



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Maestría en Arquitectura Bioclimática, Confort y Eficiencia Energética,

Primera Cohorte

Análisis del sistema de ventanaje: caso de estudio aplicado a vivienda social en clima de alta montaña sobre 3.000 msnm.

Artículo científico previo a la obtención del Título de: “Magíster en Arquitectura Bioclimática, Confort y Eficiencia Energética”

Autor:

Arq. Cristina Elizabeth Andrade Ordeñana

C.I.: 0919550392

Director:

Arq. José Hernán Sánchez Castillo, MSC

C.I.: 0102645702

Cuenca-Ecuador

2019



Análisis del sistema de ventanaje: caso de estudio aplicado a vivienda social en clima de alta montaña sobre 3.000 msnm.

Autor: Arq. Cristina Elizabeth Andrade Ordeñana

Maestría en Arquitectura Bioclimática. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.
cristina.andrade@ucuenca.ec.

Director: Arq. Hernán Sánchez, MSc.

Afiliación: Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. jose.sanchez@ucuenca.edu.ec.

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo definir qué tipo de abertura permite mejorar el confort interior de la vivienda de interés social en un clima de Alta Montaña en el Ecuador, empleando técnicas de eficiencia energética que permitan el estudio real del comportamiento de la vivienda y su interacción con el usuario y el entorno. La metodología empleada es mixta de tipo observacional y cuantitativa. El caso de estudio se encuentra ubicado en la Región Sierra, Provincia del Azuay, Cantón Pucará. La investigación en su primera etapa permite definir el confort térmico interior del sistema de ventanaje de la vivienda social actual en el Ecuador; en una segunda etapa se proponen tres modelos de ventanaje basados en normativas locales y estrategias bioclimáticas que junto con la vivienda social actual se examinan a través del software de simulación térmica Ecotect Analysis 2011, evaluando los valores medios de temperatura aire exterior compilados en estaciones (temporadas) de invierno y verano; estos análisis permite generar respuestas que son valorados mediante los indicadores de confort térmico que determinan la Frecuencia de incomodidad térmica interior y las Horas grado de incomodidad térmica interior. Como tercera etapa se realiza el análisis de los cuatro sistemas de ventanaje a través del diagrama de flotabilidad, dando como resultado un modelo óptimo de ventana para mejorar el confort térmico interior para la vivienda social en clima de alta montaña.

Palabras claves

Sistema de ventanaje; confort térmico interior; simulación térmica.

Abstract

The main objective of the present study is to define what type of opening allows to improve the interior comfort of social interest housing in the High Lands of Ecuador, using the energy with a very efficiency techniques that allow the real study of the behavior of the house and its interaction with the user and the environment. The methodology used is mixed with observational and quantitative. The case study is located in the High Land Region, Azuay Province, Pucará Canton. The investigation firsts stage allows to define the interior thermal comfort of the windowing system of the current social housing in Ecuador; In the second stage, three windowing models based on local regulations and bioclimatic strategies are proposed, which together, with the current social housing, are examined through the Ecotect Analysis 2011 thermal simulation software, evaluating the average values of outdoor air temperature compiled in seasons (seasons) winter and summer; These analyzes allow generating responses that are assessed by the thermal comfort indicators that determine the internal thermal discomfort frequency and the hours degree of internal thermal discomfort. The third and final stage is the analysis of the four systems of windows through the buoyancy diagram, resulting in an optimal window model to improve indoor thermal comfort for social housing in high mountain climate.

Keyword

Windowing system; indoor thermal comfort; thermal simulation.



Índice

Resumen	2
Abstract	2
I. Introducción	
Vivienda social en el Ecuador.....	6
Identificación del problema.....	7
Confort Térmico Interior.....	7
Objetivos.....	7
II. Metodología	7
III. Caso de Estudio	
Descripción del Área de estudio.....	9
IV. Desarrollo	
Determinación de rangos de Confort para clima de alta montaña.....	9
Definición de días válidos para realizar las simulaciones.....	10
Simulación sistema de ventanaje actual.....	11
Simulación de los sistemas de ventanajes propuestos.....	12
V. Resultados	13
VI. Discusión	16
VII. Conclusiones	17
VIII. Referencias Bibliográficas	18
IX. Anexos	21



Universidad de Cuenca

Cláusula de Licencia y Autorización para la publicación en el Repositorio Institucional

Cristina Elizabeth Andrade Ordeñana, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del artículo científico "Análisis del sistema de ventanaje: caso de estudio aplicado a vivienda social en clima de alta montaña sobre 3.000 msnm.", de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este artículo científico en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 17 de Enero del 2019.

Cristina Elizabeth Andrade Ordeñana

C.I.: 0919550392



Universidad de Cuenca

Cláusula de Propiedad Intelectual

Cristina Elizabeth Andrade Ordeñana, autor del artículo científico "Análisis del sistema de ventanaje: caso de estudio aplicado a vivienda social en clima de alta montaña sobre 3.000 msnm.", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 17 de Enero del 2019.

A handwritten signature in purple ink, appearing to read 'C. Andrade Ordeñana'.

Cristina Elizabeth Andrade Ordeñana

C.I.: 0919550392



I. INTRODUCCIÓN.

Vivienda Social en el Ecuador.

Varios son los conflictos que padecen los habitantes de las viviendas rurales en el Ecuador, y en especial en la región andina, está ligada con el abandono y la pobreza en la que viven las comunidades. Muchas familias viven en condiciones precarias o deficientes. Lastimosamente, en el Ecuador, no existe una comprensión generalizada de la vivienda como un proceso social; comúnmente, se la ha concebido como un producto aislado, de allí que las intervenciones resultantes sean propuestas limitadas, descontextualizadas, precarias o contraproducentes. (Pinto & Ruiz, 2009)

Las regiones montañosas del Ecuador específicamente, los páramos, se ubican a lo largo de las cordilleras Oriental y Occidental de los Andes. Se extienden desde el límite con Colombia al norte hasta el límite con Perú al Sur. La Cordillera Oriental tiene la mayor extensión de páramo, formando un complejo prácticamente sin interrupción desde Carchi hasta Cañar. En la Cordillera Occidental la extensión es más fragmentada, aunque aquí también existe un complejo grande entre las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Bolívar. En el centro y norte del país, los páramos generalmente se ubican encima de los 3500 metros, mientras que en las provincias del sur (Azuay, Loja) se encuentran páramos a los 3000 msnm por las características más bajas de la Cordillera de los Andes en esta zona. (Beltrán, y otros, 2009)

El clima extremo en estas regiones obliga a sus habitantes a diseñar viviendas que les proporcionen calidad de vida y un confort térmico adecuado para cada situación. El diseño bioclimático es clave para que una vivienda se adapte a su entorno (climas locales) para proporcionar comodidad a sus ocupantes al mismo tiempo que contribuye al ahorro y eficiencia energética. Lograr el confort térmico interior en una edificación y/o vivienda con materiales ecológicos como la madera, ichu, lana de oveja, tierra, teja, entre otros es viable. El adobe por ejemplo tiene una alta inercia térmica y su uso es ideal para zonas de heladas (descenso de temperatura hasta y por debajo de los 0°C) y frío extremo (temperaturas por debajo de los 6°C), ya que en dichas zonas la radiación solar bordea los 6kWh/ (m².día). (Manzano, Montoya, Sabio, & García, 2015)

Encontramos diferentes características en cuanto a la sostenibilidad de los materiales de construcción que pueden favorecer la eficiencia energética de edificaciones, dependiendo, no sólo del valor de la propiedad, sino también de su inclusión en el elemento constructivo y del diseño del conjunto. Así, para evaluar la sostenibilidad de los materiales de construcción, habrá que distinguir sus propiedades como la conductividad térmica, inercia térmica, permeabilidad al vapor, etc. (Ferrer & Spairani, 2009)

Según estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo en los países de América Latina y el Caribe, hasta el año 2012 se estimaba que existen 59.000.000 de personas que no poseen una vivienda adecuada, cada año se forman aproximadamente tres millones de nuevas familias, de las cuales las dos terceras partes se ven forzadas a establecerse en viviendas informales. (Culcay Cantos & Maldonado Cardoso, 2016)

Se debe considerar que las condiciones de las políticas de vivienda social en Ecuador se construyen a partir de una tendencia histórica que prioriza la producción de grandes cantidades a bajo costo e ignora «las condiciones mínimas de habitabilidad y confort» (Hermida, 2014).

Cuando se trata de viviendas de interés social, los proyectos realizados tienden a minimizar al máximo los costos constructivos, prestando muy poca o ninguna atención a las consecuencias sobre el confort higrotérmico y el consumo de energía convencional que conlleva un diseño inadecuado a las condiciones climáticas de una zona. (Flores, Flores Larsen, & Fellippin, 2007).

El gobierno en acuerdo Ministerial 027-15 otorga un porcentaje de su presupuesto anual para la construcción de viviendas de interés social a través del Bono de vivienda. (Ministerio de Desarrollo y Vivienda, 2015). Por lo tanto, el gobierno cumple cuantitativamente con el objetivo, ya que otorga vivienda de interés social en diferentes sectores del país, pero al no habitarla el déficit cualitativo se mantiene. (Córdova, 2015). De los cuales el 52% presenta problemas relacionados con el lugar en el que habitan. (INEC, 2012)

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos proyecta para el año 2020 una cantidad poblacional de 17,510.643 habitantes. Entonces, cómo podrá el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda lograr satisfacer la demanda de vivienda, si actualmente el Ecuador cuenta con un déficit que afecta a más de 1.7 millones de hogares. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2013). Sí, solo existe una tipología de vivienda social para un país con variedad de climas y microclimas; lo cual hace aún más difícil tratar de adaptar aquella tipología para la región sierra, costa, oriente e insular. (INER)

El Plan de desarrollo del Buen Vivir de la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo indica en su plan que existen 16.333 hogares precalificados para obtener una vivienda de interés social, donde el 30% de estos hogares se encuentran en la región Sierra. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2013).

Al existir un crecimiento poblacional anual del 5.4% es casi imposible lograr que el MIDUVI satisfaga el objetivo #3 del Plan de desarrollo del Buen Vivir de la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, que es “Mejorar la calidad de vida de la población”. (Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013)



Para lograr mejorar la calidad de vida de la población se debe velar por otorgar una vivienda saludable a sus moradores, esto implica no solo un enfoque sociológico y técnico de enfrentamiento a los factores de riesgo sino que se debe promover una orientación adecuada para la ubicación, edificación, habilitación, adaptación, manejo, uso y mantenimiento de la vivienda y su entorno. (Red Interamericana de Vivienda Saludable.)

Entonces, depende de la habitabilidad de las viviendas otorgadas el éxito en uno de los objetivos del MIDUVI. La *Habitabilidad* se refiere a que la vivienda no es adecuada si no garantiza seguridad física o no proporciona espacio suficiente, así como protección contra el frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otros riesgos para la salud y peligros estructurales. (Naciones Unidas. Derechos Humanos., 2010)

Identificación del Problema.

La investigación nace en respuesta a la necesidad de evitar el abandono de las viviendas sociales en un clima de alta montaña, uno de los pisos climáticos menos estudiados en nuestro país. La falta de información científica experimental acertada dentro del Ecuador nos invita a escoger materiales de uso común sin considerar cual es el más sostenible y eficiente energéticamente adecuado para renovar el aire y mejorar el confort interior.

El Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) anuncia que el MIDUVI se encuentra actualizando su política de intervención, con el objetivo de enlazarse a una visión integral del territorio en la que se ponga en valor las particularidades culturales, sociales y climáticas de cada región del país.

Considerando que el MIDUVI se encuentra gestionando una tipología de vivienda acorde al entorno de cada región, se busca aportar en la intervención para la Región Sierra, enfocándonos en mejorar el confort térmico interior en la vivienda de interés social para un clima de alta montaña a través del análisis de la ventana.

Confort térmico interior a través de las ventanas.

Las ventanas son el producto más débil del envolvente térmico de cualquiera vivienda, generalmente lo techos, los muros y los pisos están bien aislados, pero la ventana es por donde se pierden la mayor cantidad de temperatura en el invierno y donde se gana la mayor cantidad de temperatura en verano. (Fundación CB, 2012)

No se ha encontrado un informe que determine el diseño de ventana óptimo para el clima de alta montaña, pero si se afirma en estudios de climas cálidos que la ventana es un elemento arquitectónico que actúa como regulador térmico entre el exterior y el interior de la vivienda permitiendo evitar un mayor consumo de energía. (Barraza Aguayo, 2014).

Existen metodologías que implementan normas ASHRAE 1992, 1994 e ISO 1994, permitiendo analizar los resultados de los cálculos de PMV y PPD que determinan que la carga solar (ganancia solar pasiva) tiene gran influencia sobre la percepción de la comodidad, pero que depende de la proximidad del ocupante hacia la ventana, por lo tanto se puede mejorar el confort térmico interior a través de las opciones de acristalamiento y no por el tamaño de la ventana. (Rendimiento de la ventana para el Confort térmico humano, 1999).

Teniendo claro que las aberturas cumplen un rol importante en la interacción entre el entorno y el usuario permitiendo mejorar el confort térmico interior. Se plantea la siguiente hipótesis; ¿existe un prototipo de ventanaje definido para el clima de alta montaña? Por tal motivo, el aporte de la presente investigación es definir qué tipo de abertura es idóneo para mejorar el confort térmico interior de la vivienda de interés social en un clima de Alta Montaña.

Objetivos.

El objetivo general de la investigación es definir qué tipo de abertura permite mejorar el confort térmico interior de la vivienda de interés social en un clima de Alta Montaña empleando técnicas de eficiencia energética, que permita el estudio real del comportamiento de la vivienda y su interacción con el usuario y el entorno.

Como objetivos específicos se planea:

1. Definir el confort térmico interior del sistema de ventanaje de la vivienda social actual en el Ecuador.
2. Analizar el clima determinando los valores máximos y mínimos de temperatura de confort por estaciones del año.
3. Realizar simulaciones térmicas de los modelos del sistema de ventanaje (actual y propuestas), mediante software Ecotect Analysis 2011.
4. Evaluar índices de confort de la ventana actual y los modelos propuestos.

II. METODOLOGÍA

El enfoque de la investigación es mixta; de tipo observacional y cuantitativo.

Mediante el enfoque observacional se describe los materiales y diseño de la ventana de la vivienda social actual; y, el enfoque cuantitativo permite aplicar el procedimiento metodológico de la Dra. en Arquitectura PhD. Nico – Rodrigues, “Influencia de la ventana en el desempeño térmico de ambientes ventilados naturalmente”. (Nico-Rodrigues, 2015).

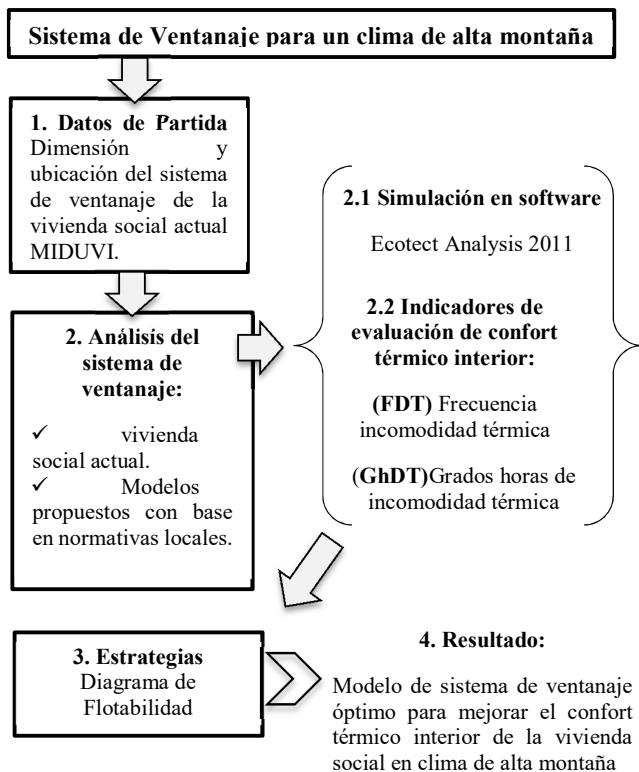


Figura 1. Flujograma de la Metodología aplicada al caso de estudio.

Elaboración: Propia

Esquema metodológico de la investigación:

1. Definir el confort térmico interior del sistema de ventanaje de la vivienda social actual en el Ecuador.
2. Analizar el clima determinando los valores máximos y mínimos de temperatura de confort por estaciones del año a través del diagrama de aceptabilidad del confort adaptativo de ASHRAE 55.
3. Definir días válidos para utilizarlos en la simulación a través del intervalo de confianza.
4. Realizar simulaciones térmicas de los modelos del sistema de ventanaje (actual y propuestas) en los días válidos, mediante software Ecotect Analysis 2011.
5. Evaluar los índices de confort (FDT y GhDT), de la ventana actual del MIDUVI y los modelos propuestos.
6. Definir el Diagrama de flotabilidad para determinar estrategias de diseño.
7. Resultado; Modelo óptimo de ventana para mejorar el confort térmico interior.

