA 07 11/09/20	07:00	17.0	19.1	20.6	20.4	20.2
	14:00	19.9	20.1	22.3	21.8	21.0
	20:00	16.5	19.9	21.2	20.6	20.5

**Fuente:** Datos recolectados de Designbuilder v06

**Figura 1**

*Diferencia de temperatura exterior e interior de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la primera semana del 05/09/20 al 11/09/20.*



**Fuente:** Tabla 1.

**Interpretación:**

En la Figura 1 se evidencia un aumento de calor en el interior implementando los sistemas A, B y C, en otras palabras, hace más calor en los interiores que fuera de él durante los 3 turnos, contribuyendo positivamente para la temporada de invierno. También se observa que a las 7:00 hrs es en el que menos ganancia de calor interior se registra durante el día por la ausencia de una fuente de calor como los rayos solares. Además, nos muestra que la temperatura más baja registrada en el interior sin cubierta vegetal fue de 19.7 °C encontrándose por debajo del rango de confort térmico. Por lo que incluyendo el sistema A, se aprecia un aumento de 1.3 °C con una temperatura resultante de 21.1 °C el cual sí se encuentra dentro del rango de confort aceptable debido que el grosor del sustrato y su capa de aislamiento térmico permite que las ganancias solares absorbidas durante el día se

acumulen en el interior por mayor tiempo aumentando entre 1.1 – 2.7 °C. A diferencia del B que se mantiene en 20.7 °C, debido a que no presenta capa de aislamiento térmico logrando aumentar solo entre 0.4 – 1.7 °C y el C con 20.4 °C aumentando entre 0.3 – 1.3 C°, debido a que presenta un sustrato de menor, estos dos aún se mantienen aún dentro del rango de discomfort térmico pesar del incremento de temperatura.

**Tabla 3**

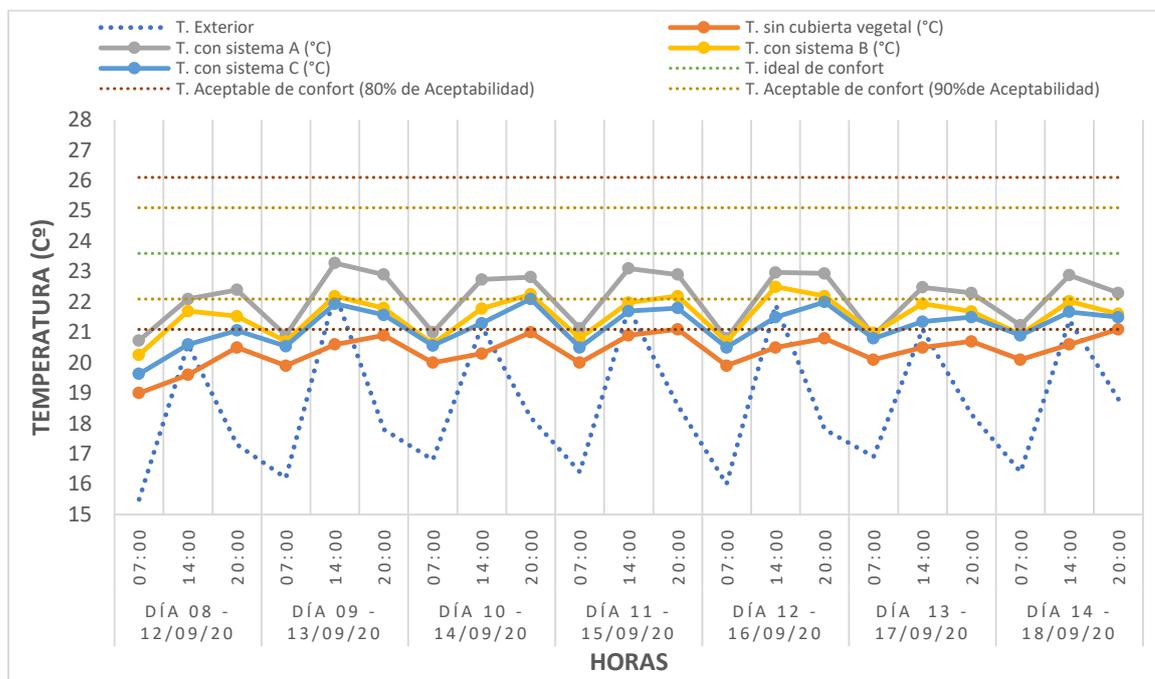
*Datos de temperatura exterior e interior de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la segunda semana del 12/09/20 al 18/09/20.*

DÍA	HORA	T. Exterior (°C)	T. sin cubierta vegetal (°C)	T. con sistema A (°C)	T. con sistema B (°C)	T. con sistema C (°C)
DÍA 08 12/09/20	07:00	15.5	19.0	20.7	20.3	19.6
	14:00	20.6	19.6	22.1	21.7	20.6
	20:00	17.3	20.5	22.4	21.5	21.1
DÍA 09 13/09/20	07:00	16.2	19.9	20.9	20.7	20.5
	14:00	22.3	20.6	23.3	22.2	21.9
	20:00	17.8	20.9	22.9	21.8	21.6
DÍA 10 14/09/20	07:00	16.8	20.0	21.0	20.6	20.6
	14:00	21.2	20.3	22.7	21.8	21.3
	20:00	18.2	21.0	22.8	22.3	22.1
DÍA 11 15/09/20	07:00	16.4	20.0	21.1	20.8	20.5
	14:00	21.8	20.9	23.1	22.0	21.7
	20:00	18.6	21.1	22.9	22.2	21.8
DÍA 12 16/09/20	07:00	16	19.9	20.8	20.7	20.5
	14:00	21.9	20.5	23.0	22.5	21.5
	20:00	17.8	20.8	22.9	22.2	22.0
DÍA 13 17/09/20	07:00	16.9	20.1	20.9	21.0	20.8
	14:00	21.1	20.5	22.5	21.9	21.4
	20:00	18.3	20.7	22.3	21.7	21.5
DÍA 14 18/09/20	07:00	16.4	20.1	21.2	20.9	20.9
	14:00	21.4	20.6	22.9	22.0	21.7
	20:00	18.8	21.1	22.3	21.6	21.5

**Fuente:** Datos recolectados de Designbuilder v06

**Figura 2**

*Diferencia de temperatura interior de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la segunda semana del 12/09/20 al 18/09/20.*



**Fuente:** Tabla 2.

**Interpretación:**

La Figura 2 se observa un comportamiento similar al gráfico anterior, con aumentos de temperaturas en el sistema A de 0.8 – 3.0 °C, 0.5 – 2.1 °C en el sistema B y 0.4 – 1.2 en el sistema C. También se evidenció durante esta semana que las temperaturas exteriores empezaron a aumentar levemente por lo que la temperatura máxima registrada en el exterior fue de 22.3 °C a las 14:00 hrs, teniendo 20.6 °C en el interior de la sala de internamiento sin cubierta vegetal, encontrándose debajo del rango de confort térmico. Por el contrario, con el sistema A se apreció una temperatura interior de 23.1 °C con un aumento de 2.5 °C, en el sistema B de 22.2 °C con un aumento de 1.6 °C y con el sistema C de 21.8 °C con un aumento de 1.2 °C, manteniéndose los 3 sistemas dentro del rango de confort térmico aceptable al 80%, pero con el sistema A se logra llegar al rango de confort aceptable al 90% siendo el que más se acerca a la temperatura de confort ideal debido a su capacidad de

almacenamiento de calor durante las temporadas frías. Este fenómeno se observa además en el turno de la noche a las 20:00 hrs, en el que el calor se mantiene en el interior por un periodo de tiempo más largo teniendo temperatura más alta en la noche entre 22.3 – 22.9 °C para el sistema A, 21.5 – 22.3 °C para el B y 22.1 – 22.1 para el C; aumentando entre 0.5 – 2.1 °C en relación al ambiente sin cubierta vegetal.

**Tabla 4**

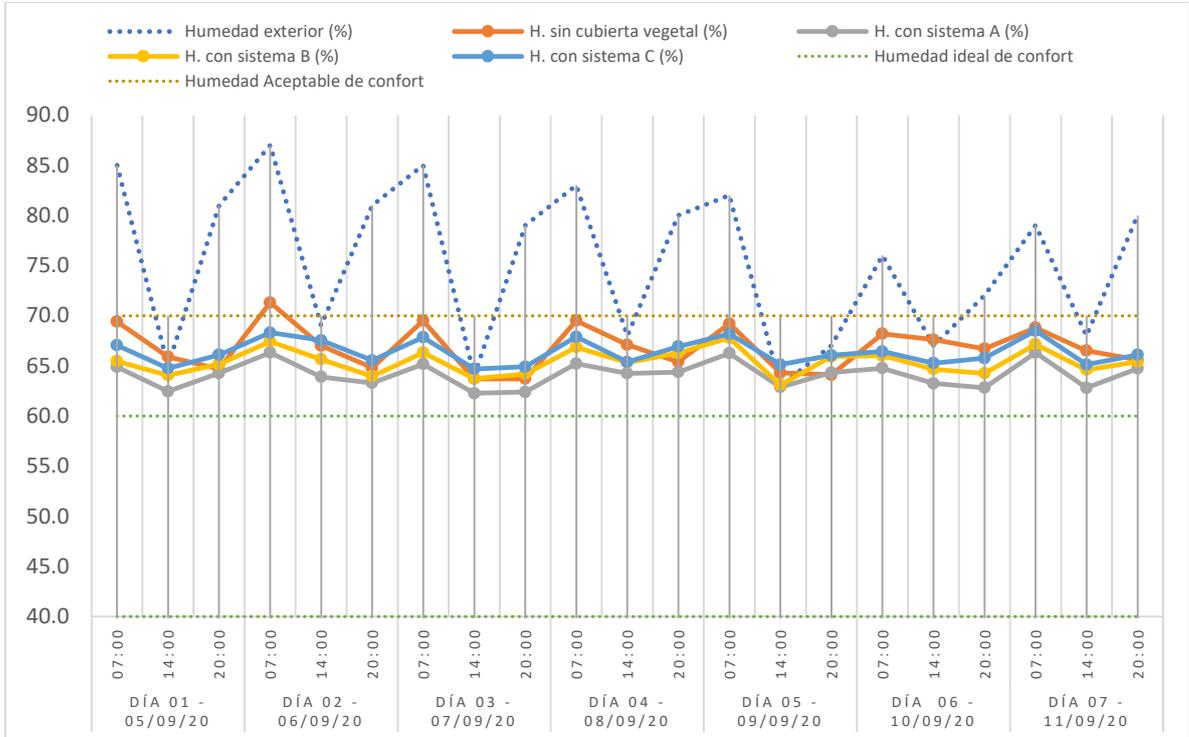
*Datos de humedad relativa de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la primera semana del 05/09/20 al 11/09/20.*

DÍA	HORA	Humedad exterior (%)	H. sin cubierta vegetal (%)	H. con sistema A (%)	H. con sistema B (%)	H. con sistema C (%)
DÍA 01 05/09/20	07:00	85.0	69.4	64.9	65.5	67.1
	14:00	65.0	65.9	62.5	64.1	64.8
	20:00	81.0	64.7	64.3	65.2	66.1
DÍA 02 06/09/20	07:00	87.0	71.3	66.3	67.4	68.3
	14:00	69.0	67.0	63.9	65.7	67.5
	20:00	81.0	64.8	63.3	64.0	65.5
DÍA 03 07/09/20	07:00	85.0	69.5	65.2	66.3	67.8
	14:00	64.0	63.7	62.3	63.7	64.7
	20:00	79.0	63.7	62.4	64.2	64.9
DÍA 04 08/09/20	07:00	83.0	69.5	65.2	66.9	67.9
	14:00	68.0	67.1	64.3	65.3	65.4
	20:00	80.0	65.4	64.4	66.3	66.9
DÍA 05 09/09/20	07:00	82.0	69.2	66.3	67.8	68.2
	14:00	63.0	64.3	62.9	63.1	65.1
	20:00	67.0	64.1	64.3	65.9	66.1
DÍA 06 10/09/20	07:00	76.0	68.2	64.8	66.0	66.4
	14:00	67.0	67.6	63.2	64.7	65.3
	20:00	72.0	66.7	62.8	64.2	65.8
DÍA 07 11/09/20	07:00	79.0	68.8	66.3	67.2	68.5
	14:00	68.0	66.5	62.8	64.6	65.1
	20:00	80.0	65.6	64.7	65.4	66.1

**Fuente:** Datos recolectados de Designbuilder v06

**Figura 3**

*Diferencia de humedad relativa de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la primera semana del 05/09/20 al 11/09/20.*



**Fuente:** Tabla 3

**Interpretación:**

En la Figura 3 se observa una humedad relativa máxima de 71.3% a las 7:00 hrs y mínima de 63.7 C° a las 20:00 hrs en la habitación de internamiento sin cubierta vegetal en la temporada de invierno, los cuáles solo en el turno de la mañana supera el rango de confort térmico. Por otro lado, incluyendo el sistema A, se registra una humedad relativa máxima de 66.3% a las 14:00 hrs y una mínima de 62.4% a las 20:00 hrs; por lo que se logra apreciar que se dio una reducción entre 1.6-11% con respecto al ambiente sin cubierta vegetal, manteniéndose constante en los 3 turnos contribuyendo al confort térmico debido a su capa vegetal que condensa la humedad exterior y la capa de aislamiento térmico que evita que ingrese el exceso de humedad del exterior al interior. Por otro lado, en el sistema B se dieron aumentos entre 1.9% como máximo y reducciones de 1 – 4.5%, en el sistema C se dieron aumentos de 0.9% como máximo y reducciones de 0.7 – 5.1%, con respecto

a la habitación sin cubierta vegetal, aun así, los 3 sistema se mantienen dentro del rango de confort aceptable durante los 3 turnos estudiados.

**Tabla 5**

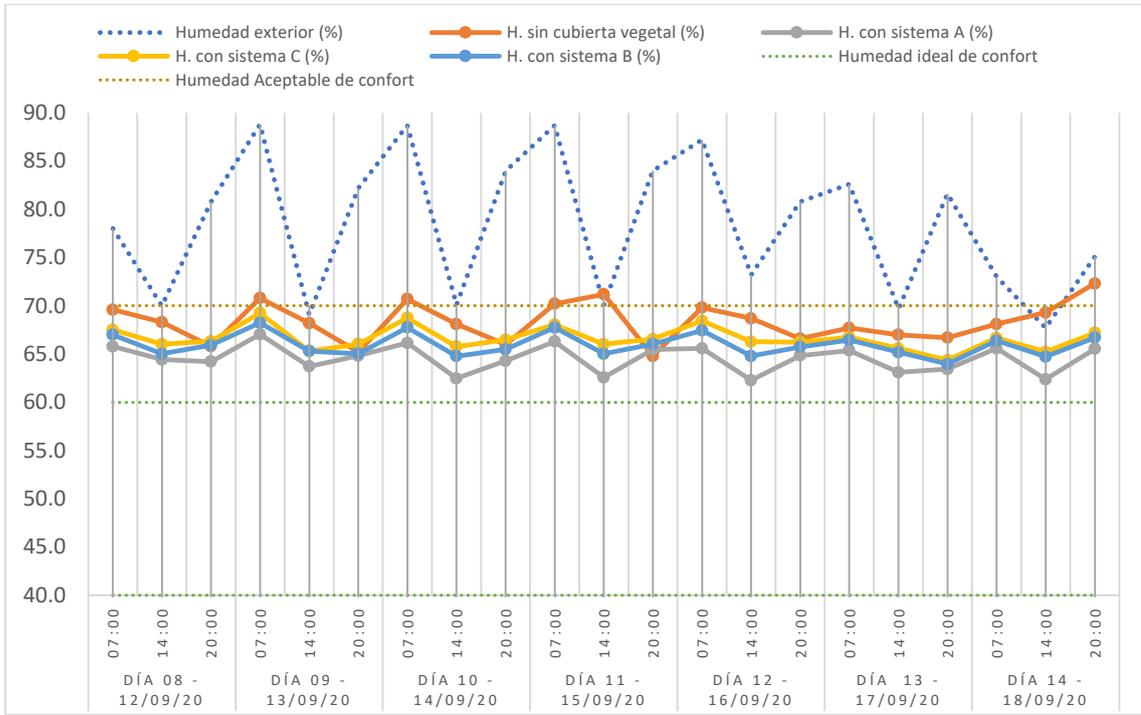
*Datos de humedad relativa de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la segunda semana del 12/09/20 al 18/09/20.*

DÍA	HORA	Humedad exterior (%)	H. sin cubierta vegetal (%)	H. con sistema A (%)	H. con sistema B (%)	H. con sistema C (%)
DÍA 08 12/09/20	07:00	78.0	69.6	65.8	67.0	67.5
	14:00	70.0	68.3	64.4	65.0	66.0
	20:00	80.8	65.8	64.2	65.9	66.3
DÍA 09 13/09/20	07:00	88.8	70.8	67.0	68.2	69.2
	14:00	69.1	68.2	63.7	65.3	65.3
	20:00	82.2	65.2	64.8	65.0	66.0
DÍA 10 14/09/20	07:00	88.7	70.7	66.2	67.8	68.8
	14:00	70.1	68.1	62.5	64.8	65.8
	20:00	84.0	66.0	64.3	65.5	66.5
DÍA 11 15/09/20	07:00	88.7	70.2	66.3	67.7	68.0
	14:00	70.1	71.2	62.6	65.0	66.0
	20:00	84.0	64.8	65.5	66.0	66.5
DÍA 12 16/09/20	07:00	87.2	69.8	65.6	67.4	68.4
	14:00	73.2	68.7	62.3	64.8	66.3
	20:00	80.8	66.6	64.9	65.7	66.2
DÍA 13 17/09/20	07:00	82.6	67.7	65.4	66.5	66.8
	14:00	69.7	67.0	63.1	65.2	65.6
	20:00	81.6	66.7	63.4	64.0	64.4
DÍA 14 18/09/20	07:00	73.0	68.1	65.6	66.4	66.7
	14:00	67.7	69.3	62.4	64.7	65.2
	20:00	75.1	72.3	65.5	66.7	67.2

**Fuente:** Datos recolectados de Designbuilder v06

**Figura 4**

*Diferencia de humedad relativa de habitación de internamiento con techo sin cubierta vegetal, con sistema A, sistema B y sistema C durante la segunda semana del 12/09/20 al 18/09/20.*



**Fuente:** Tabla 4

**Interpretación:**

La Figura 4 se observa un comportamiento similar al gráfico anterior, en el cual se genera mayor humedad a las 7:00 hrs, superando los límites de confort de 70% en la sala de internamiento sin cubierta vegetal. Se observa además que en la sala sin cubierta vegetal hay menos humedad en la noche, y aplicando los sistemas de cubiertas vegetales A, B y C hay menos humedad en la tarde, debido a es la hora más cálida de los 3 turnos. En el turno de la tarde se puede apreciar que hay mayor diferencia de humedad relativa de los 3 sistemas con respecto al ambiente sin cubierta vegetal, con reducciones entre 3.9-8.6% con el sistema A, 1.8-6.2% con el sistema B y 1-5.6% con el sistema C. A pesar que los sistemas de cubiertas vegetales condensan el exceso de humedad del exterior, estos aún se mantienen elevados, pero dentro del rango aceptable, es decir por debajo de los 70% de humedad.