El esquema permite examinar a las ventanas en diferentes climas en donde se requiera precisar qué tipo de sistema de ventanaje es idóneo para mejorar el confort térmico interior de un proyecto arquitectónico.

El Modelo Adaptativo ASHRAE-Standard 55, define los rangos de confort térmico interior tolerable por el 90% de la población a través del Diagrama de aceptabilidad. (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., 2010)

Los índices del confort térmico (FDT y GhDT), permiten medir cuantitativamente las horas y grados de incomodidad térmica a través del tiempo. (Sicurella, Evola, & Wurtz, 2012)

Y, el diagrama de Flotabilidad permite definir estrategias de mejoras en el diseño de la ventana y obtener como resultado aberturas que permiten mejorar el confort térmico interior de un espacio. (Nico-Rodrigues, 2015).

Los siguientes conceptos se utilizarán frecuentemente en todo el proceso investigativo, a continuación se explican al detalle cada uno.

Diagrama de Aceptabilidad del 90% de la población:

Es la definición de la zona de aceptación del 90% de la población, donde se considera un rango de ± 2.5 °C de la temperatura operativa percibida por el usuario en el interior de un espacio habitable. Este diagrama permitirá definir rangos en grados centígrados de sensación de confort para el sitio de estudio. No es necesario considerar los valores del nivel de arropamiento, tampoco los límites de humedad o de velocidad de aire.

Índices del Confort térmico FDT y GhDT:

- **Frecuencia de incomodidad térmica (FDT):** equivale al porcentaje de tiempo, hora entera, en que la temperatura operativa está por encima o por debajo de la temperatura de confort. Este indicador cuantifica las horas de molestia en la unidad de porcentaje durante cierto intervalo de tiempo y el valor máximo se refiere al límite de tiempo máximo; es decir 24 horas correspondiendo a la frecuencia máxima del 100%.
- **Grados horas de incomodidad térmica (GhDT);** se determina por la diferencia entre la temperatura operativa horaria y la temperatura de confort. El resultado es la suma de cada hora de incomodidad.

Diagrama de Flotabilidad

El diagrama de flotabilidad permite evaluar comparativamente soluciones diferentes para optimizar la incomodidad térmica, analizando los resultados por zonas de concentración del periodo.

Se extraen los resultados de la evaluación de FDT y GhDT de cada modelo de ventana y se ubican en el diagrama para ser interpretados según su orientación para medir la frecuencia en dos niveles: temporal y frecuente; y para la condición de intensidad del grado hora, los niveles son leve e intenso.



III. CASO DE ESTUDIO.

El estudio se encuentra ubicado en la Región Sierra, Provincia del Azuay, Cantón Pucará, coordenadas UTM 79°28'55.72"O y 3°13'52.92"S, a 3124 m.s.n.m. Zona climática térmica 1 (ZT1). (Norma Ecuatoriana de la Construcción., 2011).

Los datos climáticos utilizados en este estudio son extraídos de las estaciones meteorológicas Región 6 - MB86 M1212 Pucará (INAMHI, 2009) y Campbell SCI ubicada a 85 km de la ciudad de Cuenca en el observatorio eco hidrológico Zhuruca y de la Universidad de Cuenca. (Laboratorio de Recursos Hídricos. PROMAS., 2016).



Figura 2 Localización caso de estudio.

Fuente: Google Earth

El Ecuador posee dos estaciones climáticas en el año, en la Región Sierra el invierno (periodo lluvioso) que empieza desde el mes de octubre y finaliza en mayo, y el verano (periodo seco) va desde el mes de junio a septiembre. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2001).

A más de 3000 msnm se lo cataloga como Región interandina y se caracteriza térmicamente por ser zona Fría, en un rango de temperatura que oscila entre 6°C a 10°C, nivel térmico 1. (Guillén Mena, 2014).

El estudio se ubica en la zona térmica nivel 1 (ZT1) o zona de páramo, ésta se caracteriza por la poca disponibilidad de agua y por la presencia de heladas; es una zona con agricultura limitada y vegetación corta. (Alvear Calle, Sanchez, Tapia Abril, & Ordoñez Alvarado, 2016).

En los anexos 3 y 4 se muestran las tablas resumen de las temperaturas extraídas de las estaciones meteorológicas que va desde marzo 2011 a octubre 2015, agrupado por invierno y verano.

Tabla 1. Datos climáticos de Cantón Pucará.

Temperatura Máxima	14°C a 16°C
Temperatura Mínima	7°C a 8.2°C
Temperatura Media	10.5°C a 12.2°C
Humedad Relativa Máxima	100% (Agosto)
Humedad Relativa Mínima	50% (Diciembre)
Humedad Relativa Anual	90.4%
Nubosidad media anual	5/8 en zona alta

Fuente: (GAD Municipal de Pucará., 2016)

En el Cantón Pucará la estación invernal va desde el mes de enero – abril y estación de verano desde el mes de mayo – septiembre; teniendo 162 días lluviosos y 1.014 mm de precipitación anual. (GAD Municipal de Pucará., 2016).

No se posee información de la velocidad del viento en el sitio de estudio. Por tal motivo, nos basamos en el climograma de confort para el nivel térmico 1, que define la velocidad del viento hasta 2.00m/s, y condiciones de confort de temperatura seca exterior entre 15°C y 20°C, humedad relativa entre el 20% al 80%. (Guillén Mena, 2014).

La vestimenta típica de los habitantes de Pucará por costumbre las mujeres utilizan pollera acompañado de una blusa blanca bordada; y, los hombres utilizan ponchos de lana (Diario El Mercurio, 2013).

Según el método de Fanger, este tipo de vestimenta utilizado en Pucará se clasifica como Ropa Pesada (1.5 Clo.). (Fanger, 1973).

IV. DESARROLLO.

Diagrama de aceptabilidad. Modelo Adaptativo ASHRAE-Standard 55.

En la norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11 – Capítulo 13 indica según Fanger que para exista confort térmico las edificaciones deben mantenerse dentro de los siguientes rangos: (Norma Ecuatoriana de la Construcción., 2011).

- Temperatura del aire ambiente y temperatura radiante media de superficie local oscile entre 18°C y 26°C,
- Velocidad del aire entre 0,05 y 0,15 m/s,
- Humedad relativa entre 40 y el 65%.

Pero, estos rangos de confort térmico interior son globales y no específicos para el sitio de estudio. Para lo cual se determinan los límites de confort interior para un clima de alta montaña con un índice de aceptabilidad del 90% de la población, se lo realiza a través de la Temperatura operativa (Top) delimitando la zona de adaptación en un rango entre 10 °C y 33.5 °C. (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., 2010).

Se utiliza la temperatura media exterior y las constantes definidas en la fórmula 1.

Arq. Cristina Elizabeth Andrade Ordeñana



$$Top = 17.8 + 0.31Tm$$

Fórmula 1.

De donde:

Top: temperatura operativa.

Tm: temperatura media mensual exterior de los límites para conformar la zona entre 10 °C y 33.5°C.

Para obtener la zona de aceptación del 90% de la población, se considera un rango de ± 2.5 °C de la temperatura operativa. No es necesario considerar los valores del nivel de arropamiento, tampoco los límites de humedad o de velocidad de aire. Ver figura 3.

En el anexo 1 adjunto en este documento se podrá encontrar la Tabla de confort del modelo adaptativo que permite graficar la Figura 3. Debido a la limitación del equipo, la temperatura radiante requerida en la fórmula, se tomó el mismo valor de temperatura media del aire exterior.

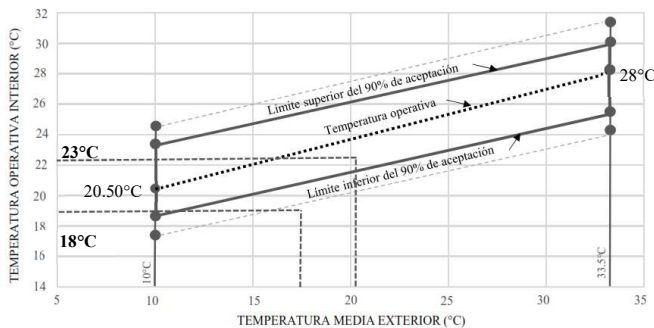


Figura 3. Diagrama de aceptabilidad del 90% basada en normas ASHRAE Standard 55 para el periodo de invierno.

Tabla 2. Rangos de Temperatura para clima de Alta Montaña según ASHRAE 55.

	Mínima	Máxima
Invierno	18°C	23°C
Verano	17.5°C	22.5°C

Elaboración: Propia

El diagrama de aceptabilidad del 90% de la población planteado por la ASHRAE 55, precisa para un clima de alta montaña las edificaciones deben mantenerse entre los 17.5°C hasta los 23°C para obtener el confort térmico interior.

Selección días válidos (intervalo de confianza).

Se extraen de los datos climáticos los días más fríos seleccionando través de una muestra válida basado en el modelo de probabilidad e inferencia estadística mediante los valores medios de temperatura del aire exterior todos los días del año, compilados por estaciones (temporadas) de invierno y verano. Ver Anexo 5.

Se realiza el intervalo de confianza y se elige el 99% de fiabilidad para cada día de la temporada, considerando valores

atípicos apoyados en los límites del Teorema Central, donde una muestra tiende a infinito. (Nico-Rodrigues, 2015).

Para la temporada de invierno se calcularon 1094 días, y para temporada de verano 610 días; obteniendo un total de 1704 días observados desde marzo 2011 a octubre 2015.

Las temperaturas mínimas nos permitirán dirigir el análisis al momento más crítico para el clima de alta montaña.

En invierno más del 40% de las temperaturas mínimas oscilan entre -0.00°C a 7 °C, mientras que en verano más del 45% se encuentran entre 5°C a 7.5°C.

El valor atípico para invierno se encuentra entre -5°C a -10°C, una mediana (50% de datos) de 5°C.

El valor atípico para verano oscilan entre 0°C hasta -5°C, obteniendo una mediana en 3.5°C.

Para definir los intervalos del nivel del 95% de confianza se realizó la prueba estadística de Tukey – Anova a través del programa informático IBM *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). Ver tabla 2.

Tabla 3. Intervalo de confianza de las temperaturas mínimas en invierno y en verano.

95% nivel de confianza			
Temperaturas mínimas (°C)			
	Li	Media	Ls
Invierno	5.05°C	5.14°C	5.23°C
Verano	4.51°C	4.65°C	4.77°C

Li – Límite inferior.
Ls – Límite superior.

Elaboración: Propia

En la Tabla 4 se identifica los días válidos para la temperatura extrema fría en temporada de invierno y verano, estos datos permiten simular en el peor escenario para los habitantes de la vivienda.

Tabla 4. Días válidos para temperatura extrema fría definidos por el Intervalo de Confianza.

Días válidos - Intervalo de Confianza								
Temporada Invierno						Temporada Verano		
Período Oct. – May.						Período Jun. – Sept.		
Feb.	Mar.	Abr.	May.	Oct.	Dic.	Jun.	Jul.	Ago.
08	21	27	22	28	24	05	02	08
09		30					18	
							21	
							22	
							29	
8 días = 192 horas						7 días = 168 horas		
Total = 15 días y 360 horas								

Elaboración: Propia

Simulación. Software Ecotect Analysis 2011.

El objetivo del análisis mediante las simulaciones es medir las ganancias internas y captación solar a través del vidrio. Se consideran las temperaturas por hora durante el periodo de confianza de 15 días, las 24 horas, en las cuatro orientaciones principales (norte, sur, este y oeste), generando un total de 900 datos diarios y 21.600 horas analizadas en el periodo de un año.

Los datos del clima que se ingresa al software, ha sido creado con información extraída de MB86 M1212 Pucará y Campbell SCI. La recopilación de temperaturas permitió crear el fichero climático para el cantón Pucará en en formato wea y epw, (Se entrega archivos epw y wea en versión digital).

Las simulaciones se realizan girando la vivienda para que la ventana quede situada en una de las cuatro orientaciones principales Norte, Sur, Este y Oeste. Los resultados serán representados por cada orientación. Ver figura 4.

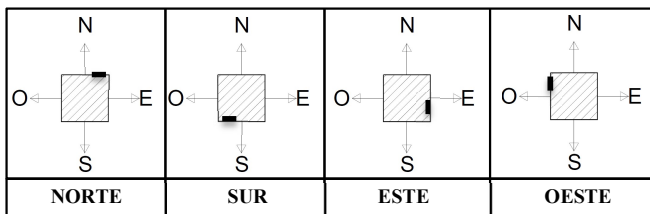


Figura 4. Orientación de la ventana simulada en las cuatro orientaciones principales.

Elaboración: Propia

El modelo de investigación de Nico-Rodrigues se basa en el análisis de campo mediante la observación sistemática del elemento. (Marconi & Lakatos, 2003).

Para ello se tomó como muestra la ventana de la vivienda del MIDUVI. Se analiza a la vivienda para definir características arquitectónicas y especificaciones técnicas actuales en el Ecuador.

La vivienda es unifamiliar aislada de una sola planta posee dos dormitorios, un baño, cocina –comedor – cocina en un solo ambiente contenido en un área de 36m2. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. , 2012). Ver figuras 5-6.

El espacio arquitectónico del dormitorio 1 (zona térmica) a simular, posee un área de 9.00 m2, la pared de la fachada frontal es de 7.50m2, y la ventana ocupa el 16% del total del área. La dimensión de la ventana es de 1.20 m de ancho por 1.00 m de alto y antepecho 1.00 m. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. , 2012).

Se ha seleccionado la ventana del dormitorio 1, ubicado en la fachada frontal. Sugerido por el estudio guía de la Dra. Nico-Rodrigues ya que tiene una mayor precisión cuando se compara con otras habitaciones por su condición de habitabilidad. (Nico-Rodrigues, 2015)

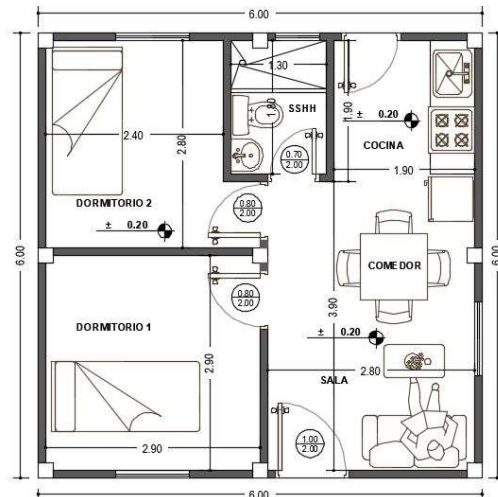


Figura 5. Planta Arquitectónica de vivienda social simulada en el software Ecotect Analysis 2011. Elaboración: Propia

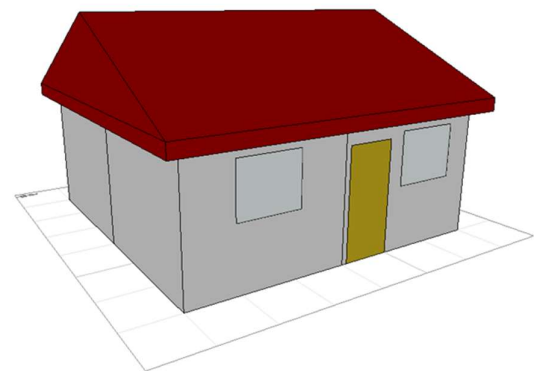


Figura 6. Volumetría de vivienda social simulada en el software Ecotect Analysis 2011.

Elaboración: Propia

Tabla 5. Especificación técnica ventana vivienda social actual.

Ventana MIDUVI - Modelo V1.	
Material	Vidrio Simple
Esp. (mm)	3
U (W/m2k)	5.894
E	0.85
T.S	0.83
R.S	0.075
SGCH	0.861

Esp. - Espesor
 U - Transmitancia térmica
 E - Emisividad
 T.S - Transmitancia Solar
 R.S - Reflectancia Solar
 SGCH - Coeficiente de ganancia de calor solar

Fuente: (Gallardo , Palme, Beltrán , Lobato , & Villacreses).

Arq. Cristina Elizabeth Andrade Ordeñana

Se incorporan a la simulación los siguientes parámetros de operatividad, vestimenta, velocidad del viento, entre otros:

- Horario de operatividad se define:
 - ✓ Al 100% de ocupación entre 00:00h a 10:00 / 22:00 a 00:00.
 - ✓ Al 80% de ocupación a las 21:00.
 - ✓ Al 20% de ocupación entre 10:00 a 16:00 / 20:00.
 - ✓ Al 10% de ocupación entre 17:00 a 19:00.
- Vestimenta: 1.50 Clo.
- Velocidad del viento 2.00m/s.
- Humedad 80%.
- Ocupación 2 personas sedentarias (70W).
- Ventilación natural.