**OBJETIVO ESPECÍFICO N° 01: Determinar la Tipología del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.**

Para lograr determinar la tipología del sistema de cubierta vegetal previamente, mediante entrevistas, se recopiló información brindada por especialistas sobre los criterios que se toman en cuenta para elegir la tipología. (Ver Anexo N° 08).

**Tabla 6**

*Criterios para elegir una cubierta vegetal extensiva o intensiva*

<b>Criterios</b>						
<b>Tipología</b>	<b>Espesor del Sistema</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Accesibilidad</b>	<b>Rentabilidad</b>	<b>Peso</b>	<b>Especie Vegetal</b>
<i>Sistema Intensivo</i>	<i>20 cm – 1 m</i>	<i>Alto</i>	<i>Fácil acceso</i>	<i>Menor rentabilidad</i>	<i>160kg/m<sup>2</sup> - 700kg/m<sup>2</sup></i>	<i>Arbustos, Árboles pequeños,</i>
<i>Sistema Extensivo</i>	<i>10 cm – 20 cm</i>	<i>Bajo</i>	<i>Acceso restringido</i>	<i>Mayor rentabilidad</i>	<i>60kg/m<sup>2</sup> - 150kg/m<sup>2</sup></i>	<i>Sedums, Herbáceas, cubresuelos</i>

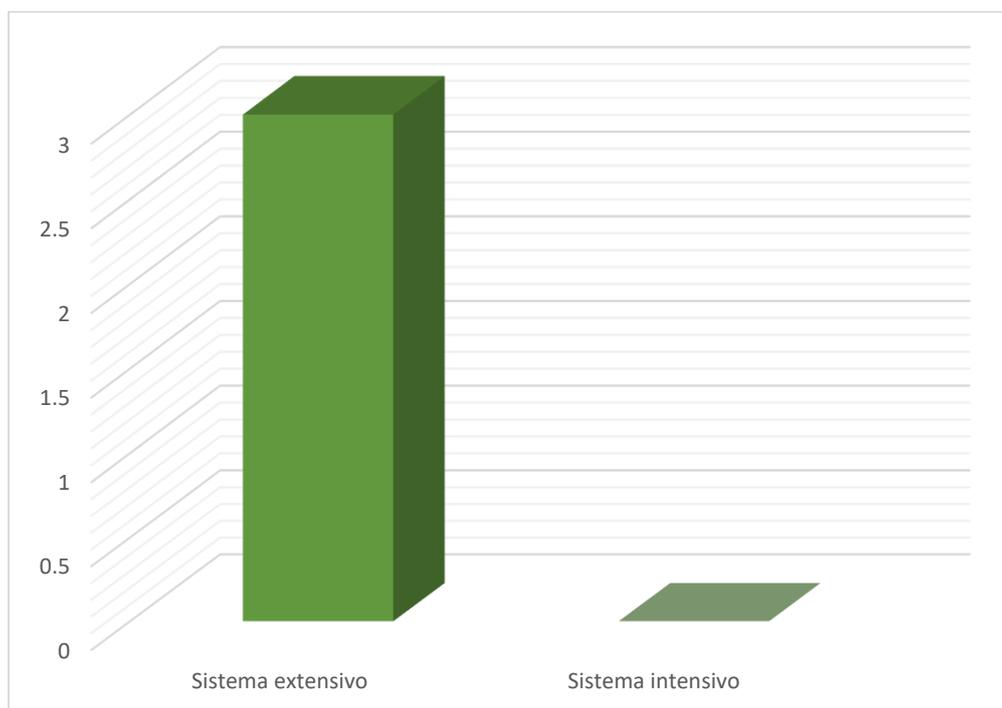
**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:**

Los criterios que se toman en cuenta para elegir un tipo de cubierta vegetal, son principalmente el espesor del sistema y el mantenimiento, así como también se menciona la accesibilidad, la rentabilidad, las especies vegetales y el peso. Esto coincide con los mencionado por Osorio (2015) en el que los grupos de techos verdes existentes tienen componentes similares que varían en sus dimensiones, materiales, tipo de vegetación, entre otros.

## Figura 5

*Tipología de sistema de cubierta vegetal*



**Fuente:** Elaboración propia

### **Interpretación:**

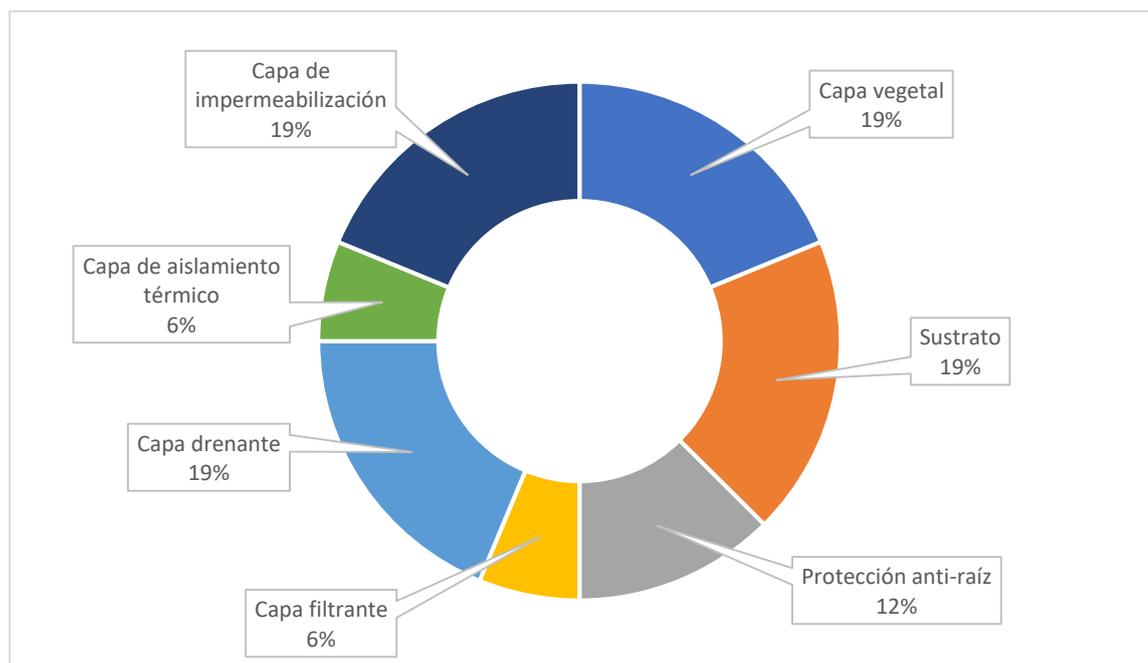
El tipo de cubierta vegetal más adecuada para instalar en un Centro de Salud sería un tipo extensivo. Como lo menciona Cabrera (2017), los sistemas extensivos son tomados por diferentes países como solución a problemáticas atmosféricas, con el apoyo legislativo y financiero del gobierno para edificaciones públicas. Los entrevistados concuerdan en la recomendación de este tipo de sistema ya que la finalidad principal es la regulación de las temperaturas en una edificación ya existente siendo más accesibles en el mercado y con mayor adaptabilidad a cualquier tipo de edificación.

**OBJETIVO ESPECÍFICO N° 02: Determinar los componentes del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.**

En la misma entrevista , mencionada anteriormente, se recopiló información sobre los componentes básicos de los sistemas de cubiertas vegetales. (Ver Anexo 08).

**Figura 6**

*Componentes básicos de un sistema de cubierta vegetal*



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

Los componentes básicos de una cubierta vegetal son principalmente la capa vegetal (19%), el sustrato (19%), la capa drenante (19%) y la capa de impermeabilización (19%), . Además, uno de los entrevistados mencionó utilizar una capa filtrante (6%) y una capa de aislamiento térmico (6%), asegurando que es posible la adición o reducción de una de las dos últimas capas mencionadas ya que estas dependen de la finalidad del proyecto.

**Tabla 7***Componentes de los tres sistemas de cubiertas vegetales*

<b>COMPONENTES</b>		<b>SISTEMA A</b>	<b>SISTEMA B</b>	<b>SISTEMA C</b>
<b>CAPA VEGETAL</b>	<i>Especie vegetal</i>	<i>Sedum, herbáceas, césped perenne</i>	<i>Sedum, herbáceas, césped perenne</i>	<i>Sedum y gramíneas</i>
	<i>Altura de capa vegetal (mm)</i>	150	150	100
<b>SUSTRATO</b>	<i>Tipo de sustrato</i>	<i>Sustrato mineral con componente orgánico</i>	<i>Sustrato mineral con componente orgánico</i>	<i>Sustrato mineral con componente orgánico</i>
	<i>Espesor de Sustrato (mm)</i>	100	80	60
<b>CAPA FILTRANTE</b>	<i>Espesor de capa Filtrante (mm)</i>	1	1	1
	<i>Material de capa Filtrante</i>	<i>Geotextil de fibras de polipropileno</i>	<i>Geotextil de fibras de polipropileno</i>	<i>Geotextil de fibras de polipropileno</i>
<b>CAPA DRENANTE</b>	<i>Espesor de capa Drenante (mm)</i>	25	40	25
	<i>Material de capa Drenante</i>	<i>Poliestireno con una rafia de polipropileno</i>	<i>Módulo de Polipropileno Reciclado</i>	<i>Poliestireno con una rafia de polipropileno</i>
<b>CAPA ANTIPUNZONANTE (ANTI-RAÍZ)</b>	<i>Espesor de capa Antipunzonante (mm)</i>	1	-	-
	<i>Material de capa Antipunzonante</i>	<i>Geotextil no tejida de poliéster</i>	-	-
<b>CAPA DE AISLANTE TÉRMICO</b>	<i>Espesor de Aislante térmico (mm)</i>	30	-	-
	<i>Material de Aislante térmico</i>	<i>Poliestireno expandido</i>	-	-
<b>CAPA DE MEMBRANA IMPERMEABLE</b>	<i>Material de membrana Impermeable</i>	<i>Láminas sintéticas de PVC</i>	<i>Láminas sintéticas de PVC</i>	<i>Láminas sintéticas de PVC</i>
	<i>Espesor de membrana impermeable (mm)</i>	5	5	5

**Fuente:** Sistemas ZinCo para cubiertas verdes (2018)

**Interpretación:**

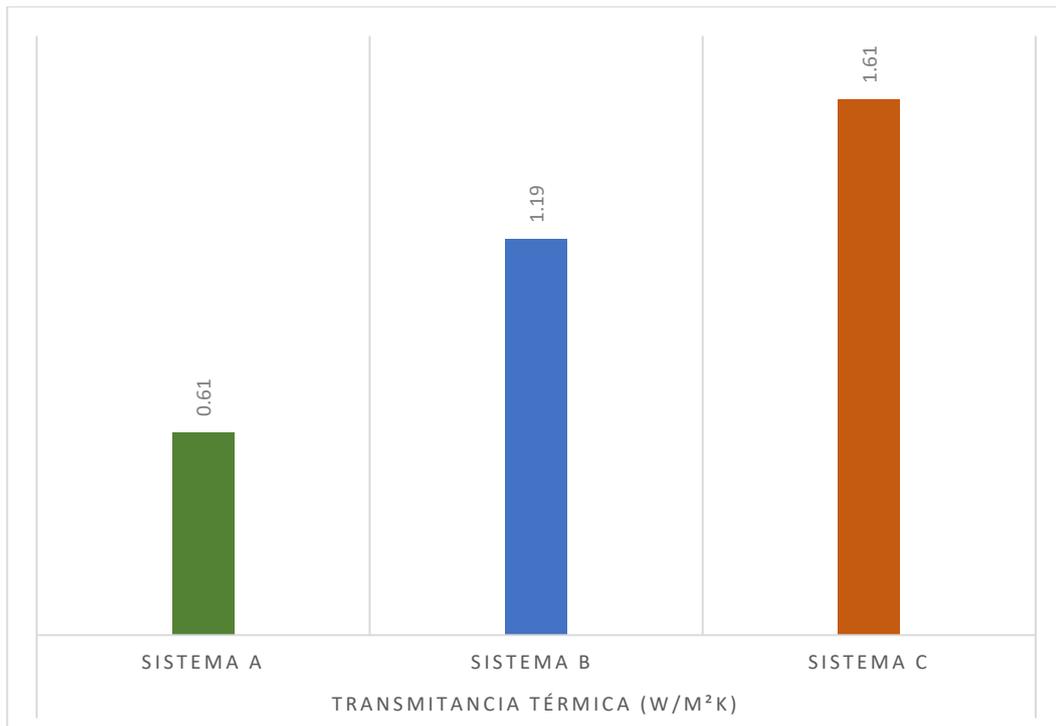
En la tabla 06 se observa que el Sistema A está formado por siete componentes: Capa vegetal, sustrato, capa filtrante, capa drenante, capa antipunzonante, aislante térmico y membrana impermeable; los cuales el índice de transmitancia térmica resultante permite generar confort térmico en los ambientes. Existen dos componentes (Capa antipunzonante y Aislante térmico), que a diferencia del sistema A, no formaron parte del Sistema B y C, limitando así los efectos térmicos, esto quiere decir que no solo ha influido los materiales y espesores de los componentes sino también las capas que se han considerado para cada prototipo; éstos han permitido que el Sistema

A tenga una mejor capacidad aislante contribuyendo así al confort térmico.

**OBJETIVO ESPECÍFICO N°03: Determinar las propiedades de los materiales del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.**

### Figura 7

*Índice de transmitancia térmica según prototipo de los sistemas A, B y C.*



**Nota:** W/m<sup>2</sup>K significa Vatios por metro cuadrado Kelvin.

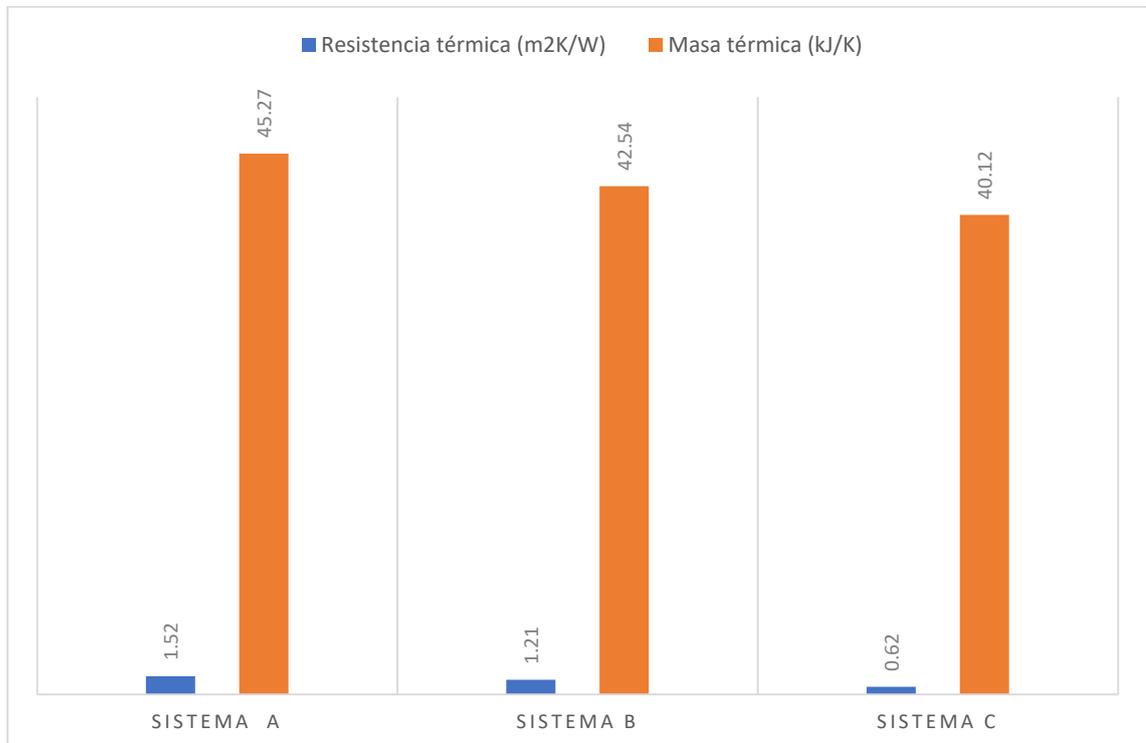
**Fuente.** Datos obtenidos mediante el software Design Builder 6.0.