Para complementar los puntos que plantea Fanger nos apoyamos en situar la velocidad del viento y humedad relativa con datos extraídos de la Metodología de evaluación de confort térmico exterior para diferentes pisos climáticos en Ecuador. (Guillén Mena, 2014).

Se evalúan cuatro (4) prototipos de ventanas que poseen diferentes dimensiones, especificaciones técnicas y operatividad. Se describe cada una en la Tabla 6.

La primera simulación Modelo V1, permite conocer el estado actual del confort térmico interior de la vivienda social del Ecuador en un clima de alta montaña. En la tabla 7 se especifica la materialidad de la envolvente de la vivienda social actual, utilizada para simular los modelos V1, V2 y V3.

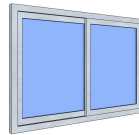
Posteriormente, se analizan los modelos de ventanas V2 y V3 que han sido diseñadas en base en las Normas Ecuatorianas de la Construcción en el Capítulo 13 “Eficiencia Energética en la construcción en Ecuador”, permitiendo implementar el numeral 3.5.2.3 Ganancia y protección solar; que, en las zonas frías se debe favorecer a la incidencia de la radiación solar sobre las superficies vidriadas (Ver Tabla 7).

En el numeral 3.5.2.3.1 Optimización de radiación solar; donde, precisa que en las zonas frías se debe limitar los intercambios de temperatura con el exterior reduciendo la superficie en la envolvente, reforzando el aislamiento térmico y disminuyendo el movimiento del aire, además de acumular el calor en la fachada y restituirlo al interior paulatinamente por convección y radiación en las horas nocturnas. (Norma Ecuatoriana de la Construcción., 2011).

Se complementa al modelo V3, la aplicación de la norma NEC-HS-VIDRIO numeral 3.6. Propiedades térmicas y solares; donde, precisa que cuando la temperatura exterior está más baja que la interior, habrá una pérdida de calor conducido del espacio interior. (Norma Ecuatoriana de la Construcción. , 2014). La materialidad del vidrio del modelo V3 es tipo cámara de baja emisividad (doble vidrio hermético + cámara de gas), con marco de aluminio y tela metálica. (Gallardo , Palme, Beltrán , Lobato , & Villacreses , 2016)

Tabla 6. Modelos de Ventanas a simular.

Modelo V1. Vivienda Social Actual

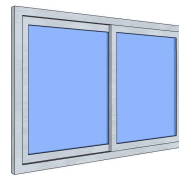


Dimensión: 1.20m ancho x 1.00m alto.
Área: 1.20 m²
Material: Vidrio Simple
Espesor: 3mm
Transmitancia térmica (U): 5.894 W/m²k

Operatividad: 100% cerrada, noche; 50% área útil de ventilación, mañana

Especificación Técnica de la envolvente: Paredes de bloque de cemento, Cubierta con plancha galvanizada y Piso de losa de cimentación con cemento. Ver Tabla 8.

Modelo V2. Propuesta ventana basada en la Normas NEC 11.

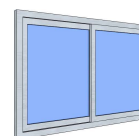


Dimensión: 2.30m ancho x 1.50m alto.
Área: 3.50 m²
Material: Vidrio Simple
Espesor: 3mm
Transmitancia térmica (U): 5.894 W/m²k

Operatividad: 100% cerrada, noche; 50% área útil de ventilación, mañana

Especificación Técnica de la envolvente: Paredes de bloque de cemento, Cubierta con plancha galvanizada y Piso de losa de cimentación con cemento. Ver Tabla 8.

Modelo V3. Propuesta ventana basada en la Normas NEC 11, con materialidad del vidrio diferente.



Dimensión: 1.20m ancho x 1.00m alto.
Área: 1.20 m²
Material: Vidrio cámara doble con gas
Espesor: 3mm + 6mm + 3mm
Transmitancia térmica (U): 0.70W/m²k

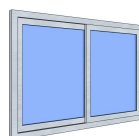
Emisividad: 0.85

Coefficiente de ganancia de calor solar: 0.861 (SGCH)

Operatividad: 100% cerrada, noche; 50% área útil de ventilación, mañana

Especificación Técnica de la envolvente: Paredes de bloque de cemento, Cubierta con plancha galvanizada y Piso de losa de cimentación con cemento. Ver Tabla 8.

Modelo V4. Propuesta ventana basada en el Modelo V3 con materialidad de la envolvente diferente.



Dimensión: 1.20m ancho x 1.00m alto.
Área: 1.20 m²
Material: Vidrio cámara doble con gas
Espesor: 3mm + 6mm + 3mm
Transmitancia térmica (U): 0.70W/m²k

Operatividad: 100% cerrada, noche; 50% área útil de ventilación, mañana

Especificación Técnica de la envolvente: Paredes compuesto de OSB, lana de roca y, fibrocemento. Piso y Cubierta de panel compuesto de OBS, viruta mineral y, fibrocemento. Ver Tabla 9.

Elaboración: Propia

Arq. Cristina Elizabeth Andrade Ordeñana



Tabla 7. Porcentaje máximo con relación superficie de ventana y superficie total de fachada con vidrio monolítico para ZT1.

Porcentaje según orientación ZT1.

	Orientación		
	N-S	NO-SO-NE-SE	E-O
SGCH <0.85; U<5.4	20%	35%	50%
SGCH <0.85; U<3.8	40%	55%	70%

SGCH - Coeficiente de ganancia de calor solar.
U - Coeficiente de transferencia de calor.

Fuente: Normas NEC 11 - Capítulo 13; numeral 13.4.2 Exigencias de diseño. (Norma Ecuatoriana de la Construcción., 2011)

Tabla 8. Especificación técnica de la envolvente Dormitorio vivienda social.

Dormitorio MIDUVI - Envolvente.

	Piso	Paredes	Cubierta
Material	capas*	bloque de cemento	asbesto-cemento
Esp. (mm)	170	150	5
U (W/m ² k)	3.240	2.315	6.498
E	3.60	0.90	0.90
A.S	2.50	0.60	0.70

Esp. - Espesor
U - Transmitancia térmica
E - Emisividad
A.S - Absorción Solar

Materialidad de la vivienda del MIDUVI

- Piso: por capas* que contiene piedra, arena, polietileno y losa de cimentación con cemento.
- Paredes: bloque de cemento,
- Cubierta: plancha galvanizada,
- Ventanas: vidrio simple y marco de aluminio natural,
- Puertas: alistonadas de madera MDF.

Fuente: (Gallardo , Palme, Beltrán , Lobato , & Villacreses , 2016).

Tabla 9. Especificación técnica de la envolvente Dormitorio vivienda social mejorada.

Dormitorio MIDUVI - Envolvente mejorado.

	Piso	Paredes	Cubierta
Material	capas	capas	capas
Esp. (mm)	101	101	101
U (W/m ² k)	1.33	1.01	1.33
Cp. (m ² -K/W)	0.753	0.989	0.753
P (kg/m ³)	579.4	411.4	579.4

Esp. - Espesor
U - Transmitancia térmica
Cp. - Capacidad de calor específica
P - Densidad

Fuente: (LABET. Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía Renovable., 2017).

Para el modelo V4 se incorpora al diseño de ventana V3 y la envolvente con materiales mejorados, donde cada material propuesto se analizó mediante pruebas de conductividad térmica en el Laboratorio de Ensayos térmicos y eficiencia energética, del INER.

Los materiales escogidos para la simulación de la V4 son:

✓ **Paredes:**

- panel compuesto de OSB,
- lana de roca y,
- fibrocemento.

✓ **Piso y cubierta:**

- panel compuesto de OBS,
- viruta mineral y,
- fibrocemento.

El laboratorio LABET permitió realizar el estudio de las especificaciones técnicas requeridas para ingresar a la simulación, como el valor U, densidad y espesor. (LABET. Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía Renovable., 2017). Ver Anexo 7 - LABET S17-003.

Se escogió este conjunto de materiales para pisos, paredes y cubierta por tener características que se adapten a la zona térmica ZT1, y permiten realizar capas para mejorar el valor U. Estos materiales son reciclados, locales, de construcción desmontable, de alta tecnología en ahorro energético y baja toxicidad. (Hidalgo, 2018).

V. RESULTADOS.

Análisis de resultados de las simulaciones de los modelos de ventanas mediante Indicadores de evaluación de confort térmico interior.

Frecuencia de incomodidad térmica (FDT)

Se analizaron 15 días; 8 días en invierno y 7 días en verano, se identifica que ninguna orientación llega al rango mínimo del confort constantemente.

Los cuadros de la Figura 7 permiten evaluar la eficacia técnica constructivas de los sistemas de ventanaje por cada orientación y modelo de ventana simulados, se observa el flujo de temperatura operativa del dormitorio (Temperatura interior), rango mínimo y máximo de confort térmico interior y la temperatura exterior del día más frío del año (8 de Agosto).

La ventana de la vivienda Social actual tiene un promedio de ganancia interna en las orientaciones Norte y Sur de 2.5°C, mientras que en las orientaciones Este y Oeste es de 3°C. Es decir, el dormitorio se encuentra con temperaturas internas que fluctúan entre los 10.0 a 10.5°C. Lo cual hace que el usuario no se sienta cómodo en habitación, ya que se encuentra 10°C menos de lo deseado.

El Modelo V2 sería la peor opción a implementar en el clima de alta montaña, debido que al aumentar la dimensión de la

abertura al 50% de la pared se asume por los resultados que esta abertura logra el paso del frío, ya que el cambio de temperatura entre el interior y el exterior difiere entre 1 a 2 grados teniendo un promedio de temperatura interna entre 8 a 9°C.

La opción del modelo V3 supera en eficacia a la ventana actual del MIDUVI, ya que con el cambio de materialidad planteada permite tener una transmitancia térmica menor; esto logra captar entre 2 a 3°C, permitiendo sentir al usuario temperaturas internas entre 9 a 11°C.

El modelo V4 es el que se encuentra más cercano al rango inferior del confort térmico interior (17.5°C), debido a que obtiene entre 6 a 7°C más en la temperatura interior de la habitación en comparación con la temperatura exterior. Es decir, el dormitorio se encuentra en temperaturas internas que fluctúan entre los 14 y 15 °C. Esta temperatura le permitirá al usuario habitar la vivienda con una vestimenta más cómoda y liviana.

Los resultados de FDT indican que el análisis de una ventana no puede ser aislada a los materiales que conforman la envolvente de la vivienda, ya que solamente se logra mejorar el confort térmico interior en el modelo V4.

Si bien los resultados reflejados en la Figura 7 se sitúa en temperaturas que oscilan entre los 10 a 17°C, se rescata que las orientaciones Norte y Sur señalan en promedio entre 1.0 a 1.5 °C menos que las orientaciones Este y Oeste.

Grados horas de incomodidad térmica (GhDT)

Los datos que muestran las Tablas 10 – 11 – 12 - 13 identifican las peores opciones de orientación para ubicar las ventanas en un proyecto arquitectónico para el clima de alta montaña a través de la suma diaria de las diferencias entre las temperaturas operativas horarias y la temperatura del confort mensual para cada día. Dando como resultado que las orientaciones Norte y Sur cuentan con mayor grado de incomodidad térmica interior en los cuatro modelos simulados.

Por tal motivo, se recomienda ubicar las ventanas hacia el Este y el Oeste para aumentar los grados de ganancia interna a través de la captación solar pasiva. El modelo V2 podría causar insatisfacción al usuario al tener 203.33 °Ch/día, es la opción que definitivamente no se debería de realizar para este clima, porque en la temporada más fría del año. El modelo V4 reduce un 30% la incomodidad térmica interior versus el modelo actual, aunque no llega al rango de confort térmico interior ideal.

El oeste es la mejor ubicación ya que reduce hasta el 7% de grados horas de incomodidad térmica al comparar con la orientación Sur.

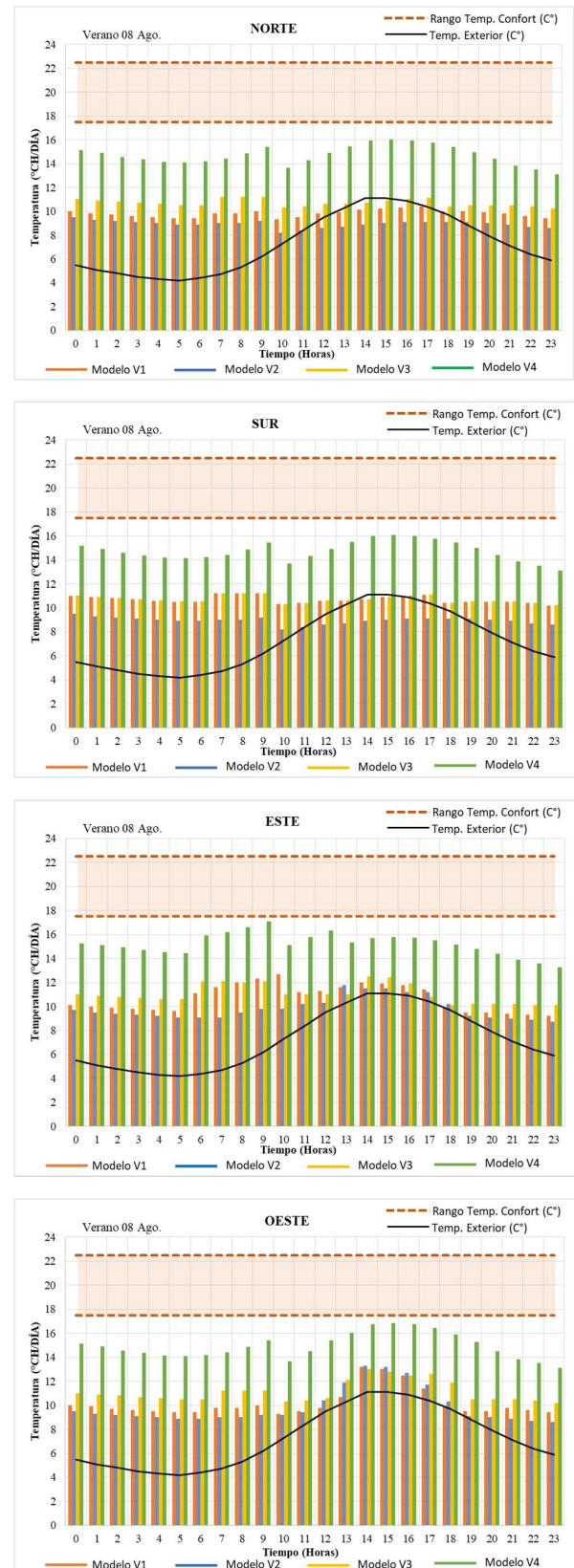


Figura 7. Gráficos de Temperaturas vs. Tiempo de los cuatro modelos de ventana en las cuatro orientaciones. (FDT). 8 de Agosto (Verano).
Elaboración: Propia

Arq. Cristina Elizabeth Andrade Ordeñana



Tabla 10. GhDT Ventana V1 en Invierno* y Verano**

GhDT V1			
Temporada Invierno Período Oct. – May. (8 días)			
Max. GhDT: 1469.3 °C h/día = 8d x 183.66 °C h/día			
Norte	Sur	Este	Oeste
183.59 °Ch/día	183.66°Ch/día	145.09°Ch/día	138.64°Ch/día
Temporada Verano Período Jun. – Sept. (7 días)			
Max. GhDT: 1127.60 °C h/día = 7d x 163.33 °C h/día			
Norte	Sur	Este	Oeste
163.33 °Ch/día	161.09°Ch/día	160.37°Ch/día	160.99°Ch/día

Elaboración: Propia

*Rango Confort 18°C a 23°C.
**Rango Confort 17.5°C a 22.5°C.