#### **Interpretación:**

En la figura 08 se observan los resultados del índice de transmitancia térmica de cada uno de los prototipos, en la cual se determina que el Sistema A es el más adecuado para contribuir con el confort térmico en áreas de internamiento ya que su índice es menor y si el índice de transmitancia térmica es menor, mayor será el confort térmico dentro del ambiente. En este caso el sistema A tiene un índice de 0.61 w/ (m<sup>2</sup>.k) de transmitancia térmica, en comparación con el Sistema B que solo cuenta con 1.19 w/ (m<sup>2</sup>.k) y el Sistema C con 1.61 w/ (m<sup>2</sup>.k).

## Figura 8

Índice de resistencia y masa térmica de los materiales según prototipo de los sistemas A, B y C.



**Nota:** m<sup>2</sup>K/W significa metro cuadrado Kelvin por Vatios y kJ/K significa Kilojoule por Kelvin.

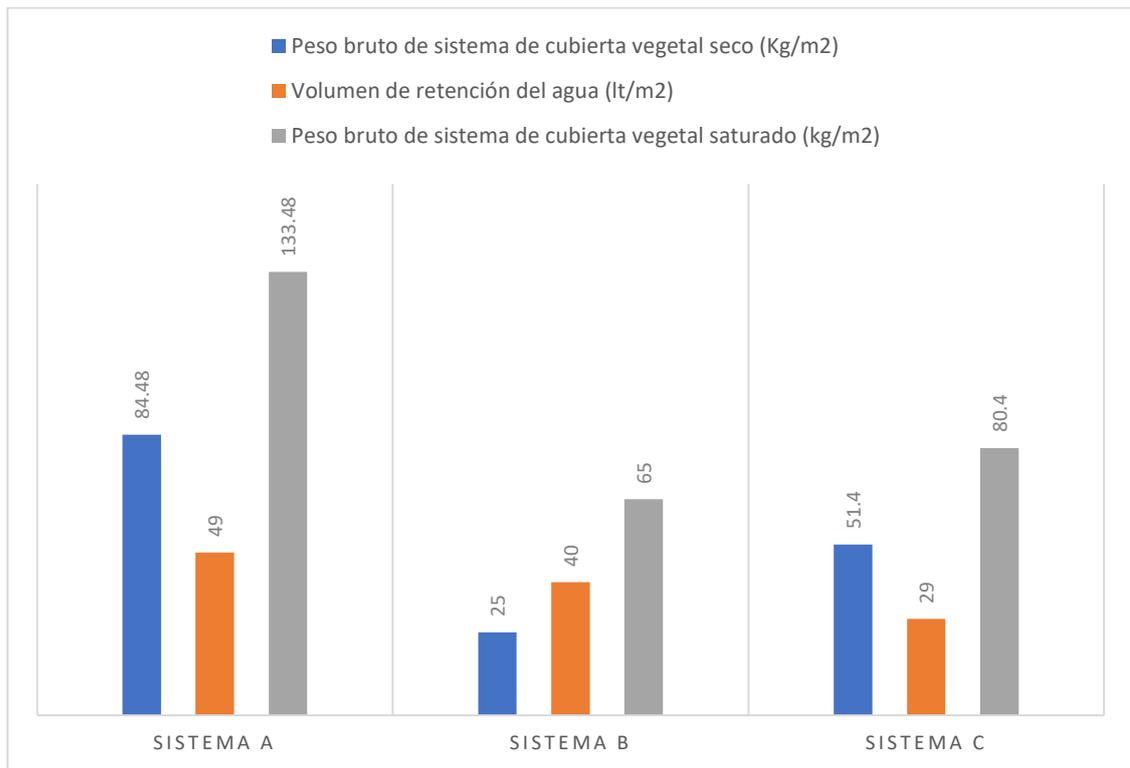
**Fuente.** Datos obtenidos mediante el software Design Builder 6.0.

### Interpretación:

En la figura 08 se observa que el sistema A presenta valores de 1.52 m<sup>2</sup>K/W de resistencia térmica, siendo 0.32 m<sup>2</sup>K/W mayor al sistema B y 0.90 m<sup>2</sup>K/W mayor al sistema C, siendo el sistema A el más eficiente de los 3 prototipos evaluados debido a que cuanto más alto sea este dato, mejor funcionará como aislamiento térmico. Además, según el índice de masa térmica de los prototipos cuya capacidad permite almacenar calor en los materiales, se observa que el sistema A tiene el mayor valor de 45 kJ/K lo que permite retrasar el efecto de variaciones significativas de temperaturas exterior-interior.

**Figura 9**

*Propiedades físicas de los materiales de los componentes*



**Fuente:** Datos obtenidos mediante el software Design Builder 6.0 .

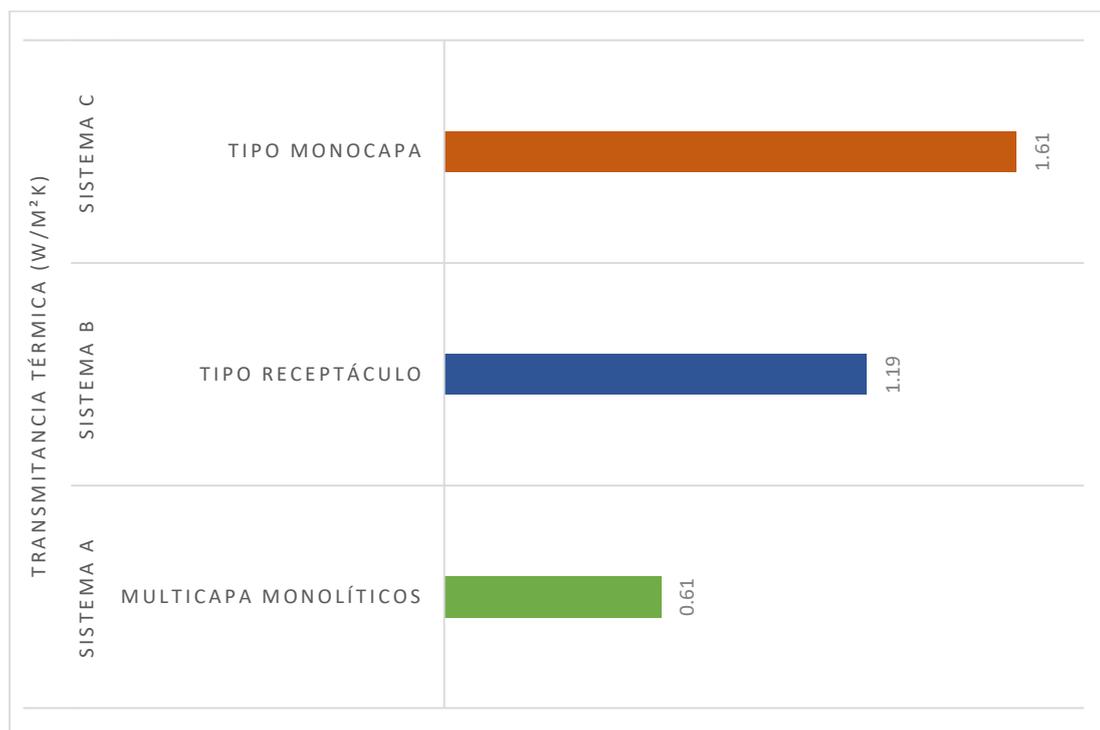
**Interpretación:**

Conocer el peso y volumen de una cubierta vegetal es muy importante para evitar daños en la edificación, esta varía en función al tipo de cubierta elegida. Según Scienc Direct, el peso promedio de un techo verde extensivo es de 60 a 150 kg/m<sup>2</sup> , en comparación con los resultados el Sistema A con 133 48 kg/m<sup>2</sup>, el Sistema B con 65 kg/m<sup>2</sup> y el Sistema C con 80.4 kg/m<sup>2</sup> se encuentran dentro del rango de peso saturado. En el gráfico, también se observa que el sistema A tiene mayores índices en peso bruto seco, peso bruto saturado y en el volumen de retención de agua, a diferencia de los otros sistemas, esto se debe a que está formado por más componentes , esta característica del Sistema A no presenta ningún riesgo con el peso ya que la carga estructural está dentro del rango de resistencia de sobrecarga de la cubierta existente (200 Kg/ m<sup>2</sup>).

**OBJETIVO ESPECÍFICO N° 04: Identificar el tipo de tecnología de construcción del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.**

**Figura 10**

*Tipo de tecnología de construcción*



**Nota:** W/mK significa Vatios por metro cuadrado Kelvin.

**Fuente:** Datos obtenidos mediante el software Design Builder 6.0 .

**Interpretación:**

Según nuestras teorías mencionadas previamente existen cuatro tipos de tecnología para cubiertas verdes pero una de ellas actúa mejor como aislante térmico por la forma en la que está compuesta, este es el sistema de tipo Multicapa. En la Figura 10 se observa que, efectivamente el sistema Multicapa Monolítica, del prototipo A, es el tipo de tecnología de construcción que aporta más en el los materiales de sus componentes contribuyendo así de manera significativa al confort térmico.

**OBJETIVO ESPECÍFICO N° 1: Establecer los criterios de mantenimiento del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.**

**Tabla 8**

*Criterios de mantenimiento de sistemas de cubiertas vegetales.*

<b>Actividades de mantenimiento</b>	<i>Actividades principales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza de sistema de drenaje</li> <li>- Control de cobertura de la vegetación</li> <li>- Comprobación del funcionamiento del sistema de riego</li> </ul>
	<i>Actividades secundarias</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza de las franjas de grava de vegetación no deseada</li> <li>- Extirpación manual de malezas de las áreas verdes</li> <li>- Deshierbe manual de plantas herbáceas anuales, bienales o perennes</li> <li>- Fertilización y tratamientos fitosanitarios</li> </ul>
<b>Sistema de regadío</b>	<i>Tipo de sistema de regadío</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manual</li> <li>- Automático: Por goteo o micro aspersión</li> </ul>
	<i>Frecuencia de Riego</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verano: 3 veces por semana</li> <li>- Invierno: Cada 10 a 15 días</li> </ul>
<b>Condicionantes de mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ubicación geográfica</li> <li>● Humedad</li> <li>● Precipitaciones</li> <li>● Tipo de vegetación</li> </ul>	
<b>Frecuencia de mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dependiendo de la extensión del proyecto:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una vez al mes</li> <li>- Una vez cada 2 meses</li> <li>- Una vez cada 3 meses</li> </ul> </li> <li>● Dependiendo de la temporada de lluvia El Sistema extensivo tiene la capacidad de absorber el 40 % de agua de lluvia. El 60 % drena por las tuberías hasta un periodo aprox. de 12 horas, filtrada naturalmente por el sustrato y la capa vegetal.</li> </ul>	
<b>Consideraciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Antes de la instalación de una cubierta vegetal se debe tener el compromiso y los recursos económicos necesarios para dar mantenimiento al sistema completo, generalmente este sistema es nuevo en el mercado Trujillano, por lo tanto, para conservar su funcionalidad es importante realizar y tener en cuenta todos los puntos expuestos aquí.</li> <li>● Las capas del sistema serán revisadas y si es necesario se realizará ajustes o cambios por fallas que puedan tener.</li> </ul>	

**Nota:** Estándares de mantenimiento para la ciudad de Trujillo - Perú.

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

Según los resultados, como se observa en la Tabla N° 03 el mantenimiento de las cubiertas verdes está basado en actividades como: aplicar nutrientes, fertilizantes, la limpieza, la poda y el riego, además para definir la frecuencia del mantenimiento existen factores como la ubicación geográfica, la humedad, las precipitaciones y el tipo de vegetación que condicionan su mantenimiento; por otro lado, la frecuencia del mantenimiento depende de la extensión del proyecto esta puede variar entre una vez al mes, una vez cada dos meses ó tres meses.

## V. DISCUSIÓN

- Según el objetivo general “Identificar cuál es el sistema de cubierta vegetal que se requiere para contribuir al confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud I-4, Trujillo, 2020.”, en el cual los resultados mostrados en la Figura 01 se logra un aumento de temperatura interior entre 1.1 – 2.7 °C con el prototipo del sistema A, 0.4 – 1.7 °C con el sistema B y entre 0.3 – 1.3 C° con el sistema C tomados desde 05/09/20 – 18/09/20. También, se dio una reducción de la humedad relativa entre 1.6-11% debido a su capa vegetal que condensa la humedad exterior y la capa de aislamiento térmico que evita que ingrese el exceso de humedad del exterior al interior, mostrando que estas no solo absorben la humedad del aire, sino que también la regulan. Frente a lo mencionado se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis de investigación, donde se menciona que el sistema de cubierta vegetal de tipo extensivo contribuye al confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud I-4, Trujillo, 2020.

Resultados que al ser comparados con lo mencionado por Cabrera (2017) en la tesis *“Implementación del sistema de cubierta vegetal y su ejecución especializada en recintos hospitalarios”* en donde se concluyó que el confort térmico mejora debido a la regulación de la temperatura entre 2-6 °C entre las diversas estaciones del año, permitiendo así una mejora en la recuperación del paciente, un adecuado ambiente laboral y buena calidad de vida. Además, Campos (2018) concluyó que el confort térmico mejora mediante la implementación del techo ecológico ya que la humedad relativa disminuye un 7.15%. Con esto, se puede confirmar que la vegetación tiene propiedades físicas que ayuda a regularizar el confort térmico gracias a su capacidad de adaptarse rápidamente a las condiciones de donde se trasplantaron, asimismo la radiación solar que es absorbida por el techo ecológico contribuye significativamente al confort térmico de los usuarios, aunque cabe resaltar que su efectividad depende del tipo del sistema que se proponga según el diseño (tecnología, materiales, propiedades térmicas, dimensiones de materiales, etc.) con un previo estudio de las condiciones climáticas del lugar y condiciones físicas de la edificación como la capacidad de soporte

estructural, características de la envolvente, tipo de mobiliario, equipos de climatización existentes y otros aspectos que influyen directamente en el confort como la orientación, ventilación, iluminación natural y el usuario.

- Según el objetivo específico N°01 “Determinar la Tipología del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020”, los resultados de la tabla 1 indican que para determinar la tipología de un sistema de cubierta vegetal, previamente se consideran criterios como el espesor del sistema, el mantenimiento, la accesibilidad, la rentabilidad, las especies vegetales y el peso; además el resultado de la figura 5 muestra que el tipo de cubierta vegetal más adecuada para instalar en un Centro de Salud es de tipo extensivo. Resultados que al ser comparados con la teoría mencionada por Babak (2015), demuestra similitud ya que asegura que para elegir el tipo de sistema de cubierta vegetal intensivo o extensivo se considera el mantenimiento, la irrigación, la especie vegetal, el peso y su costo; por otro lado, Rodríguez (2017) en su tesis titulada “Propuesta de diseño de techo verde en azotea para vivienda en zona de expansión urbana en el Distrito de Nuevo Chimbote, 2017” mencionó que para edificaciones se recomienda emplear el sistema de tipo extensivo ya que es un sistema liviano y se adecúa fácilmente al diseño. Con esta información se puede deducir que las teorías apoyan a nuestros resultados, ya que mencionan factores similares que ayudan a elegir que tipo de sistema instalar en una edificación, además la tipología extensiva es la más adecuada porque su peso varía de 60 a 150 kg/ m<sup>2</sup>, esto permite que el sistema sea liviano y la carga estructural sea compatible con el rango de soporte de la cubierta, logrando cumplir la finalidad principal que es la regulación de temperaturas en edificaciones, asimismo este tipo de sistema es más accesible en el mercado y con mayor adaptabilidad a cualquier tipo de edificación, convirtiendolo en una buena opción para reemplazar los sistemas de climatización mecánicos en edificaciones y fomentar la eco – arquitectura.
- Según el objetivo específico N°02 “Determinar los componentes del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020”, los resultados de

la tabla 2 indican que los componentes del sistema A está formado por siete componentes, que son: la capa vegetal, el sustrato, la capa filtrante, la capa drenante, la capa antipunzonante, el aislante térmico y la membrana impermeable; los cuales demostraron en la simulación que permiten generar confort térmico en la sala de internamiento. Por otro lado el sistema B y C están formados por cinco componentes, que son: la capa vegetal, el sustrato, la capa filtrante, la capa drenante y la capa de membrana impermeable, esto quiere decir que a mayor cantidad de capas el sistema tendrá un mejor índice de transmitancia térmica generando confort térmico en los ambientes. Resultados que son apoyados por la teoría de Ahmet (2017) en la cual manifiesta que la cubierta vegetal depende de seis componentes claves, los cuales son la capa superior plantada, el sustrato de crecimiento, la capa de filtro, la capa de drenaje, la capa de protección y la barrera antiraíz. Con estos resultados se puede deducir que las capas, materiales, espesores y alturas que se consideren en el sistema de cubierta vegetal influyen positivamente en el confort térmico de los usuarios de la edificación en la que sea instalado. Por otro lado, la cantidad de capas que se van a establecer en un sistema dependen del tipo de tecnología de construcción que se elija, estas pueden ser multicapa monolítica, modular y monocapa; en este caso el sistema A utilizó el tipo monolítico compuesto por siete componentes, debido a que se consideró incluir el componente aislante térmico para generar un mayor efecto en el confort térmico de los usuarios; la adición de este componentes ayudó a conseguir la transmitancia térmica necesaria, mejorando los resultados esperados.