Tabla 11. GhDT Ventana V2 en Invierno* y Verano**

GhDT V2			
Temporada Invierno Período Oct. – May. (8 días)			
Max. GhDT: 1473.10 °C h/día = 8d x 184.14 °C h/día			
Norte	Sur	Este	Oeste
184.14 °Ch/día	184.00°Ch/día	167.80°Ch/día	159.54°Ch/día
Temporada Verano Período Jun. – Sept. (7 días)			
Max. GhDT: 1422.60 °C h/día = 7d x 203.23 °C h/día			
Norte	Sur	Este	Oeste
203.33 °Ch/día	202.70 °Ch/día	188.06 °Ch/día	186.01 °Ch/día

Elaboración: Propia

Tabla 12. GhDT Ventana V3 en Invierno* y Verano**

GhDT V3			
Temporada Invierno Período Oct. – May. (8 días)			
Max. GhDT: 1481.0 °C h/día = 8d x 185.18 °C h/día			
Norte	Sur	Este	Oeste
142.46 °Ch/día	185.18°Ch/día	140.95°Ch/día	138.64°Ch/día
Temporada Verano Período Jun. – Sept. (7 días)			
Max. GhDT: 1130.00 °C h/día = 7d x 161.46°C h/día			
Norte	Sur	Este	Oeste
161.09 °Ch/día	161.46 °Ch/día	158.51 °Ch/día	159.66 °Ch/día

Elaboración: Propia

Tabla 13. GhDT Ventana V4 en Invierno* y Verano**

GhDT V4			
Temporada Invierno Período Oct. – May. (8 días)			
Max. GhDT: 220.80 °C h/día = 8d x 27.59 °C h/día			
Norte	Sur	Este	Oeste
27.59 °Ch/día	27.59°Ch/día	23.45°Ch/día	22.11°Ch/día
Temporada Verano Período Jun. – Sept. (7 días)			
Max. GhDT: 437.20°C h/día = 7d x 3.29 °C h/día			
Norte	Sur	Este	Oeste
62.45 °Ch/día	60.86 °Ch/día	60.17 °Ch/día	57.66 °Ch/día

Elaboración: Propia

Diagrama de Flotabilidad

Se evalúan los resultados resaltando que la mejor condición es aquella que converge hacia el origen. Ver Figura 8.

Figura 8. Zonas del Diagrama de Flotabilidad.

Fuente: (Nico-Rodriguez, 2015)

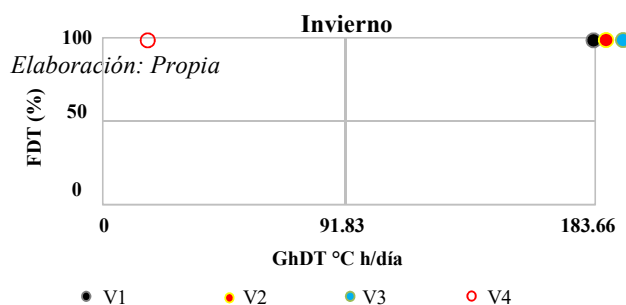
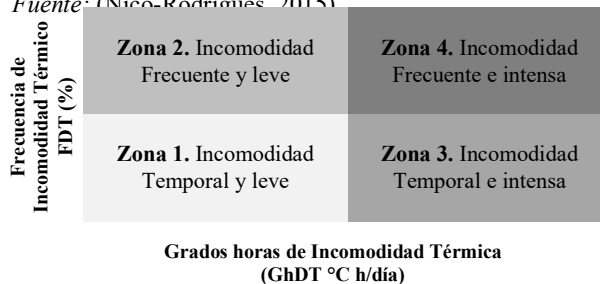


Figura 9. Diagrama de Flotabilidad. Invierno.

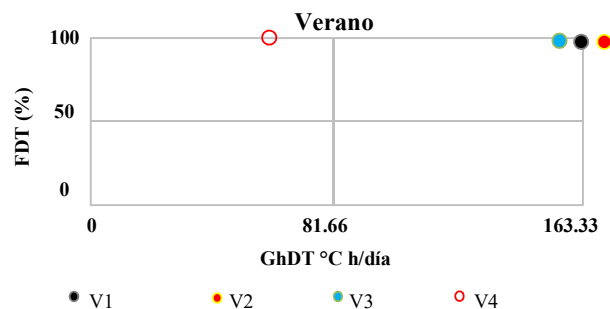


Figura 10. Diagrama de Flotabilidad. Verano.

Elaboración: Propia

Los resultados del diagrama de flotabilidad permiten comparar el valor de la ventana del MIDUVI actual con los modelos simulados para definir estrategias para minimizar la incomodidad térmica interior.

Entre el modelo actual y el modelo V4 se logra mejorar la sensación de confort en un 70%; es decir entre 4 a 5 °C.

Los modelos V1 – V2 –V3, se ubican en la zona 4 otorgando al usuario incomodidad frecuente e intensa, pero el modelo V4 mejora la expectativa del usuario ya que lo mantiene en la zona 2 con incomodidad frecuente pero leve en los dos periodos del año.



Estrategias. Consideraciones para los modelos de ventanas a plantearse en un clima de alta montaña.

Los modelos planteados permitieron confrontar ventajas y desventajas de cada modelo, recurriendo a criterios pasivos para evitar el uso de calefacción artificial.

Del Diagrama de Flotabilidad se extraen las siguientes consideraciones para el diseño de sistemas de ventanaje para el clima de alta montaña:

- Se corrobora que, la ventana que ofrece el MIDUVI no permite confort térmico interior en clima de alta montaña.
- Se establece que, los modelos V1-V2, se deben evitar para el clima de alta montaña.
- Se recomienda utilizar la materialidad del modelo de ventana V4 para el clima de alta montaña.

VI. DISCUSIÓN

Las ventanas pierden y ganan calor de las siguientes maneras: Conducción a través del vidrio y del marco, convección a través del espacio de aire en las unidades en unidades esmaltadas dobles y triples, escape de aire alrededor de los marcos y radiación a través del glaseado. Las metas de las ventanas eficientes en energía son: Bajos factores-U, índices de transmisión moderados a altos de la luz visible, índices bajos de escape de aire e índices de transmisión bajos de radiación de energía de la luz ultravioleta e infrarroja invisible. (Fehr, 2009)

Se logra despejar la duda planteada en la hipótesis de la investigación. Ya que, no existe un prototipo de ventanaje definido para el clima de alta montaña.

Por lo tanto mediante la metodología aplicada se pudo cumplir con el objetivo general de la investigación, ya que se logró definir un modelo que mejore el confort térmico interior de la vivienda de interés social en un clima de alta montaña, empleando técnicas de eficiencia energética a través de simulaciones térmicas para estudiar el comportamiento de la vivienda y, mediante el Diagrama de Flotabilidad se evaluó la interacción con el usuario definido por el análisis de la frecuencia de incomodidad térmica (FDT) y el entorno mediante los grados hora de incomodidad térmica (GhDT). Es decir; cada paso a seguir por la metodología nos permite definir que el modelo idóneo para el clima analizado es el modelo V3.

Como limitación de la investigación, la falta de información sobre el viento para esta zona climática, debido a que no se encontró registros de levantamiento en las dos estaciones meteorológicas con las que se realiza el estudio climatológico del sitio.

La metodología de evaluación aplicada demostró que el uso de modelos de ventanas propuestos determinan mejoras en el rendimiento térmico y en las condiciones de confort en las estaciones del año; es decir las ventanas deben de ser

consideradas como un elemento importante al definir el confort térmico interior de una edificación existente o proyectada ya que permitirá mejorar o empeorar la habitabilidad del usuario.

El confort térmico es una sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado; “es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”. Para llegar a la sensación de confort, el balance global de pérdidas y ganancias de calor debe ser nulo, conservando de esta forma nuestra temperatura normal, es decir cuando se alcanza el equilibrio térmico. (UNE-EN ISO 7730 Norma Española, 2006).

Se define como debilidad no lograr cumplir con el equilibrio térmico pero, si se logra pasivamente generar ganancias internas cambiando la materialidad acorde a la necesidad del clima. En este caso con implementar en el diseño de la ventana la utilización del vidrio con bajo valor U y cámaras de aire permitió impedir el paso del frío bruscamente.

En un estudio realizado en el 2014 por el Grupo de Investigación de Sostenibilidad en la Construcción y la Industria (giSCI-UPM), Universidad Politécnica de Madrid en convenio con la Universidad de Cuenca, contribuyen con el informe PT01 Particularidades climáticas del Ecuador y su influencia en las edificaciones y en las condiciones de confort de los edificios; donde, recopilan datos climáticos para presentar climogramas de Givoni y definir estrategias arquitectónicas correspondientes a los diferentes pisos climáticos en el Ecuador y así mejorar el confort interior de las edificaciones. En el piso climático (ZT1) sobre los 3000 msnm, se especifica lo siguiente: temperatura única bienestar de 18,32°C y nivel de arropamiento de 1 clo.; como estrategias de diseño se debe prever la calefacción por ganancias internas, calefacción solar pasiva y deshumidificación (renovación del aire). (De Guzmán Báez, Gallo Ormazábal, García Navarro, & Jimenez Rivero, 2014)

El aporte investigativo es la definición de rangos de confort para el clima de alta montaña dependiendo de la estación del año, con temperaturas entre 17.5 a 22 °C.

Se comprueba a través de la simulación realizada en V4 que, no sólo la ventana puede ayudar a mejorar el confort interior sino que también depende de los materiales empleados en la envolvente. También, se obtiene que los mejores resultados se encuentran en las ubicaciones Este y Oeste, con estos datos podemos identificar que es recomendable ubicar las ventanas de la vivienda hacia estas orientaciones para captar el calor solar durante todo el día.

Se podría analizar en futuras investigaciones las orientaciones Este y Oeste con diferentes ángulos de giro para implantar la vivienda y analizar si mediante varios ángulos propuestos con la ventana V3 o el modelo V4 de esta investigación se logra mejorar en confort interior sin necesitar de climatización mecánica.



VII. CONCLUSIONES

El propósito de la investigación se cumplió y el aporte que deja la misma se detalla en los siguientes puntos:

- Los rangos de confort térmico definidos por la NEC – Capítulo 13, son rangos generales basados en normas internacionales con parámetros globales sin determinar zona de emplazamiento. Como aporte de la investigación se determinan rangos para la estación de invierno y verano para la Zona Térmica 1 a través del Diagrama de aceptabilidad del 90% de la población, basados en las normas ASHRAE Standard 55 rangos de confort térmico para el clima de alta montaña por estación:

- En Invierno:
 - Temperatura mínima 18°C,
 - Temperatura máxima 23°C;
- En Verano:
 - Temperatura mínima 17.5°C,
 - Temperatura máxima 22.5°C.

- Se crea un archivo climático en versión EPW y WEA del sitio de estudio para futuras investigaciones.

- Se define que las mejores orientaciones para ubicar las ventanas en un clima de alta montaña son Este y Oeste, ya que se comprueba mediante las simulaciones térmicas y el estudio del FDT y GhDT que dichas ubicaciones reflejan mejores condiciones de confort térmico interior.

- Se definen estrategias mediante el Diagrama de Flotabilidad para el diseño bioclimático de una edificación a través de las consideraciones para plantear los modelos óptimos de ventanas en un clima de alta montaña.

- Las simulaciones posibilitaron evaluar la influencia de cada modelo de ventana en el desempeño térmico del ambiente, considerando la temperatura operativa horaria como factor determinante de la incomodidad térmica, destacando la adopción de mejorar la materialidad y dimensión de la ventana como estrategia para una habitabilidad confortable al usuario.

- No se logra llegar al confort térmico interior en los modelos V1-V2-V3-V4, ya que el piso climático que se analiza es muy agresivo en sus temperaturas por lo tanto se recomienda la opción de utilizar calefacción mecánica para lograr llegar al confort térmico interior.

- Se define que la ubicación de los espacios arquitectónicos como cocina, sala y baños deberían ubicarse hacia la orientación Este y los dormitorios hacia la orientación Oeste, para así obtener el mayor confort térmico interno por más tiempo por el día y la noche según frecuencia de uso.

- Se comprueba que para poder obtener un modelo de vivienda social en el Ecuador que logre tener confort térmico interior en un clima de alta montaña utilizando elementos pasivos, se debe analizar los materiales aplicados en la envolvente de la vivienda.

- Se invita a revisar el numeral 13.4.2 Exigencias de diseño, descrita en las normas NEC. Pues, al aplicar el porcentaje mínimo de abertura (20%) del total de la pared expuesta en cierta orientación, no logra satisfacer con el objetivo de favorecer al confort térmico interior. Se logra con el 16%.

AGRADECIMIENTOS

A la universidad de Cuenca por abrirme las puertas y permitirme estudiar en estas prestigiosas aulas. Nunca olvidaré mis años de estudio y mis viajes a la ciudad más hermosa del Ecuador.

Al tutor que siempre estuvo pidiendo que mejore y busque como dejar huella para futuras investigaciones a través de este artículo. A mi compañero de estudios Cesar Hidalgo quien me ayudo en el proceso.

A mi madre, sin ella no podría haber logrado esta etapa en mi vida.

A mi esposo e hijos por siempre permitirme ser quien soy y acompañarme en cada paso que doy.

A mi abuelito Manolo, por aún existir y decirme que todo esfuerzo vale la pena así sea pequeño.

TABLAS

<i>Tabla 1. Datos climáticos de Cantón Pucará.</i>	9
<i>Tabla 2. Rangos de Temperatura para clima de Alta Montaña según ASHRAE 55.</i>	10
<i>Tabla 3. Intervalo de confianza de las temperaturas mínimas en invierno y en verano.</i>	10
<i>Tabla 4. Días válidos para temperatura extrema fría definidos por el Intervalo de Confianza.</i>	10
<i>Tabla 5. Especificación técnica ventana vivienda social actual.</i>	11
<i>Tabla 6. Modelos de Ventanas a simular.</i>	12
<i>Tabla 7. Porcentaje máximo con relación superficie de ventana y superficie total de fachada con vidrio monolítico para ZTI.</i>	13
<i>Tabla 8. Especificación técnica de la envolvente Dormitorio vivienda social.</i>	13
<i>Tabla 9. Especificación técnica de la envolvente Dormitorio vivienda social mejorada.</i>	13
<i>Tabla 10. GhDT Ventana V1 en Invierno* y Verano**</i>	15
<i>Tabla 11. GhDT Ventana V2 en Invierno* y Verano**</i>	15
<i>Tabla 12. GhDT Ventana V3 en Invierno* y Verano**</i>	15
<i>Tabla 13. GhDT Ventana V4 en Invierno* y Verano**</i>	15



FIGURAS

Figura 1. Flujograma de la Metodología aplicada al caso de estudio.....	8
Figura 2 Localización caso de estudio.....	9
Figura 3. Diagrama de aceptabilidad del 90% basada en normas ASHRAE Standard 55. (Ver Anexo 1.).....	10
Figura 4. Orientación de la ventana simulada en las cuatro orientaciones principales.	11
Figura 5. Planta Arquitectónica de vivienda social simulada en el software Ecotect Analysis 2011.....	11
Figura 6. Volumetría de vivienda social simulada en el software Ecotect Analysis 2011.	11
Figura 7. Gráficos de Temperaturas vs. Tiempo de los cuatro modelos de ventana en las cuatro orientaciones. (FDT). 8 de Agosto (Verano).	14
Figura 8. Zonas del Diagrama de Flotabilidad.....	15
Figura 9. Diagrama de Flotabilidad. Invierno.	15
Figura 10. Diagrama de Flotabilidad. Verano.....	15

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2013). *Programa Nacional de Vivienda Social (PNVS)*.
- Alvear Calle, A., Sanchez, J. H., Tapia Abril, E., & Ordoñez Alvarado, G. (Julio – Diciembre de 2016). Declaraciones consensuadas del Seminario-Taller: “Arquitectura Sostenible” Un enfoque sobre estrategias de diseño bioclimático: Caso Ecuador. *ESTOA*, 9(5), 149-164. doi:10.18537/est.v005.n009.14
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (2010). *ASHRAE Standard 55. Condiciones ambientales térmicas para la ocupación humana*. Atlanta,GA. .
- Arciénega, A., & Maristany, A. (2015). Comportamiento Térmico de vivienda económica en el Alti-Plano Andino, potencial de adaptación climática. *XIII Encuentro Nacional e IX Encuentro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construido*.
- Asamblea General de las Naciones Unidas . (1948). *Declaración Universal de los Derechos Humanos. Art. 25.1* . París.
- Barraza Aguayo, O. (2014). *Análisis de la Gestión del hueco de la vivienda de interés social en clima cálido - seco; Ciudad Juárez, México*. Tesis de Maestría , Universidad Politécnica de Cataluña., Barcelona.
- Beltrán, K., Salgado, S., Leon, S., Romoleroux, K., Cuesta, F., & Cardenas, A. (2009). *Distribución Espacial, Sistemas Ecológicos y Caracterización Florística de los Páramos en el Ecuador*. . Quito: EcoCiencia, Proyecto Páramo Andino .
- Ching, F. (1997). *Diccionario visual de Arquitectura*. Mexico: Gustavo Gili.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Sección Sexta Hábitat y Vivienda* .
- Córdova, M. (2015). *Transformación de las políticas de vivienda social. El sistema de incentivos para la vivienda en la conformación de cuasi-mercados en Ecuador*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales - Sede Académica de Ecuador. , Quito. doi:http://dx.doi.org/10.17141/iconos.53.2015.1530
- Culcay Cantos, M. B., & Maldonado Cardoso, M. V. (2016). *Prototipo de vivienda social sostenible. Diseño de una vivienda de interés social de clima frío para la ciudad de cuenca*. Cuenca.
- De Guzmán Báez, A., Gallo Ormazábal, I., García Navarro, J., & Jimenez Rivero, A. (2014). *Criterios para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios en países emergentes: El caso de Ecuador*. Cuenca.
- Diario El Mercurio. (2013). *Diario El Mercurio*. Obtenido de www.elmercurio.com.ec/400119-el-canton-pucara-promociona-fiestas/
- Fanger, P. O. (1973). *Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental engineering*. Nueva York.
- Fehr, R. (2009). Robert L. Fehr . *Guide to Building Energy Efficient Homes*. University of Kentucky, 89 - 90.



- Ferrer, M., & Spairani, S. (2009). Análisis de la valoración de la sostenibilidad de los materiales de construcción. *Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Campus de Sant Vicent del Raspeig*, 406 - 408.
- Flores, L., Flores Larsen, S., & Fellipín, C. (2007). *Comportamiento Térmico de invierno y verano de viviendas de interés social en la provincia de Salta*.
- Fundación CB. (2012). *Eficiencia Energética en ventanas. Aislantes térmicos de ventanas*. Chile.: Fundación Córdor Blanco. .
- GAD Municipal de Pucará. (2016). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Pucará, Actualización 2016*. Obtenido de <https://gadmpucara.gob.ec/pucara-por-temas/biblioteca/plan-de-desarrollo-1/220-consolidado-pdot-pdf-1/file>
- Gallardo, A., Palme, M., Beltrán, D., Lobato, A., & Villacreses, G. (2016). *Análisis y optimización del rendimiento térmico del material de construcción de vivienda social en Ecuador*. Artículo presentado en Conferencia Internacional PLEA 2016, Los Ángeles, Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, Quito. .
- Godoy Muñoz, A. (2012). *El Confort térmico adaptativo. Aplicación en la edificación en España*. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2099.1/18763>
- Gómez Amador, A., & Alcántara Lomelí, A. (2003). *El papel de la ventana tradicional de Colima*.
- Grupo de Investigación Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Cuenca. (2016). Implementación de vivienda de interés social experimental para la evaluación de la sostenibilidad en el clima Páramo. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Guillén Mena, V. (2014). *Metodología de evaluación de confort térmico exterior para diferentes pisos climáticos en Ecuador*. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Hart, R., Misiópecki, C., Gustavsen, A., Jelle, P., & Arasteh, D. (2012). Rendimiento térmico de la ventana a través de programas de simulación. *Actas de la construcción del recinto Ciencia y Tecnología*. Atlanta, Georgia. Estados Unidos. .
- Hermida, M. A. (2014). *Informe final del proyecto Sustitución de sistemas y productos industriales no sustentables utilizados en la vivienda social y el urbanismo en el Ecuador por nuevos productos y sistemas innovadores*. Cuenca: Universidad de Cuenca. .
- Hidalgo, C. (2018). *Arquitectura bioclimática en el páramo andino de Ecuador: mejora térmica-energética de materiales como envolvente en la vivienda social*. Artículo Científico, Cuenca.
- Huizenga, C., Zhang, H., Mattelaer, P., Yu, T., & Arens, E. (2006). *Rendimiento de la Ventana para el Confort Térmico Humano*. Universidad de California, Berkeley.
- INAMHI. (2009). *Servicio Meteorológico del Ecuador*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec>
- INEC. (Octubre de 2012). *Instituto Nacional de estadística y censos*. Obtenido de Ecuador en cifras: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- INER. (s.f.). *Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables*. Obtenido de www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/.../5_MIDUVI_Tatiana_Luna.pdf
- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables. (s.f.). *Estrategias para mejorar las condiciones de Habitabilidad y el Consumo de Energía en viviendas*. .
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2001). *INAMHI*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/cambio-climatico/>
- LABET. Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía Renovable. (2017). *Reporte de Conductividad Térmica. S17-001, S17-002, S17-003*. Reporte, INER, Laboratorio de Ensayos térmicos y Eficiencia energética, Guayaquil.
- Laboratorio de Recursos Hídricos. PROMAS. (2016). *Universidad de Cuenca*. Obtenido de <https://www.ucuenca.edu.ec/la-investigacion/departamentos-investigacion/recursos-hidricos/laboratorios/1625-observatorio-ecohidrologico-de-zhurucay>
- Manzano, F., Montoya, G., Sabio, A., & Garcia, A. (2015). Bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49, 736 - 755.
- Marconi, M., & Lakatos, E. (2003). *Fundamentos de Metodología Científica*. Sao Paulo: Editora Atlas S.A. .



- Mata, F. (2010). Selección sostenible de los materiales de construcción. Madrid. *Tecnología y Desarrollo. Vol VIII*.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. . (2012). *Especificaciones técnicas generales de edificación (vivienda rural y urbano marginal)*. Quito.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2013). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017*.
- Ministerio de Desarrollo y Vivienda. (2015). *Acuerdo Ministerial 027-15* .
- Morales Adames, G. A., & García Álvarez, M. (2012). *Problemas de Confort Térmico en edificios de Oficinas. Caso Estudio: Torre Colpatria en la ciudad de Bogotá*.
- Naciones Unidas. Derechos Humanos. (2010). *El Derecho a una vivienda adecuada. Folleto Informativo No. 1. Rev. 1*. Ginebra, Suiza. Obtenido de http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21_rev_1_Housing_sp.pdf
- Nico-Rodriguez, E. A. (2015). *Influencia de la ventana en el desempeño térmico de ambientes ventilados naturalmente. (Tesis doctoral)*. Universidad Bio-Bio, Programa de Doctorado en Arquitectura y Urbanismo de la Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño. , Concepción, Chile.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. . (2014). *Capítulo Habitabilidad y Salud. Código NEC-HS-VIDRIO*. . Obtenido de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). *NEC-11 Capítulo 13 Eficiencia energética en la construcción en Ecuador*.
- Oficina del Alto Comisionado para los Derechos Humanos, O. (. (1997). *El Derecho Humano a una Vivienda Adecuada. Asamblea General de la ONU Resolución 42/191*.
- Pinto, V., & Ruiz, S. (2009). *La vivienda rural en el Ecuador: desafíos para procesos sustentables e incluyentes*. . Quito.
- Plataforma Arquitectura*. (12 de Diciembre de 2010). Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-62481/ecotect-software-de-diseno-de-construccion-sustentable>
- Red Interamericana de Vivienda Saludable. (s.f.). *Vivienda Saludable*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsasv/e/iniciativa/folleto.pdf>
- Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). *Plan de Desarrollo del Buen Vivir*.
- Sicurella , F., Evola , G., & Wurtz, E. (2012). A statistical approach for the evaluation of thermal and visual comfort in free-running buildings. 402 - 410. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.12.013>
- Sicurella , F., Evola , G., & Wurtz, E. (2012). *A statistical approach for the evaluation of thermal and visual comfort in free-running buildings* (Volumen 47, ed.). Energy and Buildings. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.12.013>
- Sicurella, F., Evola, G., & Wurtz, E. (2012). statistical approach for the evaluation of thermal and visual comfort in free-running buildings. *Elsevier*, 402 - 410. doi:10.1016/j.enbuild.2011.12.013
- Tapia Chocho, W. (2017). *El confort térmico en las edificaciones de arquitectura vernácula de la ciudad de Loja y Malacatos.(Tesis Máster)*. . Tesis , Universidad de Cuenca. , Cuenca . Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/27406>
- UNE-EN ISO 7730 Norma Española. (2006). *Ergonomía del ambiente térmico*. . Madrid, España: AENOR.
- Universidad de California en Berkeley. (1999). *Rendimiento de la ventana para el Confort térmico humano*.
- Universidad Glasgow Caledonian . (2008). *Rendimiento térmico de las ventanas tradicionales* . Escocia .

IX. ANEXOS.

TODOS LOS ANEXOS SE ENCUENTRAN DETALLADOS EN EL CD ADJUNTO A ESTE ARTÍCULO

ANEXO 1. Tabla de Confort del modelo Adaptativo según ASHRAE Estándar 55, para definir el límite inferior del rango de confort térmico interior.

CONFORT MODELO ADAPTATIVO

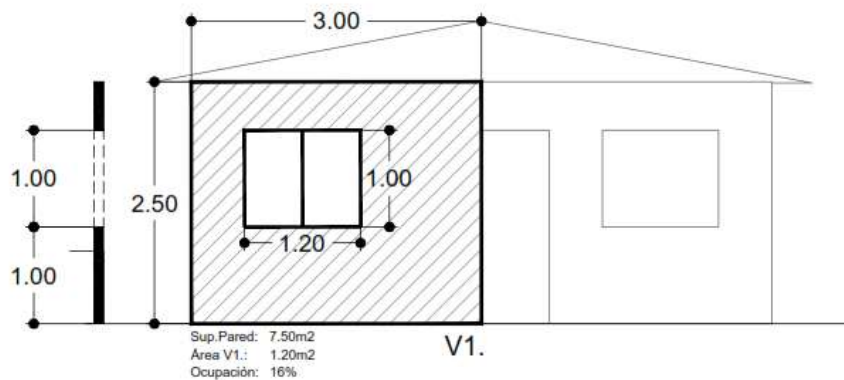
MESES	Temperatura media aire externo mensual (°C)	Temperatura operativa óptima (°C) $T_n=0.31(T_e)+17.8$	Rango de temperatura confort (°C) ASHRAE 55 90% Adaptabilidad	
Enero	8.6	20.47	18.0	23.0
Febrero	8.7	20.50	18.0	23.0
Marzo	8.7	20.50	18.0	23.0
Abril	8.7	20.50	18.0	23.0
Mayo	8.6	20.47	18.0	23.0
Junio	7.8	20.22	17.7	22.7
Julio	7.2	20.03	17.5	22.5
Agosto	7.2	20.03	17.5	22.5
Septiembre	7.8	20.22	17.7	22.7
Octubre	8.1	20.31	17.8	22.8
Noviembre	8.2	20.34	17.8	22.8
Diciembre	8.3	20.37	17.9	22.9

} Límite rango inferior

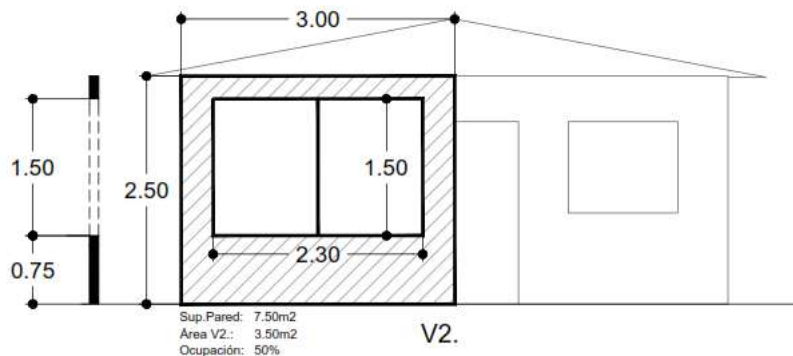
Debido a la limitación del equipo la temperatura radiante requerida en la formula fue asumida por el mismo valor de temperatura media del aire.

Lo sombreado es temporada de invierno.

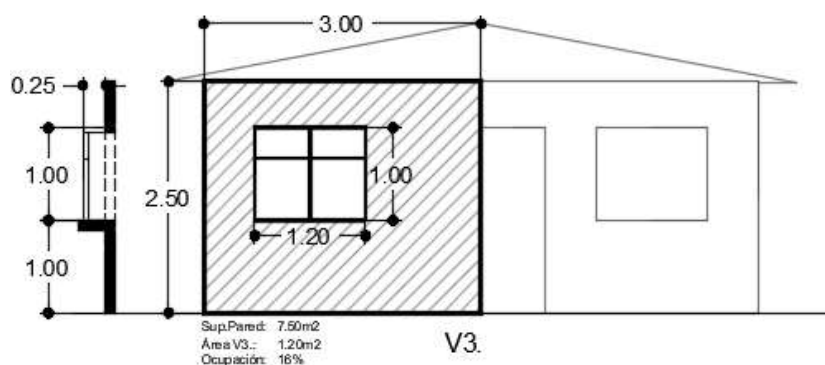
ANEXO 2. Detalle de los modelos de ventanas V1 –V2 – V3; en alzado de fachada principal y corte, de la vivienda caso de estudio.



V1: 16% de ocupación sobre la superficie.



V2: 50% de ocupación sobre la superficie.



V3: 16% de ocupación sobre la superficie.

ANEXO 3. Tabla resumen de datos climáticos Estación Zhurucay, desde marzo 2011 a octubre 2015.

(La base de datos se encuentra completa en el cd que se entrega)

Estación Zhurucay											
Estación Principal				Estación Campamento				Promedio			
Fecha	Tprom	Tmáx	Tmín	Fecha	Tprom	Tmáx	Tmín	Fecha	Tprom	Tmáx	Tmín
	°C	°C	°C		°C	°C	°C		°C	°C	°C
3/1/2011	5.927	11.880	2.067	3/1/2011	8.20	13.880	4.896	3/1/2011	7.06	12.88	3.48
3/2/2011	6.189	12.460	2.046	3/2/2011	8.068	13.860	3.987	3/2/2011	7.13	13.16	3.02
3/3/2011	5.946	11.620	1.500	3/3/2011	7.984	13.300	2.826	3/3/2011	6.96	12.46	2.16
3/4/2011	5.685	12.730	1.238	3/4/2011	8.809	14.190	5.926	3/4/2011	7.25	13.46	3.58
3/5/2011	5.314	13.650	0.590	3/5/2011	8.614	13.670	5.290	3/5/2011	6.96	13.66	2.94
3/6/2011	5.403	9.660	1.915	3/6/2011	7.670	11.150	5.411	3/6/2011	6.54	10.41	3.66
3/7/2011	6.686	12.860	1.804	3/7/2011	8.823	14.080	5.421	3/7/2011	7.75	13.47	3.61
3/8/2011	5.485	11.110	1.096	3/8/2011	8.208	13.180	5.522	3/8/2011	6.85	12.15	3.31
3/9/2011	5.162	10.670	1.470	3/9/2011	7.162	11.510	3.825	3/9/2011	6.16	11.09	2.65
3/10/2011	6.000	13.180	1.238	3/10/2011	6.197	12.700	2.430	3/10/2011	6.10	12.94	1.83
3/11/2011	5.558	13.130	0.590	3/11/2011	6.410	11.230	2.188	3/11/2011	5.98	12.18	1.39
3/12/2011	5.192	11.920	1.238	3/12/2011	7.497	11.650	2.976	3/12/2011	6.34	11.79	2.11