- Según el objetivo específico N°03 de “Determinar las propiedades de los materiales del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020”, los resultados nos muestran que según la Figura 07 y 08 el valor de transmitancia térmica de los materiales en el sistema A es de  $0.61 \text{ w/ (m}^2\cdot\text{k)}$ , en comparación con el Sistema B que cuenta con  $1.19 \text{ w/ (m}^2\cdot\text{k)}$  y el Sistema C con  $1.61 \text{ w/ (m}^2\cdot\text{k)}$ . Esto quiere decir que el Sistema A es el más adecuado para contribuir con el confort térmico en áreas de internamiento de un centro de salud I-4, ya que cuanto más cerca esté el

coeficiente de cero, más eficiente será el material; también el sistema A presenta valores de 1.52 m<sup>2</sup>K/W de resistencia térmica, 1.21 m<sup>2</sup>K/W el sistema B y 0.62 m<sup>2</sup>K/W el sistema C, siendo el sistema A el más eficiente de los 3 prototipos debido a que cuanto más alto sea este dato, mejor funcionará como aislamiento térmico. Resultados que al ser comparados son corroborados con lo mencionado por el autor Portilla (2019) en su tesis llamada *“Aplicación de Sistemas bioclimáticos pasivos en base a las necesidades de confort termo lumínico del paciente en habitaciones de hospitalización y área de terapias en el diseño de un Hospital Oncológico, Pucallpa, 2018”* en la que concluyó que se debe proponer soluciones tomando en cuenta la capacidad de aislamiento térmico de los materiales de la envolvente de la edificación para la mejora del confort del ambiente. Además, que el rango necesario de transmitancia térmica (Valor U) para techos debe ser menor a 2.20 w/(m<sup>2</sup>k). Además, según Asocreto (2020) las edificaciones con mayores valores de resistencia térmica en sus elementos constructivos tienen variaciones de temperatura más estables permitiendo que el edificio permanezca más tiempo en la zona de confort. Con lo mencionado anteriormente, se puede inferir que los materiales envolvente es uno de los componentes más importantes en el diseño sostenible de una edificación, ya que es donde se genera el mayor intercambio de calor con el exterior, por lo tanto, las propiedades de la masa térmica, resistencia térmica y transmitancia térmica que son insuficientes pueden generar incomodidad en un ambiente expuesto a altas o bajas temperaturas, por lo que la implementación de un sistema de cubierta vegetal, debido a sus propiedades inherentes debidamente empleadas presenta mayores valores en cuanto a resistencia térmica y masa térmica que un techo convencional lo que permite retrasar el efecto de subida y bajadas de temperaturas, evitando que en verano el calor entre en la edificación y en invierno evita que este escape, consiguiendo unos valores más estables en función de la situación y orientación de la cubierta y reducir los gastos de climatización artificial.

- Según el objetivo específico N°04 “Identificar el tipo de tecnología de construcción del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020”

los resultados de la Figura 09 muestra que, el sistema tipo multicapa monolítica, del prototipo A, es el tipo de tecnología de construcción con mayores resultados contribuyendo así de manera significativa al confort térmico a diferencia del sistema B de tipo Receptáculo y el sistema C de tipo Monocapa cuyos resultados fueron positivos, pero en menor grado que el primero. Con lo que se puede determinar que el tipo Multicapa monolítica actúa mejor como aislante térmico por la tecnología utilizada y sus dimensiones. Según Nieto et al. (2011) menciona que el sistema multicapa monolítica es el tipo con mayor trascendencia y el más utilizado a nivel internacional, el cual permite tener un sistema que actúa como una unidad en su totalidad sobre la cubierta. Con lo mencionado anteriormente, se infiere que los 3 tipos de tecnología de construcción de techos verdes ya sea de tipo modular o en capas, proporcionan un conjunto de funciones adicionales a las de un techo convencional aislándolo de los rayos solares, agentes externos y variaciones de temperaturas y humedad. Asimismo, el tipo multicapa monolítica es la más eficiente como tecnología de construcción, siendo el más completo por los materiales y componente utilizados con lo que permite el crecimiento de la vegetación en la superficie expuesta y al mismo tiempo garantiza la protección de las capas inferiores y la estructura de la cubierta de la edificación prolongando su vida útil y previniendo agrietamientos, además de asumir otras funciones como elemento de captación de agua de lluvias; cuya selección depende del objetivo del proyecto, los requerimientos estructurales (capacidad de carga, espesor e inclinación de cubierta) y el presupuesto, considerándose así en la actualidad como una estrategia pasiva importante en el desarrollo sostenible ya que representan una nueva tendencia a partir de conceptos como eficiencia energética, reutilización de recursos y mejoramiento de la parte paisajística del lugar.

- Según el objetivo específico N°05 “Establecer los criterios de mantenimiento del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020”, los resultados de la tabla 7 indican que para un buen mantenimiento se toman criterios como las actividades de mantenimiento las cuales se

dividen en actividades principales (limpieza de sistema de drenaje, control de cobertura de la vegetación, comprobación de funcionamiento del sistema de riego) y actividades secundarias (limpieza de las franjas de grava de vegetación no deseada, extirpación manual de maleza, deshierbe manual de plantas, fertilización y tratamientos fitosanitarios). Por otro lado, el sistema de regadío es de tipo manual o automático y la frecuencia de riego es según la estación del año: Verano (3 veces por semana) e Invierno (cada 10 a 15 días). Las condicionantes de mantenimiento son la ubicación geográfica, la humedad, las precipitaciones y el tipo de vegetación. La frecuencia de mantenimiento depende de la extensión del proyecto (una vez al mes, una vez cada dos meses y una vez cada 3 meses) y de la temporada de lluvia. Además, existen consideraciones importantes y necesarias para dar mantenimiento al sistema completo de la cubierta vegetal como el compromiso y los recursos económicos; asimismo las capas del sistema serán revisadas y si es necesario se realizará ajustes o cambios por fallas que puedan tener. Debido a que este sistema es nuevo en el mercado trujillano para conservar su funcionalidad y perdurabilidad es importante realizar y tener en cuenta todos los puntos expuestos anteriormente. Resultados que son apoyados por el autor Solano (2019) en su tesis titulada *“Proceso de mantenimiento y cuidado de las cubiertas verdes en edificaciones de la ciudad de Bogotá”* en la cual concluyó que la frecuencia de mantenimiento depende del tipo de cubierta vegetal y las necesidades que estas requieran, estableciendo así que lo ideal es cada mes o tres meses, además mencionó que son fundamentales las actividades de deshierbe, poda, control fitosanitario, desmalazado, limpieza, conservación de diseño, fertilización y mantenimiento de los sistemas de riego, acotando que las actividades para el control de plagas y maleza dependen de la especie vegetal y las condiciones ambientales, asimismo se determinó que todas estas actividades se realizan por personal capacitado y especializado. Con lo mencionado anteriormente se establece que todos los puntos expuestos anteriormente se consideran obligatoriamente para asegurar la funcionalidad y perdurabilidad del sistema de cubierta vegetal, ya que el descuido puede implicar mayor gasto económico, debido a que

este sistema, que forma parte de la eco- arquitectura, es nuevo en la ciudad de Trujillo y el acceso a los materiales y especialistas es limitado, además estos criterios de mantenimiento dependen de las condiciones climatológicas de la ciudad en la que sean instalados. Por otro lado, es importante realizar el diseño de un recorrido para el mantenimiento del sistema ya que estas nos suelen ser transitables, pero sí accesibles para el mantenimiento, además el diseño de la pendiente está vinculado con el mantenimiento ya que facilita la evacuación del agua.

## VI. CONCLUSIONES

Después de analizar cada uno de los objetivos específicos formulados previamente en el presente trabajo de investigación, se exponen las siguientes conclusiones:

1. Se determinó que la tipología del sistema de cubierta vegetal, en un área de internamiento de un Centro de salud I-4, es de tipo extensiva ya que se adapta fácilmente a cualquier modelo de edificación; además los aspectos que se consideran previamente a la elección de la tipología son: el espesor del sistema, el mantenimiento, la accesibilidad, la rentabilidad, la especie vegetal y principalmente el peso, ya que varía entre 60 a 150 kg/m<sup>2</sup>, esto permite que el sistema sea liviano y la cubierta de la edificación pueda soportarla.
2. Con respecto a los componentes del sistema de cubierta vegetal, se determinó que los tres componentes que contribuyen directamente con el confort térmico son: la capa vegetal, el sustrato y la capa de aislante térmico; además existen otros cuatro componentes complementarios que aportan de manera indirecta al confort térmico; estas son: la capa filtrante, la capa drenante, la capa antipunzonante y la capa de membrana impermeable.
3. Se determinó que las propiedades de los materiales del sistema de cubierta vegetal que mantienen variaciones de temperatura más estables en los ambientes interiores y dentro de la zona de confort, el índice de transmitancia térmica adecuada es de entre 0.61- 1.61 W/ (m<sup>2</sup>k), una resistencia térmica entre 0.62-1.52 m<sup>2</sup>K/W y una masa térmica entre 40.12-45.27 kJ/K, permitiendo que la cubierta vegetal funcione como aislante térmico sobre una cubierta de losa aligerada de 20 cm de espesor minimizando las pérdidas de calor interior-exterior del ambiente en invierno y las ganancias de este en verano, además soporta la carga estructural de la capacidad de captación de agua entre 29-49 lt/m<sup>2</sup> lo que permite evapotranspiración de la vegetación optimice la función aislante de la cubierta en invierno y cree un efecto de refrigeración en verano.
4. Se identificó que el tipo de tecnología de construcción del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico es el tipo multicapa

monolítica, siendo la tecnología más eficiente y completa al constituirse por 7 componentes y con mayores dimensiones brindando la capacidad de protección de agentes externos a la estructura de un techo convencional contribuyendo positivamente al ahorro energético de la edificación mediante la regulación de temperatura entre 1.1 - 2.7 °C y humedad entre 1.6 – 11% en el interior de las salas de internamiento.

5. Se estableció que los criterios de mantenimiento del sistema de cubierta vegetal son fundamentales para la perdurabilidad y funcionalidad del sistema, tomando en cuenta algunos aspectos arquitectónicos como el diseño del recorrido para el mantenimiento y la pendiente (1% mín - 5% máx.) para la evacuación del agua. Estos criterios son: las actividades de mantenimiento (principales y secundarias), el sistema de regadío (tipo de sistema de regadío y frecuencia de riego), los condicionantes de mantenimiento (ubicación geográfica, la humedad, las precipitaciones y el tipo de vegetación), la frecuencia de mantenimiento (dependiendo de la extensión del proyecto y la temporada de lluvia) y las consideraciones previas a la instalación.

## VII. RECOMENDACIONES

- En caso que se quiera instalar un sistema de cubierta vegetal en un centro de salud mayor de 10 años se recomienda aplicar una cubierta de tipo extensiva, si se desea implementar en una nueva edificación se puede optar por un sistema intensivo, además para lograr que los espacios dentro de un centro de salud sean térmicamente confortables, para el ocupante, se recomienda realizar un estudio previo de las características del usuario como: el aforo, características de la ropa y el tipo e intensidad de actividad física realizada dentro de los ambientes.
- Según esta investigación para los componentes, que contribuyen directamente con el confort térmico, se recomienda que en la capa vegetal, las especies que se deben usar son sedums, herbáceas y céspedes perennes teniendo una altura máxima de 150 mm; por otro lado, el sustrato debe ser de tipo mineral con componentes orgánicos con un espesor de 100 mm, además el material de la capa de aislante térmico debe ser de poliestireno con un espesor de 30 mm.
- Se recomienda que al momento de realizar el diseño de un sistema de cubierta vegetal se evalúen las propiedades de los elementos de la envolvente, tomando en cuenta la ubicación y orientación de la cubierta y los criterios climáticos de la zona como la incidencia del sol, temperatura, humedad, dirección y velocidad del viento, etc. logrando que el proyecto sea eficiente y sustentable, además de incentivar el uso de softwares de simulación energética en edificaciones para el estudio del comportamiento térmico de la cubierta y analizar la comparación de combinaciones de materiales y su punto óptimo reduciendo evitando así inversiones adicionales posteriores.
- Se recomienda que para mantener la sensación de confort dentro de los pacientes y personal del centro de salud para reducir el flujo de calor o frío en los ambientes teniendo una losa aligerada de 20 cm de espesor es importante usar materiales combinados, en el que se aproveche las propiedades de la vegetación pero con un complemento como los materiales aislantes previamente analizados los cuales incrementan la resistencia térmica de la edificación, por lo que se recomienda adicionar una capa de aislamiento térmico de poliestireno expandido (EPS) o

poliestireno extruido (XSP) de 30 mm de espesor el cuál no afecta la capacidad de carga de la estructura logrando minimizar el intercambio térmico entre el exterior y el interior de los ambientes de salud.

- Para el diseño de una cubierta vegetal con una tecnología de construcción de tipo multicapa monolítica se debe tomar en cuenta previamente las características físicas del centro de salud como el estado de conservación, la pendiente, la morfología y la altura de la cubierta, por lo esta debe tener un grado de inclinación entre 2-10% y el peso saturado del sistema se debe mantener entre 60-150 kg/m<sup>2</sup>, así como también debe ser corroborado por un profesional que la edificación se mantiene en óptimas condiciones y no presenta daños estructurales; asimismo, se recomienda implementar este sistema como mínimo al 10% del área total de la cubierta, y es deseable que se realice sobre una superficie de forma regular debido a su difícil instalación cuando la cubierta existente presenta formas irregulares, orgánicas o esquinas con ángulos muy agudos.
- En el caso del mantenimiento se recomienda, considerar en el diseño de la cubierta, un recorrido hecho de gravilla que sirva para que el personal encargado realice las actividades de mantenimiento; además es fundamental que el sistema cuente con una pendiente mínima de 2% y máxima de 10 %, para la evacuación del agua; por otro lado, la ubicación de la cubierta evitará el daño de la vegetación ya que a veces se suelen colocar en dirección, en la que el viento viene con fuerza y supera la resistencia del tallo y la raíz, logrando dañar las hojas y la ruptura de las ramas, es por esto que se recomienda realizar un estudio previo de la orientación y velocidad del viento del sector en la que se va a instalar la cubierta vegetal.

## REFERENCIAS

- Ahmet, B., Erdem C. (2017). Green Roofs and facades: A comprehensive review. *Science Direct*, 82 (1), 915-939. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.106>
- Ahsan, S. (2017). *Study of hospital building envelope to facilitate passive cooling inside inpatient rooms in the context of Rajshahi, Bangladesh*. [Tesis de maestría, Bangladesh University of engineering and technology] Repositorio institucional BUET. <http://lib.buet.ac.bd:8080/xmlui/handle/123456789/4969>
- Aurazo, J. (2020). *Audios revelan precariedad de Hospital de Alta Complejidad*. *El Correo*. <https://diariocorreo.pe/edicion/la-libertad/audios-revelan-precari-idad-de-hospital-de-alta-complejidad-ante-covid-19-935506/?ref=dcr>
- Babak, R., Tempierik J. (2015). The impact of greening systems on building energy performance: A literature review. *Science Direct*, 45 (1), 610-623. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.02.011>
- Barmore, M. (2015). *Six Considerations for a Green roof*. Facility Executive. <https://facilityexecutive.com/2015/05/green-roof-considerations/>
- Bauder (2017). *Green Roof Design Considerations*. Flipsnack. <https://www.flipsnack.com/ljbarrett7/green-roof-design-considerations-bauder.html>
- Blender, M. (2015). *El confort térmico*. <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/el-confort-termico/>
- Cabrera, J. (2017). *Implementación del sistema de cubierta vegetal y su ejecución especializada en recintos Hospitalarios* [Tesis de grado, Universidad Técnica Federico Santa María] Repositorio Institucional USM <http://hdl.handle.net/11673/23621>
- Campos, K. (2018). *Techo Ecológico utilizando la especie Lentejita (Pilea microphylla) para la mejora del confort térmico de una vivienda en Carabayllo* [tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/33113>
- Canales, M. (2014). *Efectos del uso de techos y fachadas vegetales en el comportamiento térmico de edificios* [título de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional UCHILE

[http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130298/cf-canales\\_mg.pdf;EFECTOS](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130298/cf-canales_mg.pdf;EFECTOS)