Arq. Cristina Elizabeth Andrade Ordeñana



3/13/2011	5.963	12.960	0.570	3/13/2011	7.276	12.580	2.502	3/13/2011	6.62	12.77	1.54
3/14/2011	5.957	13.190	1.328	3/14/2011	7.426	12.920	2.724	3/14/2011	6.69	13.06	2.03
3/15/2011	5.345	11.640	1.137	3/15/2011	7.694	13.330	3.744	3/15/2011	6.52	12.49	2.44
3/16/2011	6.020	13.900	0.016	3/16/2011	9.029	14.530	3.825	3/16/2011	7.52	14.22	1.90
3/17/2011	6.458	13.670	1.824	3/17/2011	8.961	13.180	6.733	3/17/2011	7.71	13.43	4.28
3/18/2011	6.674	11.880	3.340	3/18/2011	9.036	12.410	6.512	3/18/2011	7.85	12.15	4.93
3/19/2011	6.111	8.990	4.422	3/19/2011	8.762	10.980	7.338	3/19/2011	7.44	9.99	5.88
3/20/2011	6.062	12.810	2.592	3/20/2011	8.462	13.460	5.562	3/20/2011	7.26	13.14	4.08
3/21/2011	6.307	11.400	4.108	3/21/2011	9.109	14.210	6.794	3/21/2011	7.71	12.81	5.45
3/22/2011	6.567	13.490	3.644	3/22/2011	8.416	12.340	6.189	3/22/2011	7.49	12.92	4.92
3/23/2011	6.546	12.520	2.734	3/23/2011	9.231	15.440	6.007	3/23/2011	7.89	13.98	4.37
3/24/2011	7.388	13.000	4.937	3/24/2011	9.704	14.000	7.480	3/24/2011	8.55	13.50	6.21
3/25/2011	6.584	13.120	4.674	3/25/2011	9.492	14.420	7.571	3/25/2011	8.04	13.77	6.12
3/26/2011	6.958	10.430	4.814	3/26/2011	10.843	15.320	8.590	3/26/2011	8.90	12.88	6.70
3/27/2011	6.828	12.040	4.170	3/27/2011	10.751	15.490	7.904	3/27/2011	8.79	13.77	6.04
3/28/2011	6.684	10.810	4.937	3/28/2011	10.495	14.770	7.984	3/28/2011	8.59	12.79	6.46
3/29/2011	6.558	10.830	3.422	3/29/2011	10.116	14.160	7.542	3/29/2011	8.34	12.50	5.48
3/30/2011	7.393	13.420	4.966	3/30/2011	10.101	15.690	7.530	3/30/2011	8.75	14.56	6.25
3/31/2011	6.818	12.470	3.512	3/31/2011	10.385	15.580	7.409	3/31/2011	8.60	14.03	5.46
4/1/2011	7.198	13.040	3.946	4/1/2011	10.232	15.700	7.965	4/1/2011	8.72	14.37	5.96
4/2/2011	7.138	12.500	5.078	4/2/2011	9.743	13.990	7.752	4/2/2011	8.44	13.25	6.42
4/3/2011	7.256	13.230	3.320	4/3/2011	9.645	13.760	7.328	4/3/2011	8.45	13.50	5.32
4/4/2011	6.668	10.880	3.784	4/4/2011	9.077	11.790	7.642	4/4/2011	7.87	11.34	5.71
4/5/2011	7.103	13.550	2.997	4/5/2011	9.584	15.180	7.056	4/5/2011	8.34	14.37	5.03
4/6/2011	6.223	9.290	3.886	4/6/2011	9.173	12.240	7.299	4/6/2011	7.70	10.77	5.59
4/7/2011	6.201	11.370	4.047	4/7/2011	8.890	12.680	7.238	4/7/2011	7.55	12.03	5.64
4/8/2011	7.023	12.240	3.997	4/8/2011	9.780	14.580	7.542	4/8/2011	8.40	13.41	5.77
4/9/2011	6.165	10.340	3.886	4/9/2011	9.325	12.710		4/9/2011	7.74	11.53	5.53
4/10/2011	4.393	6.108	2.158	4/10/2011	8.011	10.290	6.613	4/10/2011	6.20	8.20	4.39
4/11/2011	6.240	12.860	2.774	4/11/2011	9.353	13.900	7.289	4/11/2011	7.80	13.38	5.03
4/12/2011	6.229	11.190	3.360	4/12/2011	8.518	11.790	6.784	4/12/2011	7.37	11.49	5.07
4/13/2011	6.203	12.140	2.056	4/13/2011	8.622	12.590	4.814	4/13/2011	7.41	12.37	3.44
4/14/2011	6.530	12.240	1.702	4/14/2011	9.109	14.310	6.753	4/14/2011	7.82	13.28	4.23
4/15/2011	6.245	11.230	2.340	4/15/2011	9.553	14.410	6.582	4/15/2011	7.90	12.82	4.46
4/16/2011	5.773	9.640	4.068	4/16/2011	9.027	13.420	7.419	4/16/2011	7.40	11.53	5.74
4/17/2011	5.499	9.480	3.744	4/17/2011	8.837	12.730	7.218	4/17/2011	7.17	11.11	5.48
4/18/2011	5.722	9.960	3.704	4/18/2011	9.021	13.000	7.188	4/18/2011	7.37	11.48	5.45
4/19/2011	4.471	7.602	2.420	4/19/2011	8.306	12.140	5.340	4/19/2011	6.39	9.87	3.88
4/20/2011	5.056	7.602	2.976	4/20/2011	8.575	11.310	7.167	4/20/2011	6.82	9.46	5.07
4/21/2011	5.842	10.460	3.987	4/21/2011	8.638	12.120	7.026	4/21/2011	7.24	11.29	5.51
4/22/2011	5.377	10.920	2.420	4/22/2011	8.349	12.900	6.410	4/22/2011	6.86	11.91	4.42
4/23/2011	5.869	10.460	3.360	4/23/2011	9.514	13.510	6.996	4/23/2011	7.69	11.99	5.18
4/24/2011	6.886	12.300	1.864	4/24/2011	10.069	14.330	6.552	4/24/2011	8.48	13.32	4.21
4/25/2011	6.443	11.330	3.026	4/25/2011	9.782	14.170	7.581	4/25/2011	8.11	12.75	5.30
4/26/2011	6.789	11.930	4.916	4/26/2011	9.790	14.340	7.854	4/26/2011	8.29	13.14	6.39

Arq. Cristina Elizabeth Andrade Ordeñana



4/27/2011	5.582	9.240	3.784	4/27/2011	9.579	12.990	7.782	4/27/2011	7.58	11.12	5.78
4/28/2011	6.090	10.710	1.844	4/28/2011	9.576	12.770	6.714	4/28/2011	7.83	11.74	4.28
4/29/2011	6.674	12.720	2.471	4/29/2011	9.817	15.440	7.036	4/29/2011	8.25	14.08	4.75
4/30/2011	6.507	12.500	2.552	4/30/2011	9.805	15.180	6.582	4/30/2011	8.16	13.84	4.57
5/1/2011	6.687	12.020	1.480	5/1/2011	10.417	14.570	6.400	5/1/2011	8.55	13.30	3.94
5/2/2011	6.429	11.700	4.937	5/2/2011	10.226	14.050	8.320	5/2/2011	8.33	12.88	6.63
5/3/2011	5.475	8.270	4.775	5/3/2011	8.996	12.290	7.622	5/3/2011	7.24	10.28	6.20
5/4/2011	6.602	11.650	4.583	5/4/2011	10.144	15.160	7.490	5/4/2011	8.37	13.41	6.04
5/5/2011	6.510	12.670	2.896	5/5/2011	10.500	15.200	7.904	5/5/2011	8.50	13.94	5.40
5/6/2011	6.267	11.600	4.573	5/6/2011	9.913	14.240	7.975	5/6/2011	8.09	12.92	6.27
5/7/2011	3.156	5.542	1.439	5/7/2011	6.896	8.620	5.653	5/7/2011	5.03	7.08	3.55
5/8/2011	3.977	5.643	1.722	5/8/2011	7.429	9.260	5.775	5/8/2011	5.70	7.45	3.75
5/9/2011	6.056	8.990	5.018	5/9/2011	10.020	14.070	7.944	5/9/2011	8.04	11.53	6.48
5/10/2011	6.016	8.890	4.573	5/10/2011	10.231	13.790	7.884	5/10/2011	8.12	11.34	6.23
5/11/2011	6.264	9.380	2.532	5/11/2011	9.992	12.840	7.984	5/11/2011	8.13	11.11	5.26
5/12/2011	6.849	12.100	2.886	5/12/2011	9.396	14.580	7.542	5/12/2011	8.12	13.34	5.21
5/13/2011	6.475	11.310	4.228	5/13/2011	8.682	9.940	7.470	5/13/2011	7.58	10.63	5.85
5/14/2011	7.207	13.770	3.603	5/14/2011	9.345	12.680	7.692	5/14/2011	8.28	13.23	5.65
5/15/2011	7.669	14.180	2.754	5/15/2011	10.465	16.110	6.956	5/15/2011	9.07	15.15	4.86
5/16/2011	7.070	13.070	3.260	5/16/2011	10.294	15.900	6.774	5/16/2011	8.68	14.49	5.02
5/17/2011	6.819	13.400	2.794	5/17/2011	8.404	14.010	3.138	5/17/2011	7.61	13.71	2.97
5/18/2011	6.981	13.300	2.886	5/18/2011	7.881	13.680	2.764	5/18/2011	7.43	13.49	2.83
5/19/2011	6.254	11.400	1.106	5/19/2011	7.262	11.610	3.058	5/19/2011	6.76	11.51	2.08
5/20/2011	6.671	13.490	0.297	5/20/2011	9.570	14.350	5.260	5/20/2011	8.12	13.92	2.78
5/21/2011	6.948	12.720	0.518	5/21/2011	9.598	15.100	5.018	5/21/2011	8.27	13.91	2.77
5/22/2011	6.390	11.510	3.098	5/22/2011	9.116	13.610	6.976	5/22/2011	7.75	12.56	5.04
5/23/2011	6.157	10.820	3.522	5/23/2011	10.040	14.070	7.006	5/23/2011	8.10	12.45	5.26
5/24/2011	6.378	10.080	4.370	5/24/2011	9.663	13.970	8.360	5/24/2011	8.02	12.03	6.37
5/25/2011	6.770	11.540	4.986	5/25/2011	9.857	14.370	7.642	5/25/2011	8.31	12.96	6.31
5/26/2011	6.206	10.810	4.452	5/26/2011	9.984	13.950	7.924	5/26/2011	8.10	12.38	6.19
5/27/2011	5.249	7.138	3.644	5/27/2011	8.922	12.520	6.996	5/27/2011	7.09	9.83	5.32
5/28/2011	4.437	6.350	1.662	5/28/2011	7.858	9.970	4.866	5/28/2011	6.15	8.16	3.26
5/29/2011	4.276	5.522	1.662	5/29/2011	7.452	8.690	4.916	5/29/2011	5.86	7.11	3.29
5/30/2011	3.636	4.775	2.512	5/30/2011	6.786	7.874	5.824	5/30/2011	5.21	6.32	4.17
5/31/2011	4.527	6.047	3.360	5/31/2011	7.668	10.110	6.238	5/31/2011	6.10	8.08	4.80
6/1/2011	5.574	8.930	3.584	6/1/2011	9.007	12.760	7.278	6/1/2011	7.29	10.85	5.43
6/2/2011	6.773	11.080	4.452	6/2/2011	9.590	14.240	7.722	6/2/2011	8.18	12.66	6.09
6/3/2011	7.025	12.680	2.633	6/3/2011	8.521	11.470	6.310	6/3/2011	7.77	12.08	4.47
6/4/2011	7.087	12.460	4.240	6/4/2011	9.561	13.390	7.622	6/4/2011	8.32	12.93	5.93
6/5/2011	6.877	12.840	2.430	6/5/2011	10.334	15.560	6.875	6/5/2011	8.61	14.20	4.65
6/6/2011	6.606	11.980	1.622	6/6/2011	8.465	13.370	4.228	6/6/2011	7.54	12.68	2.93
6/7/2011	6.207	12.280	1.500	6/7/2011	9.779	16.140	6.481	6/7/2011	7.99	14.21	3.99
6/8/2011	7.271	13.170	3.017	6/8/2011	10.633	16.280	6.248	6/8/2011	8.95	14.73	4.63
6/9/2011	7.110	11.790	5.007	6/9/2011	10.859	14.910	8.430	6/9/2011	8.98	13.35	6.72
6/10/2011	6.080	10.360	4.452	6/10/2011	10.323	13.850	8.570	6/10/2011	8.20	12.11	6.51
6/11/2011	5.795	11.040	4.118	6/11/2011	9.544	14.290	7.944	6/11/2011	7.67	12.67	6.03



6/12/2011	4.807	7.843	2.532	6/12/2011	8.941	12.090	7.097	6/12/2011	6.87	9.97	4.81
6/13/2011	3.973	8.020	1.379	6/13/2011	8.138	11.860	6.238	6/13/2011	6.06	9.94	3.81
6/14/2011	4.651	6.410	3.584	6/14/2011	8.138	11.100	6.633	6/14/2011	6.39	8.76	5.11
6/15/2011	3.776	4.714	2.492	6/15/2011	7.339	9.820	5.946	6/15/2011	5.56	7.27	4.22
6/16/2011	5.580	10.130	2.522	6/16/2011	9.224	12.610	6.248	6/16/2011	7.40	11.37	4.39
6/17/2011	6.165	11.400	3.866	6/17/2011	9.505	15.210	6.652	6/17/2011	7.83	13.31	5.26
6/18/2011	6.280	11.230	3.704	6/18/2011	9.766	15.140	6.028	6/18/2011	8.02	13.19	4.87
6/19/2011	6.958	14.370	2.259	6/19/2011	9.737	14.090	6.936	6/19/2011	8.35	14.23	4.60
6/20/2011	6.188	12.560	0.550	6/20/2011	9.493	15.420	4.614	6/20/2011	7.84	13.99	2.58
6/21/2011	6.077	11.680	1.794	6/21/2011	10.123	14.190	7.097	6/21/2011	8.10	12.94	4.45
6/22/2011	5.711	11.090	3.755	6/22/2011	9.299	13.380	6.552	6/22/2011	7.50	12.24	5.15
6/23/2011	5.413	7.874	4.290	6/23/2011	8.774	11.670	7.318	6/23/2011	7.09	9.77	5.80
6/24/2011	5.413	7.874	4.290	6/24/2011	8.859	13.080	6.804	6/24/2011	7.14	10.48	5.55
6/25/2011	4.961	8.780	3.704	6/25/2011	8.806	12.590	6.673	6/25/2011	6.88	10.69	5.19
6/26/2011	4.088	6.067	2.572	6/26/2011	7.927	10.550	6.753	6/26/2011	6.01	8.31	4.66
6/27/2011	4.904	8.870	2.693	6/27/2011	8.705	11.960	6.914	6/27/2011	6.80	10.42	4.80
6/28/2011	7.274	12.840	2.360	6/28/2011	10.727	16.060	6.875	6/28/2011	9.00	14.45	4.62
6/29/2011	6.971	14.030	2.592	6/29/2011	9.775	15.220	6.228	6/29/2011	8.37	14.63	4.41
6/30/2011	6.250	10.970	1.844	6/30/2011	9.491	14.710	6.500	6/30/2011	7.87	12.84	4.17

Nota: Existen datos resaltados en color amarillo debido a que no se lograron tomar se ha colocado los mismos datos del inmediato superior.

ANEXO 4. Tablas resumen por estaciones del año INVIERNO – VERANO, desde marzo 2011 a octubre 2015.

(La base de datos se encuentra completa en el cd que se entrega)

Promedio				
Fecha	Tprom	Tmáx	Tmín	
	°C	°C	°C	
INVIERNO 2015	10/1/2015	8.39	15.42	4.65
	10/2/2015	8.89	14.89	3.77
	10/3/2015	7.92	10.17	6.10
	10/4/2015	7.80	10.75	6.43
	10/5/2015	7.39	11.45	4.65
	10/6/2015	7.51	12.27	4.88
	10/7/2015	8.14	12.91	4.86
	10/8/2015	8.73	14.68	4.19
	10/9/2015	9.11	14.69	5.26
	10/10/2015	8.41	12.80	6.09
	10/11/2015	8.98	14.61	6.46
	10/12/2015	8.25	12.52	6.60
	10/13/2015	8.07	12.45	4.71

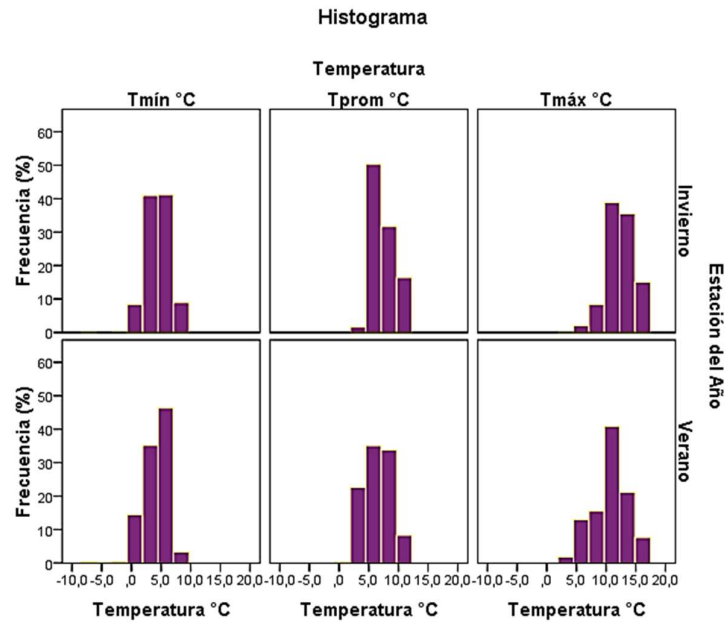
10/14/2015	8.84	12.94	6.60
10/15/2015	8.44	14.34	5.80
10/16/2015	8.28	12.96	5.88
10/17/2015	7.71	11.19	6.03
10/18/2015	7.20	9.76	5.83
10/19/2015	6.98	9.74	5.36
10/20/2015	8.57	13.01	5.54
10/21/2015	9.07	14.95	5.76
10/22/2015	8.17	13.26	5.15
10/23/2015	8.42	14.44	5.38
10/24/2015	8.55	14.19	5.10
10/25/2015	7.37	10.59	5.13
10/26/2015	8.56	13.92	5.74
10/27/2015	7.97	12.72	6.03
10/28/2015	8.48	12.82	5.89
10/29/2015	8.23	12.82	4.93



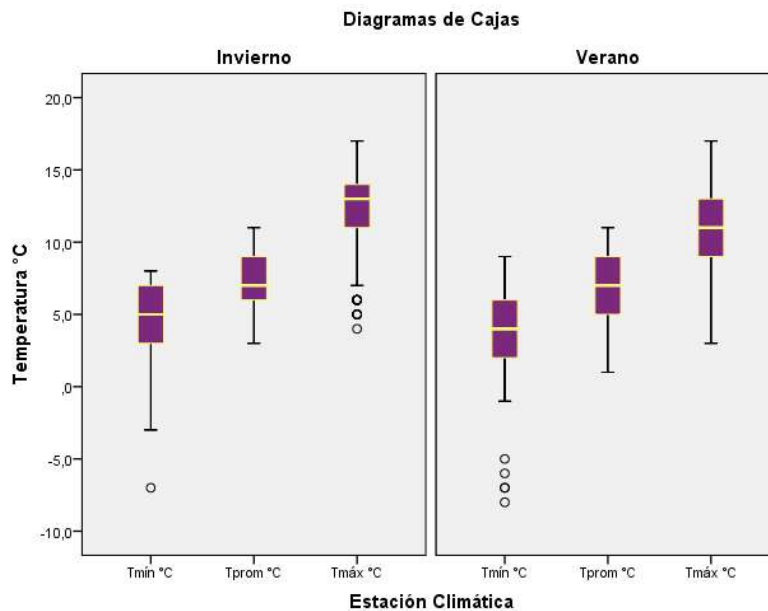
Nota: Se ha extraído un ejemplo de tabla por estación invierno 2015, los datos adicionales se encuentran en el cd adjunto.