- Carel (2013). Air humidification in hospitals and healthcare structures with the objective of saving energy. *High Efficiency Solutions*, 4000021EN - 1.0 <https://www.carel.com/documents/10191/0/+4000021EN/8ad03ec9-6f9f-4216-8395-b2f95325671f#:~:text=Personal%20comfort%20requires%20relative%20humidity,of%20mucous%20and%20chapped%20skin.>
- Castleton, H., Stovin, V., Beck, S., Davison, J. (2010). Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit. *Science Direct*, 42 (10), 1582-1591. . <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.05.004>
- Castro, W. y Zavaleta, L. (2014). *Situación del sector salud en La Libertad es bastante crítica*. La República. <https://larepublica.pe/archivo/813098-situacion-del-sector-salud-en-la-libertad-es-bastante-critica/>
- Cheung, T.; Schiavon, S.; Parkinson, T.; Li, P.; Brager, G. (2019). Analysis of the accuracy on PMV – PPD model using the ASHRAE Global Thermal Comfort Database II. *Building and Environment*, 153: 205–217. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.01.055>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL. (2017). *Panorama multidimensional del desarrollo urbano en América Latina y el Caribe* (p. 12).
- Fanger. O. (1970) *Thermal Comfort. Analysis and Applications in Environmental Engineering*. McGraw – Hill.
- Giobellina, B., Maristany, A., Angiolini, S., Medina, S., Pomazán, S., Celiz, Y., y Márquez, F. (2016). *Rendimiento térmico de cubiertas verdes sobre techo de chapa en la Ciudad de Córdoba–Argentina* [Objeto de conferencia]. En I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/59369>
- Green Grid Roofs. (2017). *Green Roof Maintenance Guide*. [http://www.greengridroofs.com/wp-content/uploads/2017/11/GreenGrid\\_Maintenance\\_Guide.pdf](http://www.greengridroofs.com/wp-content/uploads/2017/11/GreenGrid_Maintenance_Guide.pdf)
- Guillén, B. (2016) *Confort térmico*. FD-124-16 <http://www.carm.es/web/Blob?ARCHIVO=FD->

124.pdf&TABLA=ARCHIVOS&CAMPOCLAVE=IDARCHIVO&VALORCLAVE=120119&CAMPOIMAGEN=ARCHIVO&IDTIPO=60&RASTRO=c721\$m4580,9801,6061

Hernández, A. (2013). *Manual de diseño bioclimático urbano. Recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas*. Instituto Politécnico de Bragança. [http://oa.upm.es/15813/1/2013-BIOURB-Manual\\_de\\_diseno\\_bioclimatico\\_b.pdf](http://oa.upm.es/15813/1/2013-BIOURB-Manual_de_diseno_bioclimatico_b.pdf)

Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2018). *CONSERVACIÓN DE ÁREAS VERDES EN ESPACIOS PÚBLICOS*. Recuperado de [https://webinei.inei.gob.pe/anda\\_inei/index.php/catalog/648/datafile/F54](https://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/648/datafile/F54)

Íñigo, A. (2017). *La cubierta verde como mejora del comportamiento energético en Alicante* [Tesis de pregrado, Universidad de Alicante] Repositorio Institucional [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/69368/1/La\\_cubierta\\_verde\\_como\\_mejora\\_del\\_comportamiento\\_energetico\\_INIGO\\_CRUZ\\_ALBA.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/69368/1/La_cubierta_verde_como_mejora_del_comportamiento_energetico_INIGO_CRUZ_ALBA.pdf)

Iwaro, J y Mwashu, A. (2013). The impact of sustainable building envelope design on building sustainability using Integrated Performance Model. *International Journal of Sustainable Built Environment*, ISSN: 2212-6090, Vol: 2, Issue: 2 <http://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2014.03.002>

Kumar, G. y Raheja, G. (2016). Design Determinants of Building Envelope for Sustainable Built Environment: A Review. *International Journal of Built Environment and Sustainability*. Vol 3, No 2. <https://doi.org/10.11113/ijbes.v3.n2.127>

Landscape Development and Landscaping Research Society. (2018). *Green Roofs Guidelines* (6<sup>th</sup>. ed.). Board. [https://commons.bcit.ca/greenroof/files/2019/01/FLL\\_greenroofguidelines\\_2018.pdf](https://commons.bcit.ca/greenroof/files/2019/01/FLL_greenroofguidelines_2018.pdf)

Loeber R. y Farrington D. (s.f). *Estudios longitudinales en la investigación de los problemas de conducta*. [http://www.centrelondres94.com/files/Estudios\\_longitudinales\\_investigacion\\_problemas\\_conducta.pdf](http://www.centrelondres94.com/files/Estudios_longitudinales_investigacion_problemas_conducta.pdf)

Mahmoudkelaye, S; Taghizade, K.; Pourvaziri, M. y Asadian, E. (2018) Sustainable material selection for building enclosure through ANP method.

- Case Studies in Construction Materials*. Volume 9, e00200.  
<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2018.e00200>
- Naciones Unidas Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. (2018) *Más de la mitad de la población vive en áreas urbanas y seguirá creciendo* | ONU DAES  
<https://www.un.org/development/desa/es/news/population/world-urbanization-prospects-2014.html>
- Mendoza, G. (2017). *Mejoramiento del confort climático de una vivienda mediante techos ecológicos con Aptenia (Aptenia Cordifolia) San Juan de Lurigancho*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10354/Mendoza CG\\_G.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10354/Mendoza	CG_G.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ministerio de Energía y Minas - MINEM. (2016). *Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético - HOSPITALES* (p. 19).
- Mitchell, C. (2019). *OPS/OMS | La OPS insta a los países a prepararse para enfrentar olas de calor en el hemisferio norte*.  
[https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15310:paho-who-urges-northern-hemisphere-countries-to-prepare-for-heatwaves&Itemid=1926&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15310:paho-who-urges-northern-hemisphere-countries-to-prepare-for-heatwaves&Itemid=1926&lang=es)
- Organización Panamericana de la salud - OPS (s.f.) *CARACTERÍSTICAS DE LAS CIUDADES Y LOCALIDADES PERUANAS*, Consultado el 19 de Mayo, 2020  
[https://www.paho.org/cub/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=311-caracteristicas-ciudades-peruanas&category\\_slug=rural-andina&Itemid=226](https://www.paho.org/cub/index.php?option=com_docman&view=download&alias=311-caracteristicas-ciudades-peruanas&category_slug=rural-andina&Itemid=226)
- Osorio, G. (2015). *INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE TECHOS VERDES* [Tesis de pregrado, Universidad San Carlos de Guatemala]. Repositorio Institucional USAC. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/1608>
- Perini, K y Magliocco, A. (2014) Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort. *Urban Forestry & Urban Greening*. Volume 13, Issue 3, Pages 495-506. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.03.003>

- Portilla, M. (2019). *Aplicación de sistemas bioclimáticos pasivos en base a las necesidades de confort termo lumínico del paciente en habitaciones de Hospitalización y área de terapias en el diseño de un Hospital Oncológico, Pucallpa, 2018* [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UNT <http://hdl.handle.net/11537/21538>
- Rodriguez, M. (2017). *Propuesta de techo verde en azotea para vivienda en zona de expansión urbana en el distrito de Nuevo Chimbote, 2017.* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12237/rodriguez\\_pm.pdf?sequence=1](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12237/rodriguez_pm.pdf?sequence=1)
- Rojas, V. (2018). *Techos verdes en recintos hospitalarios.* AARQHOS. <https://www.aarqhos.cl/2018/07/06/techos-verdes-en-recintos-hospitalarios/>
- Sampieri, R. H. (2017). *Metodología De La Investigación. (6ta edición)* McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K., y Williams, J. (1998). *Manejo de las áreas verdes urbanas* (p. II).
- UNE - La Asociación Española de Normalización (2015). *Instalaciones de Acondicionamiento de Aire en Hospitales.* (p. 5).
- Uribe, A. (2016). *Confort térmico en pacientes con enfermedades respiratorias.* Universidad de Pamplona.
- Vegetal ID (s.f.). *Components of a Successful Green Roof.* Vegetal i.D. Consultado el 17 de mayo del 2020. <https://www.vegetalid.us/green-roof-solutions/green-roofs/305-criteria-of-a-successful-green-roof.html>
- Vilca, P. (2019). *Análisis arquitectónico de las cualidades curativas de un hospital en función a necesidades de salud de Sánchez Carrión - La Libertad* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCVI. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/34694>

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

#### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO: “Sistema de cubierta vegetal para el confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020”.**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y SUBVARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>4.2.2 Problema Principal:</b></p> <p>¿Cuál es el sistema de cubierta vegetal que se requiere para el confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020?</p>	<p><b>5.1 Objetivo General:</b></p> <p>Identificar cuál es el sistema de cubierta vegetal que se requiere para contribuir al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.</p> <p><b>5.2 Objetivos Específicos:</b></p> <p><b>O<sub>1</sub>-</b> Determinar la Tipología de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.</p> <p><b>O<sub>2</sub>-</b> Determinar los componentes del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.</p> <p><b>O<sub>3</sub>-</b> Determinar las propiedades de los materiales del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.</p> <p><b>O<sub>4</sub>-</b> Identificar el tipo de tecnología de construcción del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.</p> <p><b>O<sub>5</sub>-</b> Establecer el mantenimiento del sistema de cubierta vegetal que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.</p>	<p><b>6.1.1 Hipótesis General:</b></p> <p>El sistema de cubierta vegetal que se requiere son los extensivos considerando su tipología, tecnología de construcción y estrategias de control para contribuir al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.</p> <p><b>6.1.2. Hipótesis Nula:</b></p> <p>El sistema de cubierta vegetal no contribuye al confort térmico del área de internamiento de un centro de salud I-4, Trujillo, 2020.</p>	<p><b>6.2 Variables de la Investigación.</b></p> <p><b>6.2.1 Variable Independiente:</b></p> <p>Sistema de cubierta vegetal</p> <p><b>6.2.2 Variable Dependiente:</b></p> <p>Confort térmico</p>	<p><b>Para la Variable Independiente:</b></p> <p>a) Tipología según de medio crecimiento</p> <p>b) Componentes</p> <p>c) Propiedades de los materiales</p> <p>d) Parámetros tecnológicos</p> <p><b>Para la variable Dependiente</b></p> <p>a) Usuario</p> <p>b) Temperatura</p> <p>c) Humedad</p> <p>d) Viento</p> <p>e) Envolverte</p>	<p><b>6.3 Tipo y diseño de la Investigación:</b></p> <p><b>6.3.1 Tipo de la Investigación:</b> La investigación es aplicada, se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. (Sampieri, R. H., 2010)</p> <p><b>6.3.2 Diseño de investigación:</b></p> <p>El diseño de la investigación es cuasi experimental, se modificará y controlará las variables independientes y se medirá sus efectos sobre la variable dependiente.</p> <p><b>6.4 La Población, muestra y Muestreo:</b></p> <p><b>6.4.1 La Población:</b></p> <p>Centros de Salud I-4 de Trujillo por lo que para la elección de la muestra representativa se seleccionó un Centro de salud I-4 que reuniera condiciones de adaptabilidad de techos verdes.</p> <p><b>6.4.2 La Muestra:</b></p> <p>Centro de salud Materno Infantil “El bosque” de Trujillo. tomando en cuenta una sala del área de internamiento, las cuales es ideal para evaluación de los sistemas de cubiertas vegetales y el confort térmico.</p> <p><b>6.4.3 Muestreo:</b></p> <p>No probabilístico – por juicio.</p> <p><b>6.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Técnicas:</b> Análisis documental, entrevista semi-estructurada, observación sistemática y análisis de simulación.</li> <li>• <b>Instrumentos:</b> Fichas técnicas, fichas de observación, guía de entrevista y fichas de análisis de simulación.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia (2020).

**Anexo 2: Clasificación de cubiertas verdes según tipo de uso, factores de construcción y requisitos de mantenimiento.**

<b>Criterios</b>	<b>Techo verde - Extensivo</b>	<b>Techo verde - Intensivo</b>
<b>Mantenimiento</b>	Bajo	Alto
<b>Irrigación</b>	No	Regularmente
<b>Especie de plantas</b>	Moss – Sedum – Herbs y Grasses	Césped, arbustos perennes o árboles
<b>Altura de sistema</b>	60 – 200 mm	150 – 400 mm, en garages subterráneos > 1000 mm
<b>Peso</b>	60 – 150 kg / m <sup>2</sup>	180 – 500 kg/ m <sup>2</sup>
<b>Costo</b>	Bajo	Alto
<b>Uso</b>	Capa de protección ecológica	Parque como jardín

Fuente: Science Direct: The impact of greening systems on building energy performance: A literature review. (2015)

**Anexo 3: Cross section of a green roof**



Fuente: Science Direct: Green Roofs and facades: A comprehensive review. (2017)

## Anexo 4: Operacionalización de variables.

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> SISTEMA DE CUBIERTA VEGETAL	<p>Los sistemas de cubiertas vegetales son áreas vegetales que se colocan sobre las cubiertas de las edificaciones mediante un sistema específico según su tipología y tecnología de construcción. Significan una estrategia de control térmico divulgada y adaptada en diversas soluciones constructivas. (Giobellina et al., 2017)</p>	<p>Los sistemas de cubiertas vegetales cuentan con tres elementos que son: tipología, tecnología de construcción y estrategias de control; los cuales permitirán medir variable, utilizando fichas técnicas.</p>	<b>TIPOLOGÍA</b>	Según el medio de crecimiento	Nominal	Nominal
				Tipo de capa vegetal	Nominal	Nominal
				Espesor del Sustrato	De razón	De razón
			<b>COMPONENTES</b>	Tipo de capa Filtrante	De razón	De razón
				Tipo de capa Drenante	De razón	De razón
				Tipo de capa Antipunzonante	De razón	De razón
				Tipo de Aislante térmico	Nominal	Nominal
				Tipo de membrana Impermeable	De razón	De razón
				Grado de inclinación del sistema de cubierta	De razón	De razón
					Peso total de sistema de cubierta vegetal	De razón
		Aislamiento térmico de materiales	De razón	De razón		
		<b>TIPO DE TECNOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN</b>	Nominal	Nominal		
		Frecuencia de Irrigación	Ordinal	Ordinal		
		Tecnología de Sistema de Regadío	Nominal	Nominal		
		Actividades de mantenimiento	Nominal	Nominal		
		Frecuencia de mantenimiento	Ordinal	Ordinal		
		<b>ESTRATEGIA DE CONTROL</b>				
		<b>MANTENIMIENTO</b>				

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> <b>CONFORT TÉRMICO</b>	<p>El confort térmico es la sensación neutra de la persona con respecto al ambiente térmico existente. Este depende de varios parámetros ambientales como la temperatura, humedad, el movimiento del aire y la temperatura de las superficies envolventes de la edificación. (Guillén, B., 2016)</p>	<p>El confort térmico se mide mediante la valoración de 3 dimensiones: el usuario, los parámetros ambientales y la envolvente. Para la medición se utilizarán fichas técnicas.</p>	<b>USUARIO</b>	Aforo del ambiente	Ordinal	
			<b>TEMPERATURA</b>	Temperatura del aire Temperatura interior	De intervalo De intervalo	
			<b>PARÁMETROS AMBIENTALES</b>	<b>HUMEDAD</b>	Humedad relativa	De razón
			<b>VIENTO</b>	Velocidad del viento Dirección del viento	De razón Nominal	
			<b>DIMENSIONES</b>	Largo Ancho Altura	De razón De razón De razón	
			<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AMBIENTE</b>	Material predominante de envolvente	Nominal	
			<b>ENVOLVENTE</b>	Espesor de envolvente Resistencia de sobrecarga	De razón Nominal	
				Valor de transmitancia térmica de la envolvente	Intervalo	
			<b>MOBILIARIO</b>	Tipo de mobiliario Material de mobiliario Cantidad de mobiliario	Nominal Nominal De razón	

Fuente: Elaboración Propia (2020)

## Anexo 5: Instrumentos de recolección de datos.

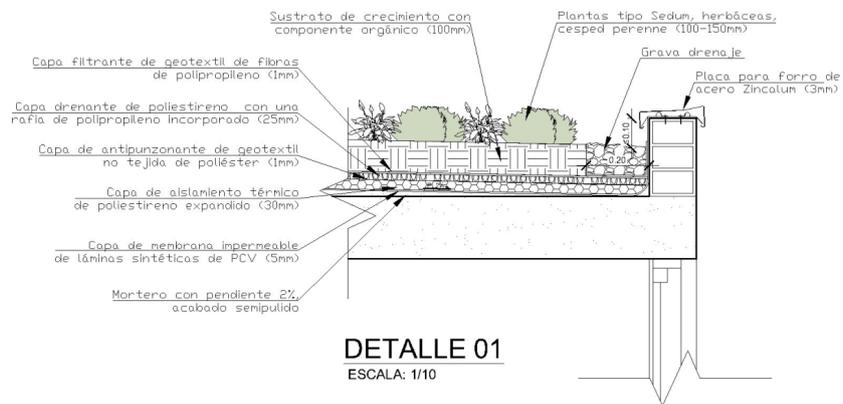
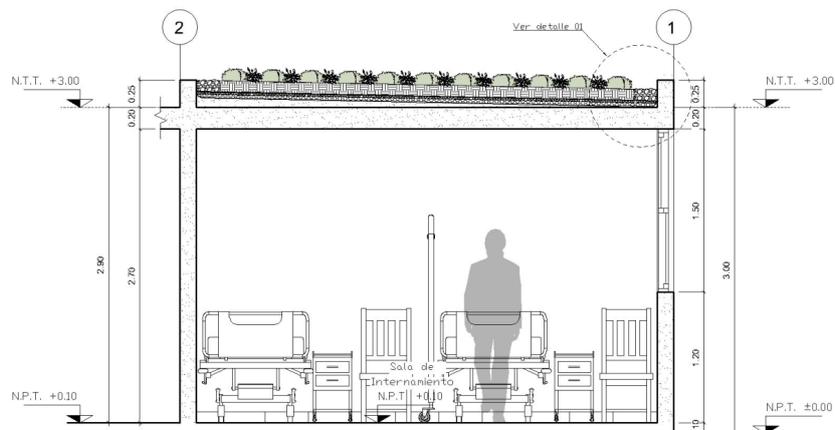
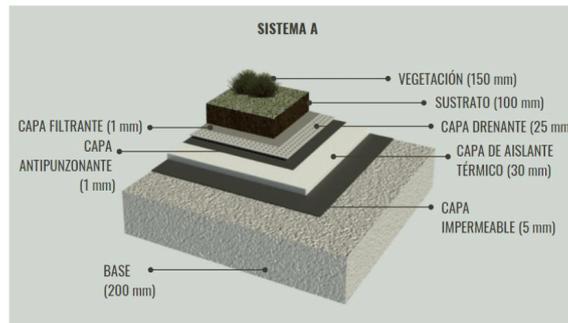
 <b>FICHA TÉCNICA</b>		Fecha:	
Sistema de cubiertas vegetales para el confort térmico del área de internamiento de un Centro de salud I-4, Trujillo, 2020			
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>			
<b>Autores:</b>	Figuroa Rivera, Dayan & Sánchez Alfaro, K. Viviana		
<b>Finalidad:</b>	Identificar datos sobre los tipos de sistemas de cubiertas vegetales obtenidos de las teorías relacionadas con la variable de sistemas de cubiertas vegetales.		
<b>Variable:</b>	Sistemas de cubiertas vegetales		
<b>Instrucciones:</b>	Llenar los casilleros con información sobre el tipo de sistemas de cubiertas vegetales según las 3 tipos de diseño de cubiertas vegetales propuestas.		
<b>II. SISTEMA:</b>	<b>SISTEMA A</b>	<b>SISTEMA B</b>	<b>SISTEMA C</b>
<b>Según el medio de crecimiento: ( Extensivo/ Intensivo )</b>	Extensivo	Extensivo	Extensivo
<b>III. TECNOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN</b>			
<b>3.1. Tipo de tecnología según los componentes empleados (Marcar con un aspa el tipo de tecnología que se usará)</b>			
<input type="checkbox"/> Multicapa monolíticos	X		
<input type="checkbox"/> Tipo receptáculo (modular)		X	
<input type="checkbox"/> Tipo Monocapa			X
<b>3.2. Componentes (Llenar los espacios con información de los componentes según el tipo de tecnología elegida previamente)</b>			
<b>3.2.1. Capa vegetal</b>			
Especie vegetal	Sedum, herbáceas, césped perenne	Sedum, herbáceas, césped perenne	Sedum y gramíneas
Altura de capa vegetal (mm)	150	150	100
<b>3.2.2. Sustrato</b>			
Tipo de sustrato	Sustrato mineral con componente orgánico	Sustrato mineral con componente orgánico	Sustrato mineral con componente orgánico
Espesor de Sustrato (mm)	100	80	60
<b>3.2.3. Capa Filtrante</b>			
Espesor de capa Filtrante (mm)	1	1	1
Material de capa Filtrante	Geotextil de fibras de polipropileno	Geotextil de fibras de polipropileno	Geotextil de fibras de polipropileno
<b>3.2.4. Capa Drenante</b>			
Espesor de capa Drenante (mm)	25	40	25
Material de capa Drenante	Poliestireno con una rafia de polipropileno incorporado	Módulo de Polipropileno Reciclado	Poliestireno con una rafia de polipropileno incorporado
<b>3.2.5. Capa Antipunzonante</b>			
Espesor de capa Antipunzonante (mm)	1	-	-
Material de capa Antipunzonante	Geotextil no tejida de poliéster	-	-
<b>3.2.6. Capa de Aislante térmico</b>			
Espesor de Aislante térmico	30	-	-

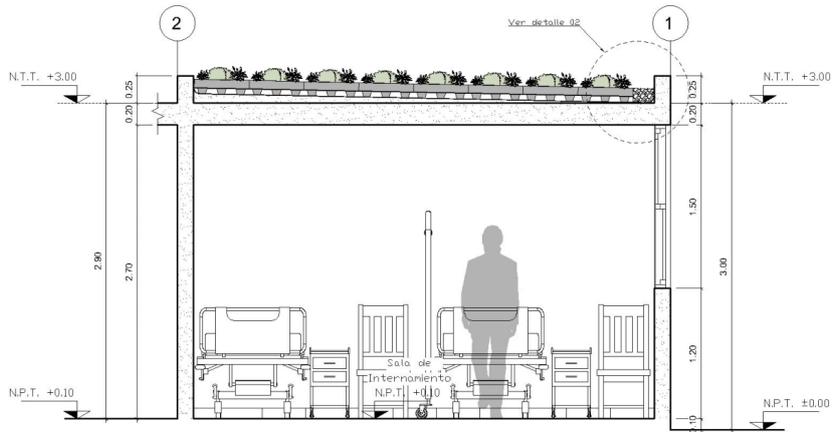
(mm)				
Material de Aislante térmico	Poliestireno expandido	-	-	
<b>3.2.7. Capa de Membrana Impermeable</b>				
Tipo de membrana Impermeable según el sistema de colocación	Láminas sintéticas de PVC	Láminas sintéticas de PVC	Láminas sintéticas de PVC	
Espesor de membrana Impermeable (mm)	5	5	5	
<b>3.3. Pendiente de sistema</b>				
Porcentaje de Pendiente	2%	2%	2%	
Material de relleno	Concreto liviano	Concreto liviano	Concreto liviano	
<b>3.4. Propiedades de Materiales</b>				
Peso bruto de sistema de cubierta vegetal seco (Kg/m2)	84.48	25.00	51.40	
Volumen de retención de agua (lt/m2)	49.00	40.00	29.00	
Peso bruto de sistema de cubierta vegetal saturado (Kg/m2)	133.48	65.00	80.40	
Transmitancia térmica de materiales (w/m²k)	0.61	1.19	1.61	
<b>3.5. Parapeto</b>				
Altura de parapeto (cm)	25 cm	25 cm	25 cm	
Material de parapeto	Ladrillo	Ladrillo	Ladrillo	
<b>IV. ESTRATEGIAS DE CONTROL</b>				
<b>4.1. Mantenimiento</b>				
<b>Frecuencia de Irrigación</b>	Bajo Regular Alto	Bajo	Bajo	Bajo
<b>Tecnología de Sistema de Regadío</b>	Riego automatizado por goteo	Riego automatizado por goteo	Riego automatizado por goteo	

Vistas del sistema A, B y C

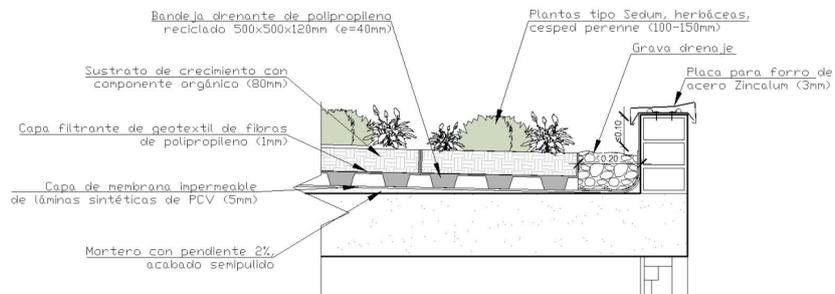


Fuente: Designbuilder v06 (2020)

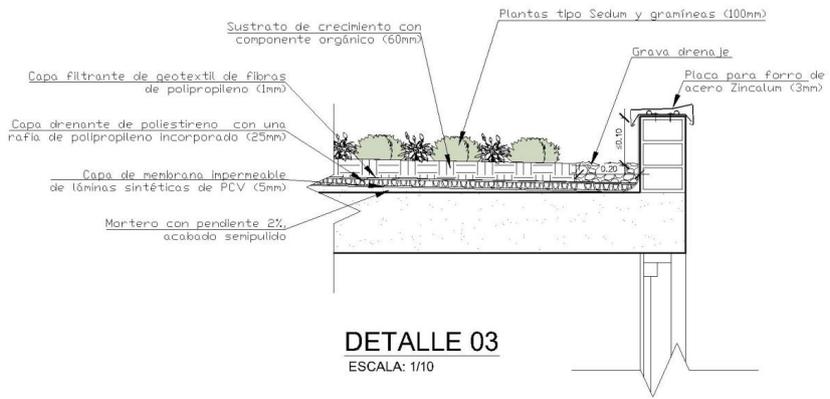
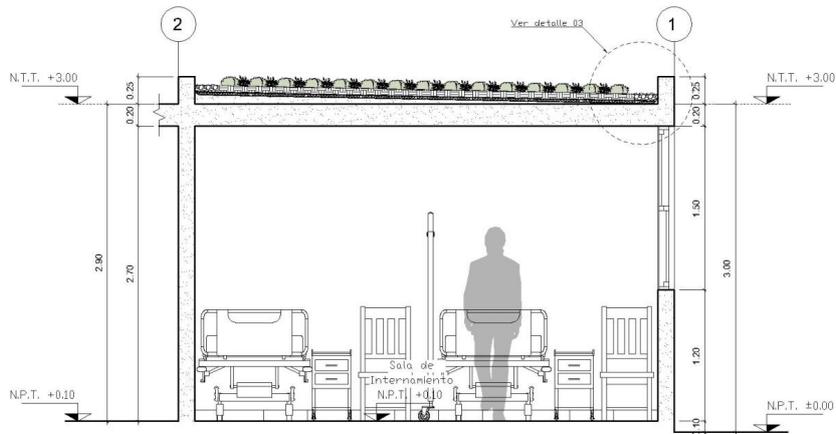




**CORTE A - A' (Sistema B)**  
ESCALA: 1/25

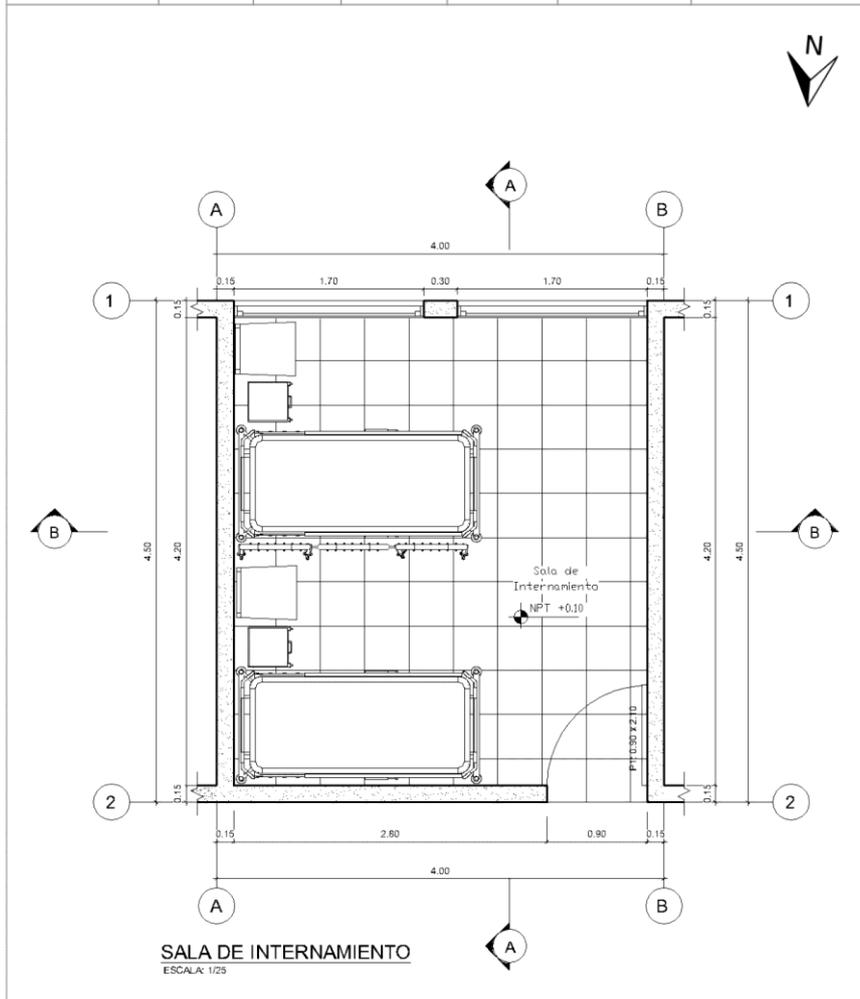


**DETALLE 02**  
ESCALA: 1/10

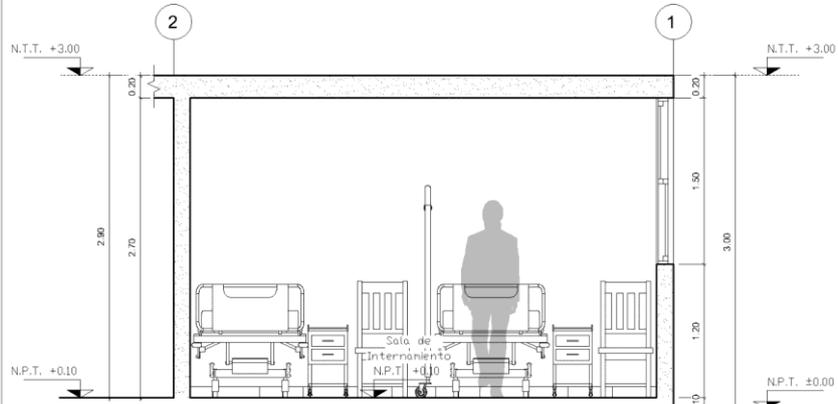


 <b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>		Fecha: 12/09/20		
<b>Sistema de cubiertas vegetales para el confort térmico del área de internamiento de un Centro de salud I-4, Trujillo, 2020</b>				
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>				
<b>Autores:</b>	Figueroa Rivera, Dayan & Sánchez Alfaro, K. Viviana			
<b>Finalidad</b>	Registrar datos de la sala de internamiento para identificar los parámetros ambientales y características físicas que influyen en el confort térmico.			
<b>Variable:</b>	Confort térmico			
<b>Instrucciones:</b>	Llenar los casilleros con información requerida en cada ítem.			
<b>II. DATOS GENERALES</b>				
<b>Ambiente de estudio:</b>	Sala de internamiento del Centro de Salud Materno Infantil "El Bosque" de Trujillo	<b>Mapa de ubicación:</b> 		
<b>Dirección:</b>	Calle Julia Codesido 887, Trujillo 13007			
<b>Coordenadas:</b>	Latitud: 8°06'47.8"S Longitud: 79°00'25.6"O Altitud: 40 m.s.n.m. Azimut: 351°00'00' <i>Fuente: Autocad (2020)</i>			
<b>III. USUARIO</b>				
<b>USUARIO</b>	<b>Aforo del ambiente</b>			
	2 persona / ambiente			
<b>IV. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AMBIENTE</b>				
<b>DIMENSIONES DEL AMBIENTE</b>	<b>Largo (ml)</b>	<b>Ancho (ml)</b>	<b>Altura (ml)</b>	
	- 4.50 ml	- 4.00 ml	- 2.70 ml	
<b>ENVOLVENTE</b>	<b>Resistencia de sobrecarga de la cubierta (Kg/m2)</b>		<b>Transmitancia térmica de la cubierta (w/m²k)</b>	
	200 Kg/m2 <i>Fuente: RNE - E020 (2006)</i>		2.09 <i>Fuente: Revit (2020)</i>	
	<b>Elementos constructivos</b>	<b>Espesor (cm)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
	Muros interiores	0.15	4.00	2.70 m
	Muros exteriores	0.15	4.50	2.70 m
	Pisos Interiores	0.08	0.30	-
	Cubierta	0.20	4.50	-
Cielo raso	-	-	-	
			<b>Material predominante</b>	
			Ladrillo	
			Ladrillo	
			Cerámica	
			Concreto, Ladrillo	
			-	

	Vanos	Cantidad (und)	Largo (m)	Ancho (m)	Alféizar (m)	Material predominante
	Ventanas	2	1.50 m	1.70 m	1.20 m	Vidrio templado opaco
	Puertas	1	2.10 m	0.90 m	-	Madera contrachapada
MOBILIARIO	Mobiliario	Cantidad (und)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Material predominante
	Cama	2	2.00	0.90	0.50	Acero galvanizado
	Mesa	2	0.45	0.40	0.65	Aluminio
	Silla	2	0.40	0.40	0.90	Madera



Cortes :



**CORTE A - A'**  
ESCALA: 1/25



**CORTE B - B'**  
ESCALA: 1/25

**V. DATOS GENERALES DE DISPOSITIVO DE MEDICIÓN**

Información de dispositivo de medición	Nombre: <i>Termohigrómetro</i>	Versión: HTC - 02	Desarrolladora: LWH	Altura de medición: 1.10
--	-----------------------------------	----------------------	------------------------	-----------------------------