ANEXO 5. Figuras del análisis estadístico realizado para definir los días válidos para las simulaciones en las estaciones del año.

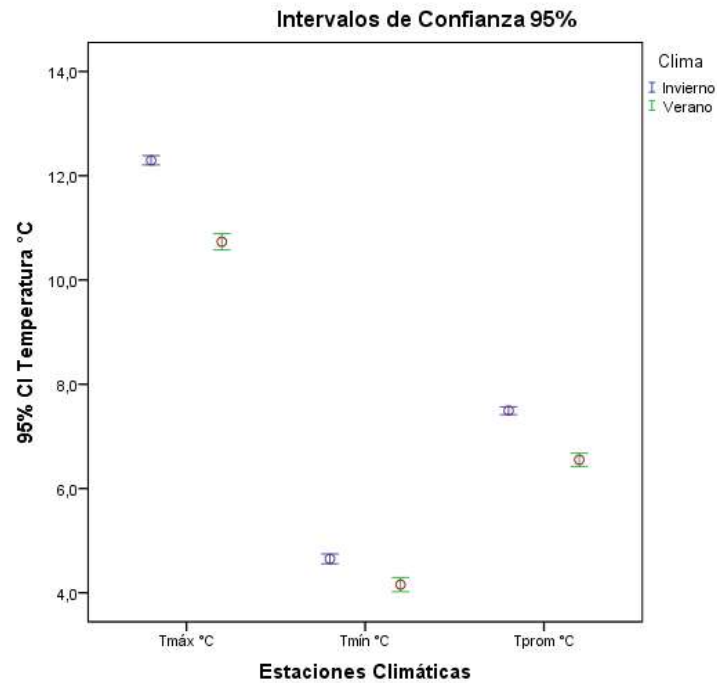
- Histograma comparando el porcentaje de frecuencia de las estaciones del año vs. temperatura mínima, promedio y máxima.



- Diagrama de Cajas. Valores atípicos y medianas de las estaciones del año vs. temperatura mínima, promedio y máxima.



- Intervalo de Confianza. Nivel de confianza 95%.

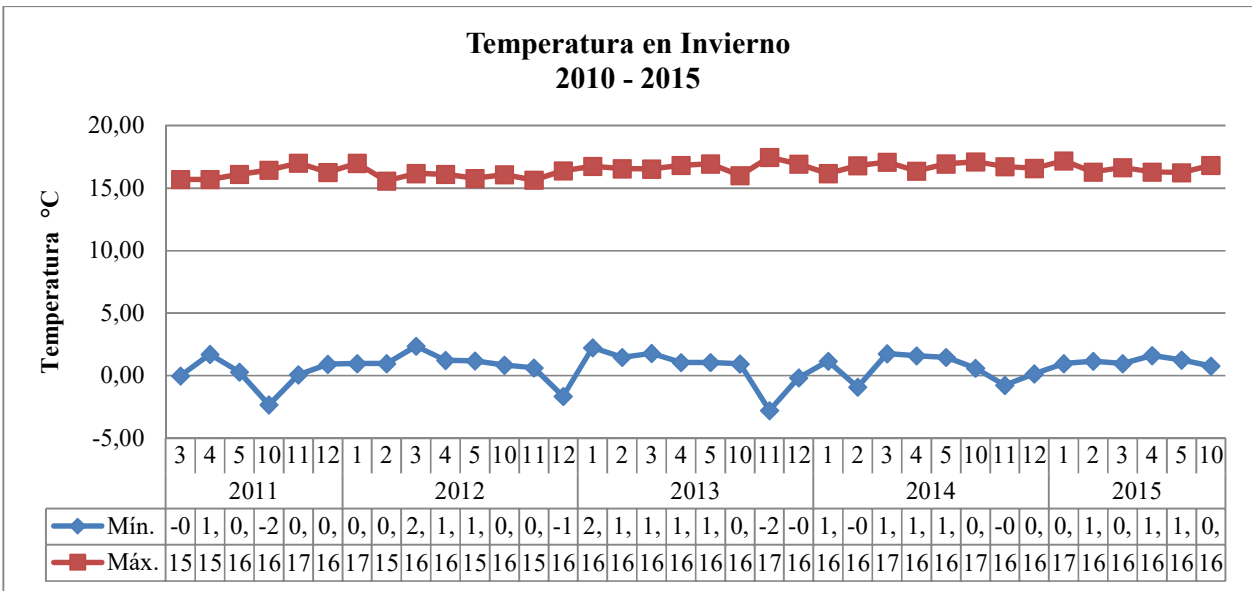


ANOVA – Prueba Tukey

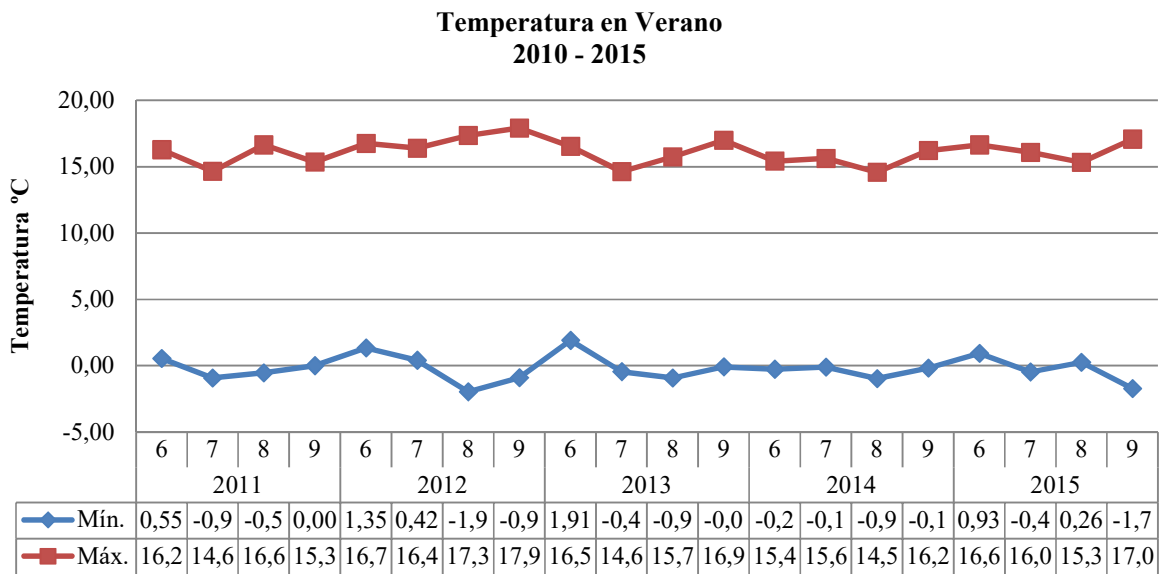
Temperatura mínima °C

	N	Media	Desviación Estándar	Error Estándar	95% Intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite Inferior	Límite Superior		
					Invierno	1094		
Verano	610	4,6451	2,39656	,06861	4,5105	4,7797	-2,00	10,00
Total	1704	4,9651	2,31056	,03958	4,8875	5,0427	-3,00	10,00

- Gráfico de temperaturas mínimas y máximas en invierno periodo 2010 – 2015.



- Gráfico de temperaturas mínimas y máximas en verano periodo 2010 – 2015.



ANEXO 6. Tablas resumen de simulaciones realizadas en V1 – Sistema de ventanaje actual para determinar FDT* y GhDT. (La base de datos se encuentra completa en el cd que se entrega).



- Datos arrojados de la simulación Ecotect Analysis del 08 agosto. Temporada verano, en todas las orientaciones.

este				oeste				norte				sur			
HOURLY TEMPERATURES - Wednesday 8th August (220)				HOURLY TEMPERATURES - Wednesday 8th August (220)				HOURLY TEMPERATURES - Wednesday 8th August (220)				HOURLY TEMPERATURES - Wednesday 8th August (220)			
Zone: DORMITORIO 1				Zone: DORMITORIO 1				Zone: DORMITORIO 1				Zone: DORMITORIO 1			
Avg. Temperature: 7,2 C (Ground 8,2 C)				Avg. Temperature: 7,2 C (Ground 8,2 C)				Avg. Temperature: 7,2 C (Ground 8,2 C)				Avg. Temperature: 7,2 C (Ground 8,2 C)			
Total Surface Area: 46,800 m2 (520,0% flr area),				Total Surface Area: 46,800 m2 (520,0% flr area),				Total Surface Area: 46,800 m2 (520,0% flr area),				Total Surface Area: 46,800 m2 (520,0% flr area),			
Total Exposed Area: 14,400 m2 (160,0% flr area),				Total Exposed Area: 14,400 m2 (160,0% flr area),				Total Exposed Area: 14,400 m2 (160,0% flr area),				Total Exposed Area: 12,000 m2 (133,3% flr area),			
Total North Window: 0,000 m2 (0,0% flr area),				Total North Window: 0,000 m2 (0,0% flr area),				Total North Window: 1,200 m2 (13,3% flr area),				Total North Window: 0,000 m2 (0,0% flr area),			
Total Window Area: 1,200 m2 (13,3% flr area),				Total Window Area: 1,200 m2 (13,3% flr area),				Total Window Area: 1,200 m2 (13,3% flr area),				Total Window Area: 0,000 m2 (0,0% flr area),			
Total Conductance (AU): 31 W/*K				Total Conductance (AU): 31 W/*K				Total Conductance (AU): 31 W/*K				Total Conductance (AU): 22 W/*K			
Total Admittance (AY): 157 W/*K				Total Admittance (AY): 157 W/*K				Total Admittance (AY): 157 W/*K				Total Admittance (AY): 159 W/*K			
Response Factor: 4,60				Response Factor: 4,60				Response Factor: 4,60				Response Factor: 6,37			
HOURLY	INSIDE	OUTSIDE	TEMP,DIF	HOURLY	INSIDE	OUTSIDE	TEMP,DIF	HOURLY	INSIDE	OUTSIDE	TEMP,DIF	HOURLY	INSIDE	OUTSIDE	TEMP,DIF
	(C)	(C)	(C)		(C)	(C)	(C)		(C)	(C)	(C)		(C)	(C)	(C)
0	10,1	5,5	4,6	0	10	5,5	4,5	0	10	5,5	4,5	0	11	5,5	5,5
1	10	5,1	4,9	1	9,9	5,1	4,8	1	9,8	5,1	4,7	1	10,9	5,1	5,8
2	9,9	4,8	5,1	2	9,7	4,8	4,9	2	9,7	4,8	4,9	2	10,8	4,8	6
3	9,8	4,5	5,3	3	9,6	4,5	5,1	3	9,6	4,5	5,1	3	10,7	4,5	6,2
4	9,7	4,3	5,4	4	9,5	4,3	5,2	4	9,5	4,3	5,2	4	10,6	4,3	6,3
5	9,6	4,2	5,4	5	9,4	4,2	5,2	5	9,4	4,2	5,2	5	10,5	4,2	6,3
6	11,1	4,4	6,7	6	9,4	4,4	5	6	9,4	4,4	5	6	10,5	4,4	6,1
7	11,6	4,7	6,9	7	9,8	4,7	5,1	7	9,8	4,7	5,1	7	11,2	4,7	6,5
8	12	5,3	6,7	8	9,8	5,3	4,5	8	9,8	5,3	4,5	8	11,2	5,3	5,9
9	12,3	6,2	6,1	9	10	6,2	3,8	9	10	6,2	3,8	9	11,2	6,2	5
10	12,7	7,3	5,4	10	9,3	7,3	2	10	9,3	7,3	2	10	10,3	7,3	3
11	12,7	8,4	4,3	11	9,5	8,4	1,1	11	9,5	8,4	1,1	11	10,4	8,4	2
12	12,8	9,5	3,3	12	9,8	9,5	0,3	12	9,8	9,5	0,3	12	10,6	9,5	1,1
13	11,6	10,3	1,3	13	10,7	10,3	0,4	13	10,7	10,3	0,4	13	10,6	10,3	0,3
14	12	11,1	0,9	14	13,2	11,1	2,1	14	12,1	11,1	1	14	10,7	11,1	-0,4
15	11,9	11,1	0,8	15	13	11,1	1,9	15	12	11,1	0,9	15	10,9	11,1	-0,2
16	11,8	10,9	0,9	16	12,5	10,9	1,6	16	11,5	10,9	0,6	16	11	10,9	0,1
17	11,4	10,4	1	17	11,4	10,4	1	17	10,4	10,4	0	17	11,1	10,4	0,7
18	9,9	9,7	0,2	18	9,9	9,7	0,2	18	10	9,7	0,3	18	10,4	9,7	0,7
19	9,5	8,8	0,7	19	9,5	8,8	0,7	19	10	8,8	1,2	19	10,5	8,8	1,7
20	9,5	7,9	1,6	20	9,5	7,9	1,6	20	9,9	7,9	2	20	10,5	7,9	2,6
21	9,4	7,1	2,3	21	9,8	7,1	2,7	21	9,8	7,1	2,7	21	10,5	7,1	3,4
22	9,3	6,4	2,9	22	9,6	6,4	3,2	22	9,6	6,4	3,2	22	10,4	6,4	4
23	9,2	5,9	3,3	23	9,4	5,9	3,5	23	9,4	5,9	3,5	23	10,2	5,9	4,3

*FDT; los gráficos de este día se encuentran en la sección de resultados.



• Tabla resumen de los datos estadísticos que se utilizaron para definir los GhDT del sistema de ventanaje V1.