**VII. RESULTADOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PARÁMETROS AMBIENTALES**

DÍA	HORA	TEMPERATUR A INT. (C°)	TEMPERATUR A EXT. (C°)	HUMEDAD RELATIVA INT. (%)	*HUMEDAD RELATIVA EXT. (%)	* VELOCIDAD DEL VIENTO EXT. (km/h)	*DIRECCIÓN DEL VIENTO EXT.
<b>01</b> <b>(05/09/20)</b>	Mañana (7:00)	19.7	15.8	65.4	85.0	12	Sureste - noroeste
	Tarde (14:00)	20.1	21.1	65.9	65.0	21	Sureste - noroeste
	Noche (20:00)	20.7	18.0	64.7	81.0	25	Sureste - noroeste
<b>02</b> <b>(06/09/20)</b>	Mañana (7:00)	19.9	16.0	67.3	87.0	10	Sureste - noroeste
	Tarde (14:00)	20.3	21.0	67.0	69.0	23	Sureste - noroeste
	Noche (20:00)	20.9	17.0	64.8	81.0	23	Sureste - noroeste
<b>03</b> <b>(07/09/20)</b>	Mañana (7:00)	20.0	15.9	67.4	85.0	9	Sureste - noroeste
	Tarde (14:00)	20.6	22.0	66.1	64.0	13	Sureste - noroeste
	Noche (20:00)	20.8	18.4	63.7	79.0	16	Sureste - noroeste
<b>04</b> <b>(08/09/20)</b>	Mañana (7:00)	19.7	15.70	68.9	83.0	10	Sureste - noroeste
	Tarde (14:00)	20.6	21.9	67.1	68.0	18	Sureste - noroeste
	Noche (20:00)	20.2	16.9	65.7	80.0	19	Sureste - noroeste
<b>05</b> <b>(09/09/20)</b>	Mañana (7:00)	19.9	15.8	68.2	82.0	12	Sureste - noroeste
	Tarde (14:00)	20.8	22.0	66.3	63.0	16	Sureste - noroeste
	Noche (20:00)	20.6	18.2	66.5	67.0	24	Sureste - noroeste
<b>06</b> <b>(10/09/20)</b>	Mañana (7:00)	19.8	17.4	70.2	74.0	8	Sureste - noroeste
	Tarde (14:00)	20.2	20.9	67.6	67.0	15	Sureste - noroeste
	Noche (20:00)	20.1	17.9	66.7	72.0	25	Sureste - noroeste

<b>07</b> (11/09/20)	Mañana (7:00)	19.1	17.0	69.8	79.0	10	Sureste - noroeste
	Tarde (14:00)	20.1	20.8	66.5	68.0	18	Sureste - noroeste
	Noche (20:00)	19.9	16.5	65.6	80.0	23	Sureste - noroeste
<b>08</b> (12/09/20)	Mañana (7:00)	19.0	15.5	69.6	78.0	15	Sureste - noroeste
	Tarde (14:00)	19.6	20.6	68.3	70.0	23	Sureste - noroeste
	Noche (20:00)	20.5	17.3	65.8	80.8	23}	Sureste - noroeste
<b>09</b> (13/09/20)	Mañana (7:00)	19.9	16.2	68.8	88.8	10	Sureste - noroeste
	Tarde (14:00)	20.6	22.3	68.2	69.1	18	Sureste - noroeste
	Noche (20:00)	20.9	17.8	65.2	82.2	19	Sureste - noroeste
<b>10</b> (14/09/20)	Mañana (7:00)	20.0	16.8	68.7	88.7	12	Sureste - noroeste
	Tarde (14:00)	20.3	21.2	68.1	70.1	20	Sureste - noroeste
	Noche (20:00)	21.0	18.2	67.0	84.0	19	Sureste - noroeste
<b>11</b> (15/09/20)	Mañana (7:00)	20.0	16.4	69.2	87.2	08	Sureste - noroeste
	Tarde (14:00)	20.9	21.8	71.2	73.2	14	Sureste - noroeste
	Noche (20:00)	21.1	18.6	64.8	80.8	14	Sureste - noroeste
<b>12</b> (16/09/20)	Mañana (7:00)	19.9	16.0	69.6	82.6	10	Sureste - noroeste
	Tarde (14:00)	20.5	21.9	68.7	69.7	18	Sureste - noroeste
	Noche (20:00)	20.8	17.8	66.6	81.6	23	Sureste - noroeste
<b>13</b> (17/09/20)	Mañana (7:00)	20.1	16.9	75.7	89.7	10	Sureste - noroeste
	Tarde (14:00)	20.5	21.1	70.0	73.0	14	Sureste - noroeste
	Noche (20:00)	20.7	18.3	66.7	67.7	18	Sureste - noroeste
<b>14</b>	Mañana	20.1	16.4	71.1	75.1	12	Sureste -

<b>(18/09/20)</b>	(7:00)						noroeste
	Tarde (14:00)	20.6	21.4	68.7	69.3	15	Sureste - noroeste
	Noche (20:00)	21.1	18.8	66.3	72.3	25	Sureste - noroeste

*\*Datos relativos obtenidos del Senamhi (2020)*

	<b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>		Fecha:
	Sistema de cubiertas vegetales para el confort térmico del área de internamiento de un Centro de salud I-4, Trujillo, 2020		
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>			
<b>Autores:</b>	Figueroa Rivera, Dayan & Sánchez Alfaro, K. Viviana		
<b>Finalidad:</b>	Identificar las condiciones ambientales en cuanto a temperatura y humedad mediante la manipulación de la variable de sistemas de cubiertas vegetales y evaluar su contribución al confort térmico.		
<b>Variable:</b>	Confort térmico		
<b>Instrucciones:</b>	Llenar los casilleros con los resultados obtenidos en la medición de temperatura y ambiental en campo actual y su comparación con la simulación del software Design Builder v6.1.0.6. del Centro de Salud Materno Infantil "El Bosque" de Trujillo usando un sistema de cubiertas vegetales.		
<b>II. DATOS GENERALES</b>			
<b>Nombre:</b>	Centro de Salud Materno Infantil "El bosque" de Trujillo	<b>Ubicación:</b>	Calle Julia Codesido 887, Trujillo 13007
<b>Información software:</b>	<i>Design Builder v6.1.0.6.</i> es un software especializado en la simulación ambiental y energética de edificios. Sus avanzadas prestaciones permiten evaluar aspectos como los niveles de confort.		

<b>III. CUADRO RESUMEN DE DATOS DE TEMPERATURA</b>									
DÍA / HORA		1 (Sin cubierta vegetal)		2 (Con Sistema de cubierta vegetal A)		3 (Con Sistema de cubierta vegetal B)		4 (Con Sistema de cubierta vegetal C)	
		TEMPERATURA INT. (C°)	HUMEDAD RELATIVA INT. (%)	TEMPERATURA INT. (C°)	HUMEDAD RELATIVA INT. (%)	TEMPERATURA INT. (C°)	HUMEDAD RELATIVA INT. (%)	TEMPERATURA INT. (C°)	HUMEDAD RELATIVA INT. (%)
1	Mañana (7:00)	19.7	65.4	20.3	64.9	20.1	70.1	20.0	67.5
	Tarde (14:00)	20.1	65.9	22.4	62.5	21.6	69.8	21.2	66.1
	Noche (20:00)	20.7	64.7	22.2	64.3	21.4	69.1	21.7	67.2
2	Mañana (7:00)	19.9	67.3	20.6	66.3	20.1	71.3	20.2	69.9
	Tarde (14:00)	20.3	67	22.1	63.9	21.9	70.5	20.8	67.7
	Noche (20:00)	20.9	64.8	22.7	63.3	21.4	70.5	21.6	69.0
3	Mañana (7:00)	20.0	67.4	20.9	65.2	20.5	71.8	20.5	68.3
	Tarde (14:00)	20.6	66.1	23.3	62.3	22.1	68.7	21.1	65.7
	Noche (20:00)	20.8	63.7	22.9	62.4	21.9	68.9	21.8	66.2

4	Mañana (7:00)	19.7	68.9	21.6	66.2	20.5	71.9	20.4	70.4
	Tarde (14:00)	20.6	67.1	22.9	66.0	22.0	70.4	21.5	67.3
	Noche (20:00)	20.8	65.7	22.8	64.4	21.7	70.4	21.0	69.8
5	Mañana (7:00)	19.9	68.2	21.0	64.3	20.5	71.7	20.3	70.3
	Tarde (14:00)	20.8	66.3	23.1	61.9	22.3	67.1	21.5	65.1
	Noche (20:00)	20.6	66.5	22.9	65.3	21.1	69.6	21.6	69.1
6	Mañana (7:00)	19.8	70.2	21.1	66.8	20.7	71.9	20.7	69.2
	Tarde (14:00)	20.2	67.6	22.0	61.2	21.8	68.3	21.2	67.7
	Noche (20:00)	20.1	66.7	22.0	62.8	21.5	68.8	21.4	66.2
7	Mañana (7:00)	19.1	69.8	20.6	67.3	20.4	70.5	20.2	70.2
	Tarde (14:00)	20.1	66.5	22.3	65.8	22.0	70.1	21.0	67.1
	Noche (20:00)	19.9	65.6	21.2	64.7	20.6	67.1	20.5	66.4
8	Mañana (7:00)	19.0	69.6	20.8	66.8	19.7	70.0	19.6	70.0
	Tarde (14:00)	19.6	68.3	22.1	60.9	21.7	68.6	20.6	67.0
	Noche (20:00)	20.5	65.8	22.4	64.2	20.9	70.2	21.1	68.1
9	Mañana (7:00)	19.9	68.8	21.0	68.0	20.7	70.5	20.5	70.2
	Tarde (14:00)	20.6	68.2	23.1	66.7	22.2	68.7	21.8	67.8
	Noche (20:00)	20.9	65.2	22.9	64.8	21.5	69.6	21.6	67.0
10	Mañana (7:00)	20.0	68.7	21.0	67.2	20.5	69.7	20.6	69.8
	Tarde (14:00)	20.3	68.1	22.8	63.5	21.8	67.7	21.3	67.8
	Noche (20:00)	21.1	67	23.0	66.3	22.4	69.7	22.1	69.0

11	Mañana (7:00)	20.0	69.2	21.1	68.4	20.8	71.5	20.5	68.5
	Tarde (14:00)	20.9	71.2	23.3	66.1	22.0	70.0	21.7	67.2
	Noche (20:00)	21.1	64.8	22.9	64.4	22.2	70.6	21.8	69.0
12	Mañana (7:00)	19.9	69.6	20.8	67.1	20.7	68.8	21.6	67.4
	Tarde (14:00)	20.5	68.7	23.5	63.3	22.5	69.4	21.5	69.3
	Noche (20:00)	20.8	66.6	23.0	66.4	21.9	69.8	22.0	68.2
13	Mañana (7:00)	20.1	75.7	20.9	65.3	20.7	71.5	20.8	70.7
	Tarde (14:00)	20.5	70	22.2	62.6	21.8	70.9	21.4	69.0
	Noche (20:00)	20.7	66.7	22.3	67.5	21.5	68.6	21.5	67.5
14	Mañana (7:00)	20.1	71.1	21.7	67.6	20.6	71.6	20.9	68.4
	Tarde (14:00)	20.6	69.3	22.9	63.9	21.8	68.3	21.7	66.7
	Noche (20:00)	21.1	72.3	22.3	67.0	21.6	71.8	21.5	70.2

 <b>FICHA DE DOCUMENTAL</b>		Fecha: 26/08/20		
<b>Sistema de cubiertas vegetales para el confort térmico del área de internamiento de un Centro de salud I-4, Trujillo, 2020</b>				
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>				
<b>Autores:</b>	Figueroa Rivera, Dayan & Sánchez Alfaro, K. Viviana			
<b>Finalidad:</b>	Identificar las condiciones de confort térmico requeridas para la ciudad de Trujillo.			
<b>Variable:</b>	Confort térmico			
<b>Instrucciones:</b>	Llenar los casilleros con información requerida en cada ítem.			
<b>II. DETERMINACIÓN DEL CONFORT TÉRMICO</b>				
<b>APLICACIÓN DE FÓRMULA DE STEVE SZOKOLAY</b>				
Steve Szokolay, mediante la teoría que brindaba Olgay, formuló una ecuación para hallar los rangos de temperatura interior adecuados para diferentes zona climáticas, para ello se requiere hallar la temperatura media anual.				
MES	T. MIN. (C°)	T. MÁX. (C°)	T. MED. (C°)	Luego, se aplica la fórmula de Szokolay: $T_n = (T_{ma} \times 0.31) + 17.60$  Donde: Tn = Temperatura neutra (°C) Tma = Temperatura media anual (°C) $T_n = (19.5 \times 0.31) + 17.60 = 23.6$ °C
ENERO	19	28	23	
FEBRERO	19	28	23	
MARZO	17	28	21	
ABRIL	16	28	20	Para hallar el rango aceptable para temperaturas interiores en Trujillo, se aplican las dos fórmulas siguientes:  <b>PARA RANGO MÍNIMO</b> $ZC_{min} = T_n - 2.5$ Donde: Zc min = Límite de confort térmico mínimo (°C) Tn = Temperatura neutra (°C) $ZC_{min} = 23.6 - 2.5$ $ZC_{min} = 21.1$ °C
MAYO	16	27	19	
JUNIO	15	26	18	
JULIO	14	25	18	
AGOSTO	13	24	17	
SEPTIEMBRE	13	23	17	
OCTUBRE	15	24	18	
NOVIEMBRE	16	25	20	<b>PARA RANGO MÁXIMO</b> $ZC_{max} = T_n + 2.5$ Donde: Zc máx = Límite de confort térmico máximo (°C) Tn = Temperatura neutra (°C) $ZC_{max} = 23.20 + 2.5$ $ZC_{max} = 26.1$ °C
DICIEMBRE	16	27	21	
<b>ANUAL</b>	15.7	26.0	19.5	
FUENTE: SENAMHI (2020)				
Donde: Tmax: Temperatura máxima promedio del mes Tmin: Temperatura mínima promedio del mes Tmed: Temperatura media mensual				
<b>TEMPERATURA IDEAL (°C)</b>			23.60 °C	
<b>RANGO ACEPTABLE (°C)</b> ±1.50 °C 90% de aceptabilidad			22.1 - 25.1 °C	
<b>RANGO ACEPTABLE (°C)</b> ±2.50 °C 80% de aceptabilidad			21.1 - 26.1 °C	

	<b>ENTREVISTA</b>		Fecha: Codigo: 1-001
	Sistema de cubiertas vegetales para el confort térmico del área de internamiento de un Centro de salud I-4, Trujillo, 2020		
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>			
<b>Autores:</b>	Figueroa Rivera, Dayan & Sánchez Alfaro, K. Viviana		
<b>Finalidad:</b>	Identificar datos sobre los tipos de sistemas de cubiertas vegetales.		
<b>Variable:</b>	Sistemas de cubiertas vegetales		
<b>II. DATOS DEL ENTREVISTADO</b>			
<b>Nombre del entrevistado:</b>		<b>Empresa:</b>	
<b>III. PREGUNTAS</b>			
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 01</b>	Determinar la Tipología del sistema de cubiertas vegetales que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud, Trujillo, 2020.		
<i>A01. ¿Qué criterios hay que tener en cuenta para elegir entre una cubierta vegetal intensiva y una extensiva?</i>			
<i>A02. Según su criterio ¿Qué tipo de cubierta vegetal (intensiva o extensiva) sería la más adecuada a instalar en un Centro de Salud? ¿Por qué?</i>			
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 02</b>	Determinar los componentes del sistema de cubiertas vegetales que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud I-4, Trujillo, 2020.		
<i>B01. ¿Cuáles son las especies vegetales que se pueden utilizar para una cubierta vegetal en la ciudades de clima templado como Trujillo?</i>			
<i>B02. Y, respecto a la pregunta anterior, ¿qué tipo de aspectos condicionan la elección de un tipo de especie vegetal u otra?</i>			
<i>B03. ¿Cuáles son los componentes básicos de una cubierta vegetal?</i>			
<i>B04. ¿Qué criterios hay que tomar en cuenta para elegir el espesor del material de los componentes?</i>			
<i>B05. ¿Cuál es la inclinación mínima y máxima recomendada para instalar una cubierta vegetal?</i>			

<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 03</b>	Determinar las propiedades de los materiales del sistema de cubiertas vegetales que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud I-4, Trujillo, 2020.
<i>C01. ¿Cuál es el peso aproximado de una cubierta vegetal en función al tipo de cubierta elegida?</i>	
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 04</b>	Identificar el tipo de sistema de construcción del sistema de cubiertas vegetales que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud I-4, Trujillo, 2020.
<i>D01. ¿Qué tipo de tecnología de construcción es la más recomendable en Centros de salud existentes?</i>	
<i>D02. Respecto a la anterior, ¿Qué factores se deben tener en cuenta para su diseño?</i>	
<b>OBSERVACIONES:</b>	

	<b>ENTREVISTA</b>		Fecha: Código: 2-001
	Sistema de cubiertas vegetales para el confort térmico del área de internamiento de un Centro de salud I-4, Trujillo, 2020		
<b>IV. INFORMACIÓN GENERAL</b>			
<b>Autores:</b>	Figueroa Rivera, Dayan & Sánchez Alfaro, K. Viviana		
<b>Finalidad:</b>	Identificar datos sobre los tipos de sistemas de cubiertas vegetales.		
<b>Variable:</b>	Sistemas de cubiertas vegetales		
<b>V. DATOS DEL ENTREVISTADO</b>			
<b>Nombre del entrevistado:</b>		<b>Empresa:</b>	
<b>VI. PREGUNTAS</b>			
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 05</b>	Establecer el mantenimiento del sistema de cubiertas vegetales que contribuye al confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud I-4, Trujillo, 2020.		
<i>E01. ¿Qué actividades de mantenimiento se realizan en una cubierta vegetal?</i>			
<i>E02. ¿Con qué frecuencia se recomienda realizar el mantenimiento de una cubierta vegetal?</i>			
<i>E03. ¿Qué tipo de condicionantes determinan la frecuencia de mantenimiento de una cubierta vegetal?</i>			
<i>E04. ¿Qué tipo de cubierta vegetal (multicapa, monocapa o modular) requiere mayor mantenimiento? ¿Por qué?</i>			
<i>E05. ¿Cuál es la esperanza de vida aproximada de los componentes de una cubierta verde?</i>			
<i>E06. ¿Qué tipo de sistema de riego se puede utilizar en una cubierta vegetal?</i>			
<i>E07. ¿Cuál es la frecuencia de irrigación de una cubierta vegetal en verano e invierno?</i>			
<b>OBSERVACIONES:</b>			

Fuente: Elaboración Propia (2020).

## Anexo 6: Ficha de Validación de Instrumentos por Juicio de Expertos



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA

### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

#### I. DATOS INFORMATIVOS

Título	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor del Instrumento
Sistema de Cubiertas Vegetales para el confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud Tipo I-4, Trujillo, 2020	Nº 01 Entrevista: Sistema de Cubierta Vegetales	Est. Arq. Dayan Figueroa Rivera Est. Arq. K. Viviana Sánchez Alfaro

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Nº	DIMENSIONES / Items	CLARIDAD <sup>1</sup>		PERTINENCIA <sup>2</sup>		RELEVANCIA <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	<b>TIPOLOGÍA DE CUBIERTA VEGETAL</b>	X		X		X		
1	¿Qué diferencia hay entre una cubierta vegetal intensiva y una extensiva?	X		X		X		
2	¿Que tipo de cubierta vegetal (intensiva o extensiva) sería la más adecuada instalar en un centro de salud?	X		X		X		
	<b>TECNOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN</b>							
3	¿Cuáles son las especies vegetales que se pueden utilizar para una cubierta vegetal?.	X		X		X		
4	Y, en este aspecto, ¿qué tipo de cuestiones condicionan la elección de un tipo u otro?	X		X		X		
5	¿Cuáles son las componentes básicas de una cubierta vegetal?	X		X		X		
6	¿Qué criterios hay que tomar en cuenta para elegir el espesor y material de los componentes?	X		X		X		
7	¿Que tipo de tecnología de construcción es la más recomendable en Centros de salud?	X		X		X		
8	Al instalar una cubierta vegetal en una edificación existente de uso hospitalario, ¿Qué factores se deben tener en cuenta para su diseño e instalación?	X		X		X		
9	¿Cuál es el peso de una cubierta vegetal en función al tipo de cubierta elegida?	X		X		X		
	<b>ESTRATEGIAS DE CONTROL</b>							
10	¿Cómo es el mantenimiento y el sistema de riego de una cubierta vegetal?	X		X		X		

<sup>1</sup> **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

<sup>2</sup> **Pertinencia:** Si el ítem pertenece a la dimensión.

<sup>3</sup> **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

#### III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación después de resolver las observaciones.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
NO
OTRO

#### IV. OBSERVACIONES

.....

.....

.....

.....

Mg. Arq. Lucía Huacacolque Sánchez		18 de Julio del 2020, Trujillo
Nombre y Apellidos del Experto	Firma del Experto	Lugar y fecha



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS INFORMATIVOS

Título	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor del Instrumento
Sistema de Cubiertas Vegetales para el confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud Tipo I-4, Trujillo, 2020	N° 03 Ficha de Observación de confort térmico	Est. Arq. Dayan Figueroa Rivera Est. Arq. K. Viviana Sánchez Alfaro

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE				BAJA				REGULAR				BUENA				EXCELENTE			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
1. CLARIDAD	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado, es decir, libre de ambigüedades.																			X	
2. OBJETIVIDAD	Los ítems tienen coherencia con la variable en todas sus dimensiones e indicadores, tanto en su aspecto conceptual y operacional.																			X	
3. ACTUALIDAD	El instrumento evidencia vigencia acorde con el conocimiento científico y tecnológico.																			X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica entre los ítems del instrumento.																			X	
5. SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento comprenden los aspectos en cantidad y calidad.																			X	
6. INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables, sus dimensiones e ítems.																			X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.																			X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores y las dimensiones.																			X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.																			X	
10. PERTINENCIA	El instrumento es útil y educado para la investigación.																			X	

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación después de resolver las observaciones.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN (%) ...83%.....

V. OBSERVACIONES

.....  
.....  
.....

Mg. Arq. Lucía Huacacolque Sánchez		08 de Julio del 2020, Trujillo
Nombre y Apellidos del Experto	Firma del Experto	Lugar y fecha



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS INFORMATIVOS

Título	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor del Instrumento
Sistema de Cubiertas Vegetales para el confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud Tipo I-4, Trujillo, 2020	Ficha N° 05 Ficha documental de confort térmico	Est. Arq. Dayan Figueroa Rivera Est. Arq. K. Viviana Sánchez Alfaro

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE				BAJA				REGULAR				BUENA				EXCELENTE				
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
1. CLARIDAD	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado, es decir, libre de ambigüedades.																X					
2. OBJETIVIDAD	Los ítems tienen coherencia con la variable en todas sus dimensiones e indicadores, tanto en su aspecto conceptual y operacional.																	X				
3. ACTUALIDAD	El instrumento evidencia vigencia acorde con el conocimiento científico y tecnológico.																	X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica entre los ítems del instrumento.																	X				
5. SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento comprenden los aspectos en cantidad y calidad.																	X				
6. INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables, sus dimensiones e ítems.																X					
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.																	X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores y las dimensiones.																	X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.																	X				
10. PERTINENCIA	El instrumento es útil y adecuado para la investigación.																	X				

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación después de resolver las observaciones.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN (%) ...83%.....

V. OBSERVACIONES

.....  
.....  
.....

Mg. Arq. Lucía Huacacolque Sánchez		08 de Julio del 2020, Trujillo
Nombre y Apellidos del Experto	Firma del Experto	Lugar y fecha



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA DE ARQUITECTURA

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS INFORMATIVOS

Título	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor del Instrumento
Sistema de Cubiertas Vegetales para el confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud Tipo I-4, Trujillo, 2020	N° 01 Entrevista: Sistema de Cubierta Vegetales	Est. Arq. Dayan Figueroa Rivera Est. Arq. K. Viviana Sánchez Alfaro

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

N°	DIMENSIONES / Items	CLARIDAD <sup>1</sup>		PERTINENCIA <sup>2</sup>		RELEVANCIA <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	<b>TIPOLOGÍA DE CUBIERTA VEGETAL</b>							
1	¿Qué diferencia hay entre una cubierta vegetal intensiva y una extensiva?	X		X		X		
2	¿Que tipo de cubierta vegetal (intensiva o extensiva) sería la más adecuada instalar en un centro de salud?	X		X		X		
	<b>TECNOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN</b>							
3	¿Cuáles son las especies vegetales que se pueden utilizar para una cubierta vegetal?.	X		X		X		
4	Y, en este aspecto, ¿qué tipo de cuestiones condicionan la elección de un tipo u otro?	X		X		X		
5	¿Cuáles son las componentes básicas de una cubierta vegetal?	X		X		X		
6	¿Qué criterios hay que tomar en cuenta para elegir el espesor y material de los componentes?	X		X		X		
7	¿Que tipo de tecnología de construcción es la más recomendable en Centros de salud?	X		X		X		
8	Al instalar una cubierta vegetal en una edificación existente de uso hospitalario, ¿Qué factores se deben tener en cuenta para su diseño e instalación?	X		X		X		
9	¿Cuál es el peso de una cubierta vegetal en función al tipo de cubierta elegida?	X		X		X		
	<b>ESTRATEGIAS DE CONTROL</b>							
10	¿Cómo es el mantenimiento y el sistema de riego de una cubierta vegetal?	X		X		X		

<sup>1</sup> Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

<sup>2</sup> Pertinencia: Si el ítem pertenece a la dimensión.

<sup>3</sup> Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación después de resolver las observaciones.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. OBSERVACIONES

.....  
 .....  
 .....

Arq. Luis Alberto Meza Roman		Trujillo, 16 de Julio del 2020
Nombre y Apellidos del Experto	Firma del Experto	Lugar y fecha











FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS INFORMATIVOS

Título	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor del Instrumento
Sistema de Cubiertas Vegetales para el confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud Tipo I-4, Trujillo, 2020	N° 01 Entrevista: Sistema de Cubierta Vegetales	Est. Arq. Dayan Figueroa Rivera Est. Arq. K. Viviana Sánchez Alfaro

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

N°	DIMENSIONES / Items	CLARIDAD <sup>1</sup>		PERTINENCIA <sup>2</sup>		RELEVANCIA <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	<b>TIPOLOGÍA DE CUBIERTA VEGETAL</b>	X		X		X		
1	¿Qué diferencia hay entre una cubierta vegetal intensiva y una extensiva?	X		X		X		
2	¿Que tipo de cubierta vegetal (intensiva o extensiva) sería la más adecuada instalar en un centro de salud?	X		X		X		
	<b>TECNOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN</b>							
3	¿Cuáles son las especies vegetales que se pueden utilizar para una cubierta vegetal?	X		X		X		
4	Y, en este aspecto, ¿qué tipo de cuestiones condicionan la elección de un tipo u otro?	X		X		X		
5	¿Cuáles son las componentes básicas de una cubierta vegetal?	X		X		X		
6	¿Qué criterios hay que tomar en cuenta para elegir el espesor y material de los componentes?	X		X		X		
7	¿Que tipo de tecnología de construcción es la más recomendable en Centros de salud?	X		X		X		
8	Al instalar una cubierta vegetal en una edificación existente de uso hospitalario, ¿Qué factores se deben tener en cuenta para su diseño e instalación?	X		X		X		
9	¿Cuál es el peso de una cubierta vegetal en función al tipo de cubierta elegida?	X		X		X		
	<b>ESTRATEGIAS DE CONTROL</b>							
10	¿Cómo es el mantenimiento y el sistema de riego de una cubierta vegetal?	X		X		X		

<sup>1</sup>. **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

<sup>2</sup>. **Pertinencia:** Si el ítem pertenece a la dimensión.

<sup>3</sup>. **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación después de resolver las observaciones.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

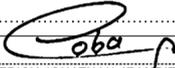
X

IV. OBSERVACIONES

.....

.....

.....

Erick Jonathan Jeampier Coba Urcia	 ERICK JONATHAN JEAMPIER COBA URCLIA Ingeniero Ambiental CIP N° 235073	07 de Julio del 2020
Nombre y Apellidos del Experto	Firma del Experto	Lugar y fecha



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS INFORMATIVOS

Título	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor del Instrumento
Sistema de Cubiertas Vegetales para el confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud Tipo I-4, Trujillo, 2020	N° 02 Ficha Técnica del Sistema de Cubierta Vegetales	Est. Arq. Dayan Figueroa Rivera Est. Arq. K. Viviana Sánchez Alfaro

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE				BAJA				REGULAR				BUENA				EXCELENTE							
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96				
1. CLARIDAD	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado, es decir, libre de ambigüedades.																			X					
2. OBJETIVIDAD	Los ítems tienen coherencia con la variable en todas sus dimensiones e indicadores, tanto en su aspecto conceptual y operacional.																				X				
3. ACTUALIDAD	El instrumento evidencia vigencia acorde con el conocimiento científico y tecnológico.																				X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica entre los ítems del instrumento.																				X				
5. SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento comprenden los aspectos en cantidad y calidad.																				X				
6. INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables, sus dimensiones e ítems.																				X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.																				X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores y las dimensiones.																				X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.																				X				
10. PERTINENCIA	El instrumento es útil y eduardo para la investigación.																				X				

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación después de resolver las observaciones.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN (%) ..... 85%

V. OBSERVACIONES

.....  
.....  
.....

Erick Jonathan Jeampier Coba Urcia	 ERICK JONATHAN JEAMPIER COBA URICIA Ingeniero Ambiental CIP N° 235073	07 de Julio del 2020
Nombre y Apellidos del Experto	Firma del Experto	Lugar y fecha



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS INFORMATIVOS

Título	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor del Instrumento
Sistema de Cubiertas Vegetales para el confort térmico del área de internamiento de un Centro de Salud Tipo I-4, Trujillo, 2020	N°04 Ficha de análisis de simulación de confort térmico	Est. Arq. Dayan Figueroa Rivera Est. Arq. K. Viviana Sánchez Alfaro

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE				BAJA				REGULAR				BUENA				EXCELENTE						
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96			
1. CLARIDAD	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado, es decir, libre de ambigüedades.																			X				
2. OBJETIVIDAD	Los ítems tienen coherencia con la variable en todas sus dimensiones e indicadores, tanto en su aspecto conceptual y operacional.																				X			
3. ACTUALIDAD	El instrumento evidencia vigencia acorde con el conocimiento científico y tecnológico.																				X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica entre los ítems del instrumento.																				X			
5. SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento comprenden los aspectos en cantidad y calidad.																				X			
6. INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables, sus dimensiones e ítems.																				X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.																				X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores y las dimensiones.																				X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.																				X			
10. PERTINENCIA	El instrumento es útil y adecuado para la investigación.																				X			

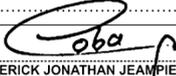
III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación después de resolver las observaciones.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN (%) ..... 85%

V. OBSERVACIONES

.....  
.....  
.....

Erick Jonathan Jeampier Coba Urcia	 ERICK JONATHAN JEAMPIER COBA URICIA Ingeniero Ambiental CIP N° 235073	07 de Julio del 2020
Nombre y Apellidos del Experto	Firma del Experto	Lugar y fecha



## Anexo 7: Coef. V de Aiken – Validación mediante Juicio de Expertos

INSTRUMENTO N° 01  
VALIDACIÓN JUICIO DE EXPERTOS

	ÍTEM 01 CLARIDAD	ÍTEM 02 PERTINENCIA	ÍTEM 03 RELEVANCIA	ÍTEM 04	ÍTEM 05	ÍTEM 06	ÍTEM 07	ÍTEM 08	ÍTEM 09	ÍTEM 10
	CLARIDAD	OBJETIVIDAD	ACTUALIDAD	ORGANIZACIÓN	SUFICIENCIA	INTENCIONALIDAD	CONSISTENCIA	COHERENCIA	METODOLOGÍA	PERTINENCIA
JUEZ 01	1	1	1							
JUEZ 02	1	1	1							
JUEZ 03	1	1	1							
<b>Total</b>	1.00	1.00	1.00							
<b>Coef. V de Aiken</b>	1.00									

INSTRUMENTO N° 02  
VALIDACIÓN JUICIO DE EXPERTOS

	ÍTEM 01	ÍTEM 02	ÍTEM 03	ÍTEM 04	ÍTEM 05	ÍTEM 06	ÍTEM 07	ÍTEM 08	ÍTEM 09	ÍTEM 10
	CLARIDAD	OBJETIVIDAD	ACTUALIDAD	ORGANIZACIÓN	SUFICIENCIA	INTENCIONALIDAD	CONSISTENCIA	COHERENCIA	METODOLOGÍA	PERTINENCIA
JUEZ 01	4	5	5	5	5	4	5	5	4	4
JUEZ 02	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
JUEZ 03	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Total</b>	0.83	0.92	0.92	0.92	0.92	0.83	0.92	0.92	0.83	0.83
<b>Coef. V de Aiken</b>	0.88									

INSTRUMENTO N° 03  
VALIDACIÓN JUICIO DE EXPERTOS

	ÍTEM 01	ÍTEM 02	ÍTEM 03	ÍTEM 04	ÍTEM 05	ÍTEM 06	ÍTEM 07	ÍTEM 08	ÍTEM 09	ÍTEM 10
	CLARIDAD	OBJETIVIDAD	ACTUALIDAD	ORGANIZACIÓN	SUFICIENCIA	INTENCIONALIDAD	CONSISTENCIA	COHERENCIA	METODOLOGÍA	PERTINENCIA
JUEZ 01	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
JUEZ 02	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
JUEZ 03	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Total</b>	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
<b>Coef. V de Aiken</b>	0.92									

INSTRUMENTO N° 04  
VALIDACIÓN JUICIO DE EXPERTOS

	ÍTEM 01	ÍTEM 02	ÍTEM 03	ÍTEM 04	ÍTEM 05	ÍTEM 06	ÍTEM 07	ÍTEM 08	ÍTEM 09	ÍTEM 10
	CLARIDAD	OBJETIVIDAD	ACTUALIDAD	ORGANIZACIÓN	SUFICIENCIA	INTENCIONALIDAD	CONSISTENCIA	COHERENCIA	METODOLOGÍA	PERTINENCIA
JUEZ 01	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
JUEZ 02	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
JUEZ 03	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Total</b>	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
<b>Coef. V de Aiken</b>	0.92									

INSTRUMENTO N° 05  
VALIDACIÓN JUICIO DE EXPERTOS

	ÍTEM 01	ÍTEM 02	ÍTEM 03	ÍTEM 04	ÍTEM 05	ÍTEM 06	ÍTEM 07	ÍTEM 08	ÍTEM 09	ÍTEM 10
	CLARIDAD	OBJETIVIDAD	ACTUALIDAD	ORGANIZACIÓN	SUFICIENCIA	INTENCIONALIDAD	CONSISTENCIA	COHERENCIA	METODOLOGÍA	PERTINENCIA
JUEZ 01	4	5	5	5	5	4	5	5	4	4
JUEZ 02	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
JUEZ 03	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Total</b>	0.83	0.92	0.92	0.92	0.92	0.83	0.92	0.92	0.83	0.83
<b>Coef. V de Aiken</b>	0.88									

Fuente: Elaboración Propia (2020)

## Anexo 8: Registro fotográfico



*Exterior del Centro de salud materno-infantil "El Bosque" (2020)*



*Azotea de del Centro de salud materno-infantil "El Bosque" (2020)*



*Interior de la sala de hospitalización del Centro de salud materno-infantil "El Bosque" (2020)*



*Interior de las áreas de hospitalización del Centro de salud materno-infantil "El Bosque" (2020)*



*Bloque de las áreas de hospitalización del Centro de salud materno-infantil "El Bosque" (2020)*



*Termohigrómetro HTC-2 (2020)*