Hora	Temp. De confort	NORTE																SUR																ESTE																OESTE															
		GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h																GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h																GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h																GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h															
		INVIERNO				INVIERNO				INVIERNO				INVIERNO				INVIERNO				INVIERNO				INVIERNO				INVIERNO				INVIERNO																															
0	18	8.2	8.2	8.4	8.2	8.2	8.4	6	5.8	8.2	8.2	8.4	8.2	8.2	8.4	6	5.8	8.2	8.2	8.4	8.2	8.2	8.4	6	5.8	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6	5.6	5.7	6.1	5.9	5.5	5.5	5.6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.8	6.3	6.1																				
1	18	8.3	8.3	8.5	8.3	8.3	8.4	8.5	6.2	6	8.3	8.3	8.5	8.3	8.3	8.4	6.2	6	5.5	5.5	5.5	5.6	5.6	5.7	6.1	5.9	5.5	5.5	5.6	5.6	5.7	5.7	5.8	6.2	6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.7	5.8	6.3	6.1																						
2	18	8.4	8.4	8.6	8.4	8.4	8.5	8.6	6.3	6.1	8.4	8.4	8.6	8.4	8.4	8.5	8.6	6.3	6.1	5.6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.8	6.2	6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.7	5.8	6.2	6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.8	6.3	6.1																							
3	18	8.5	8.5	8.7	8.5	8.5	8.6	8.7	6.4	6.2	8.5	8.5	8.7	8.5	8.5	8.6	8.7	6.4	6.2	5.7	5.7	5.7	5.8	5.8	5.9	6.3	6.1	5.7	5.7	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	6.4	6.2																								
4	18	8.6	8.6	8.8	8.6	8.7	8.7	8.7	6.5	6.3	8.6	8.6	8.8	8.6	8.7	8.7	8.7	6.5	6.3	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	6.4	6.2	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	6	6.5	6.3	5.8	5.8	5.9	5.9	6	6.5	6.3																						
5	18	8.6	8.6	8.9	8.7	8.7	8.8	8.8	6.6	6.4	8.6	8.6	8.9	8.7	8.7	8.8	8.8	6.6	6.4	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	6	6.5	6.3	5.9	5.9	5.9	5.9	6	6.5	6.3	5.9	5.9	5.9	6	6.5	6.3																									
6	18	8.7	8.7	8.9	8.7	8.8	8.8	8.8	6.6	6.4	8.7	8.7	8.9	8.7	8.8	8.8	8.8	6.6	6.4	4.3	4.3	4.4	6	5.9	6	6.5	6.3	5.9	5.9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6.1	6.6	6.4																								
7	18	8.1	8.1	8.3	8.1	8.1	8.2	8.2	5.9	5.7	8.1	8.1	8.3	8.1	8.1	8.2	5.9	5.7	4.4	4.4	4.4	5.4	6	6	6.5	6.4	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.7	5.7																							
8	18	8	8	8.3	8	8.1	8.2	8.2	5.9	5.7	8	8	8.3	8	8.1	8.2	5.9	5.7	4.4	4.4	4.4	5.4	6	6	6.5	6.3	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.7	5.7																							
9	18	8	8	8.3	8	8.1	8.2	8.2	5.9	5.7	8	8	8.3	8	8.1	8.2	5.9	5.7	4.4	4.4	4.4	5.4	5.9	6	6.5	6.3	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.7	5.7																							
10	18	8.2	8.2	8.2	8.3	8.4	6.8	6.6	6.4	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3	8.4	6.8	6.6	6.4	5.4	5.4	5.5	6.3	7	7.1	7.6	7.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4	6.8	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5																						
11	18	8.2	8.2	8.2	8.3	8.4	6.8	6.6	6.4	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3	8.4	6.8	6.6	6.4	5.4	5.4	5.5	6.3	7	7.1	7.6	7.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4	6.8	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5																						
12	18	8	8	7.7	8	8.1	8.2	8.2	6.5	6.3	8	8	7.7	8	8.1	8.2	6.5	6.3	5.2	5.2	5.2	6.6	6.6	7.1	7.5	7.4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6.2	6.5																							
13	18	7.9	7.9	7.6	7.9	8	8.1	8.1	6.4	6.2	7.9	7.9	7.6	7.9	8	8.1	6.4	6.2	5	5	5	6.9	6	6.9	7	7.5	7.3	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	6.1	5.8	5.6	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3																					
14	18	7.8	7.8	7.4	7.8	7.9	8	8.1	6.3	6.1	7.8	7.8	7.4	7.8	7.9	8	8.1	6.3	6.1	3.5	3.5	3.5	6.7	5.9	6.8	6.9	7.3	7.2	4.4	4.4	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3																							
15	18	7.7	7.7	7.3	7.7	7.8	7.9	8	6.2	6	7.7	7.7	7.3	7.7	7.8	7.9	8	6.2	6	3.4	3.4	3.4	6.6	5.7	6.7	6.8	7.2	7	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3																								
16	18	7.6	7.6	7.2	7.6	7.6	7.8	8.1	5.8	5.7	7.6	7.6	7.2	7.6	7.6	7.8	8.1	5.8	5.7	4.1	4.1	4.1	6.5	5.6	6.6	6.7	7.1	6.9	5.1	5.1	5.1	5	5	5	5.8	4.9	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6																							
17	18	7.4	7.4	7.1	7.4	7.5	7.7	7.9	5.7	5.7	7.4	7.4	7.1	7.4	7.5	7.7	7.9	5.7	5.7	5.3	5.3	5.3	6.4	6.4	6.5	6.9	6.7	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5																								
18	18	8	8	7.7	8	8.1	8.2	8.2	6.5	6.3	8	8	7.7	8	8.1	8.2	6.5	6.3	6.2	6.2	6.2	6.9	6.3	6.9	6.5	7.2	6.8	6	6	6	6.1	6.1	6.2	6.5	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3																							
19	18	7.9	7.9	7.5	8	8	8.2	8.2	6.5	6.3	7.9	7.9	7.5	8	8	8.2	6.5	6.3	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.4	6.7	6.5	5.9	5.9	5.9	6	6	6	6.1	6.5	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3																							
20	18	7.9	7.9	7.7	7.9	8	8.2	8.2	6.5	6.3	7.9	7.9	7.7	7.9	8	8.2	6.5	6.3	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.4	6.7	6.5	5.9	5.9	5.9	6	6	6	6.1	6.5	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3																							
21	18	8	8	7.7	8	8	8.2	8.2	6.5	6.3	8	8	7.7	8	8	8.2	6.5	6.3	6.2	6.2	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4	6.8	6.6	5.9	5.9	5.9	6	6	6	6.2	6.5	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3																							
22	18	8	8	7.8	8	8.1	8.2	8.2	6.5	6.3	8	8	7.8	8	8.1	8.2	6.5	6.3	6.2	6.2	6.2	6.3	6.3	6.3	6.5	6.8	6.6	6	6	6	6	6	6	6.2	6.5	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3																							
23	18	8.2	8.2	8.1	8.3	8.3	8.4	6.8	6.6	8.2	8.2	8.1	8.3	8.3	8.4	6.8	6.6	6.6	6.2	6.2	6.3	6.4	6.4	6.5	6.9	6.7	6.2	6.2	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4	6.8	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5																							
		194.2	193.6	192.6	193.9	195.6	198.6	152.6	147.6	194.2	194.2	192.6	193.9	195.6	198.6	152.6	147.6	162.5	125.9	125.9	138.9	143.2	150.5	152.8	163.3	160.2	135.1	135.1	135.6	136.6	136.6	141.9	146.8	141.4																															
		NORTE GHDT				SUR GHDT				ESTE GHDT				OESTE GHDT																																																			
		183.59 °C h/día				183.66 °C h/día				145.09 °C h/día				138.64 °C h/día																																																			
		INVIERNO VI				SUR				ESTE				OESTE																																																			
		Max. GhDT 1469.3 °C h/día				183.66				145.09				138.64																																																			
		NORTE				SUR				ESTE				OESTE																																																			
		183.59 °C h/día				183.66				145.09				138.64																																																			
		NORTE				SUR				ESTE				OESTE																																																			
		183.59 °C h/día				183.66				145.09				138.64																																																			
		GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h																GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h																GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h																GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h															
		VERANO				VERANO				VERANO				VERANO				VERANO				VERANO				VERANO				VERANO				VERANO																															
		05-jun				02-jul				18-jul				21-aug				22-aug				29-aug				08-sep				05-jun				02-jul				18-jul				21-aug				22-aug				29-aug				08-sep											
		17.5				5.9				6.5				6.5				6.5				6.5				6.5				6.5				5.9				6.4				6.5				6.5				6.5															
		17.5				6				6.5				6.6				6.6				6.6				6.6				6.6				6				6.5				6.6				6.6				6.6															
		17.5				6.1				6.6				6.7				6.7				6.7				6.7				6.7				6.1				6.6				6.7				6.7				6.7															
		17.5				6.2				6.6				6.8				6.8				6.8				6.8				6.8				6.2				6.6				6.8				6.8				6.8															
		17.5				6.3				6.7				6.9				6.9				6.9				6.9				6.9				6.3				6.7				6.9				6.9				6.9															
		17.5				6.3				6.8				6.9				6.9				6.9				6.9				6.9				6.3				6.8				6.9				6.9				6.9															
		17.5				6.4				6.8				7				7				7				7				7				6.4				6.8				7				7																			
		17.5				5.7				6.1				6.3				6.3				6.3				6.3				6.3				5.7				6.1				6.3				6.3				6.3															
		17.5				5.7				6.1				6.3				6.3				6.3				6.3				6.3				5.7				6.1				6.3				6.3				6.3															
		17.5				5.6				6.1				6.2				6.2				6.2				6.2				6.2				5.6				6.1				6.2				6.2				6.2															
		17.5				6.6				7				7.2				7.2				7.2				7.2				7.2				6.6				7				7.2				7.2				7.2															
		17.5				6.5				7				7.2				7.2				7.2				7.2				7.2				6.5				7				7.2				7.2				7.2															
		17.5				6.3				6.8				6.9				6.9				6.9				6.9				6.9				6.3				6.8				6.9				6.9				6.9															
		17.5																																																															



• Tabla resumen de los datos estadísticos que se utilizaron para definir los GhDT del sistema de ventanaje V2.

Horas	Temp. De confort	NORTE																SUR																ESTE																OESTE																																																																																																			
		GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h																GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h																GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h																GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h																																																																																																			
		INVIERNO																INVIERNO																INVIERNO																INVIERNO																																																																																																			
08-feb	09-feb	21-mar	27-abr	30-abr	22-may	28-jun	24-dic	08-feb	09-feb	21-mar	27-abr	30-abr	22-may	28-jun	24-dic	08-feb	09-feb	21-mar	27-abr	30-abr	22-may	28-jun	24-dic	08-feb	09-feb	21-mar	27-abr	30-abr	22-may	28-jun	24-dic																																																																																																																						
1	18	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.3	7.8	7.6	7.1	7.1	7.1	7.2	7.2	7.3	7.8	7.6	6.9	6.9	7	7	7	7.1	7.6	7.4	7.1	7.1	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.9	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.9	7.7	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.7	7.6	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.9	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.9	7.7	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.7	7.6	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.9	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.9	7.7	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.7	7.6	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.9																																																							
3	18	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5	7.5	8	7.9	7.4	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5	8	7.9	7.2	7.2	7.2	7.3	7.3	7.3	7.9	7.1	7.4	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5	8	7.9	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8	7.3	6.8	6.8	7.4	6.9	6.9	7.2	7.2	7.5	7.5	7.5	7.6	7.6	8.2	8	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8.1	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8.1	7.3	6.8	6.9	6.9	6.9	7.1	7.2	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8.1	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8	6.5	6.8	6.9	6.9	6.9	7	6.6	6.9	7.5	7.5	7.5	7.6	7.6	8.2	8																														
6	18	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	7.7	8.2	8.1	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	7.7	8.2	8.1	7.3	6.8	6.9	6.9	6.9	7	7.1	7	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	7.7	8.2	8.1	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8.1	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8.1	7.3	6.8	6.9	6.9	6.9	7	7.1	7	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	7.7	8.2	8.1	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8.1	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8.1	7.3	6.8	6.9	6.9	6.9	7	7.1	7	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	7.7	8.2	8.1	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8.1	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8.1	7.3	6.8	6.9	6.9	6.9	7	7.1	7	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	7.7	8.2	8.1																										
9	18	7.3	7.3	7.4	7.4	7.4	7.4	7.9	7.8	7.3	7.3	7.3	7.4	7.4	7.4	7.9	7.8	5.2	6.6	6.6	6.6	6.7	6.8	5.7	6.6	7.3	7.3	7.3	7.4	7.4	7.4	7.9	7.8	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.8	7.8	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.8	7.6	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.4	7.7	7.5	4.3	4.3	4.8	4.3	4.9	4.4	4	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.8	7.8	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.8	7.6	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.4	7.7	7.5	4.3	4.3	4.8	4.3	4.9	4.4	4	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.8	7.8	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.8	7.6	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.4	7.7	7.5	4.3	4.3	4.8	4.3	4.9	4.4	4	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.8	7.8	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.8	7.6	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.4	7.7	7.5	4.3	4.3	4.8	4.3	4.9	4.4	4
12	18	7.7	7.7	7.8	7.8	7.8	7.9	8.3	8.1	7.7	7.7	7.7	7.8	7.8	7.9	8.3	8.1	4.7	7.6	7.7	7.7	7.8	5.5	4.7	4.1	4.1	4.1	4.1	4.5	4	4.7	3.9	3.7	7.7	7.7	7.8	7.8	7.9	8.3	8.1	4.7	7.6	7.7	7.7	7.8	5.5	4.7	4.1	4.1	4.1	4.1	4.5	4	4.7	3.9	3.7	7.7	7.7	7.8	7.8	7.9	8.3	8.1	4.7	7.6	7.7	7.7	7.8	5.5	4.7	4.1	4.1	4.1	4.1	4.5	4	4.7	3.9	3.7	7.7	7.7	7.8	7.8	7.9	8.3	8.1	4.7	7.6	7.7	7.7	7.8	5.5	4.7	4.1	4.1	4.1	4.1	4.5	4	4.7	3.9	3.7																																															
15	18	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.6	7.9	7.7	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.6	7.9	7.7	7.3	7.3	7.3	7.3	7.4	7.5	7.9	7.7	7.4	7.4	7.5	7.5	7.6	8	7.8	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.6	7.9	7.7	7.3	7.3	7.3	7.3	7.4	7.5	7.9	7.7	7.3	7.3	7.3	7.3	7.4	7.5	7.9	7.7	7.4	7.4	7.5	7.5	7.6	8	7.8	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.6	7.9	7.7	7.3	7.3	7.3	7.3	7.4	7.5	7.9	7.7	7.3	7.3	7.3	7.3	7.4	7.5	7.9	7.7	7.4	7.4	7.5	7.5	7.6	8	7.8																																																							
18	18	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	7.6	8.2	8	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	7.6	8.2	8	6.5	6.8	6.9	6.9	6.9	7	6.6	6.9	7.5	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8	6.5	6.8	6.9	6.9	6.9	7	6.6	6.9	7.5	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	8.2	8	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	8.2	8	6.5	6.8	6.9	6.9	6.9	7	6.6	6.9	7.5	7.5	7.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	8.2	8																																																												
21	18	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5	7.6	8.1	7.9	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5	7.6	8.1	7.9	5.9	6.7	6.8	6.8	6.8	7.2	6	6.8	7.4	7.4	7.5	7.5	7.6	8.1	7.9	7.4	7.4	7.5	7.5	7.6	8.1	7.9	5.9	6.7	6.8	6.8	6.8	7.2	6	6.8	7.4	7.4	7.5	7.5	7.6	8.1	7.9	7.4	7.4	7.5	7.5	7.6	8.1	7.9	5.9	6.7	6.8	6.8	6.8	7.2	6	6.8	7.4	7.4	7.5	7.5	7.6	8.1	7.9																																																																									
23	18	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	8	8.5	8.3	7.7	7.7	7.7	7.8	7.8	7.9	8.3	8.1	4.3	7.8	5.3	5.5	5.5	5.9	8	5.3	4.4	4.1	4.1	4.5	4	4.7	3.9	3.7	7.8	7.8	7.9	7.9	8	8.5	8.3	4.3	7.8	5.3	5.5	5.5	5.9	8	5.3	4.4	4.1	4.1	4.5	4	4.7	3.9	3.7	7.8	7.8	7.9	7.9	8	8.5	8.3	4.3	7.8	5.3	5.5	5.5	5.9	8	5.3	4.4	4.1	4.1	4.5	4	4.7	3.9	3.7																																																																						
		179.7 179.7 181.6 181.6 183.9 184.7 190.3																179.7 179.7 180.5 181.6 183.9 184.7 190.3																158.7 158.7 167.7 167.7 174.5 175.1 171.4 167.1																155.3 155.3 157.4 160.4 157 163.7 166.3 160.9																																																																																																			
		°C h/día																°C h/día																°C h/día																°C h/día																																																																																																			
		SUR GhDT 184.14 °C h/día																NORTE GhDT 184.00 °C h/día																ESTE GhDT 167.80 °C h/día																OESTE GhDT 159.54 °C h/día																																																																																																			
		INVIERNO V2																INVIERNO V2																INVIERNO V2																INVIERNO V2																																																																																																			
		Max. GhDT 147.11 °C h/día																Max. GhDT 147.11 °C h/día																Max. GhDT 147.11 °C h/día																Max. GhDT 147.11 °C h/día																																																																																																			
		NORTE SUR ESTE OESTE																NORTE SUR ESTE OESTE																NORTE SUR ESTE OESTE																NORTE SUR ESTE OESTE																																																																																																			
		184.14 184.00 167.80 159.54																184.14 184.00 167.80 159.54																184.14 184.00 167.80 159.54																184.14 184.00 167.80 159.54																																																																																																			
		°C h/día °C h/día °C h/día °C h/día																°C h/día °C h/día °C h/día °C h/día																°C h/día °C h/día °C h/día °C h/día																°C h/día °C h/día °C h/día °C h/día																																																																																																			
		NORTE																SUR																ESTE																OESTE																																																																																																			
		GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h																GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h																GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h																GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h																																																																																																			
		VERANO																VERANO																VERANO																VERANO																																																																																																			
		05-jun 02-jul 18-jul 21-jul 22-jul 29-jul 08-ago																05-jun 02-jul 18-jul 21-jul 22-jul 29-jul 08-ago																05-jun 02-jul 18-jul 21-jul 22-jul 29-jul 08-ago																05-jun 02-jul 18-jul 21-jul 22-jul 29-jul 08-ago																																																																																																			
17.5	7.4	8	8	8	8	8	8	8	8	7.4	7.9	8	8	8	8	8	7.2	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.4	7.9	8	8	8	8	8	8	7.4	7.9	8	8	8	8	8	7.2	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.4	7.9	8	8	8	8	8	7.4	7.9	8	8	8	8	7.4	7.9	8	8	8	8	8	7.2	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.4	7.9	8	8	8	8	8	7.4	7.9	8	8	8	8																																																																
17.5	7.5	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2	8.3	7.5	8	8.1	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2	6.1	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	7.5	8	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	7.5	8	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2	6.1	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	7.5	8	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	7.5	8	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	7.5	8	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2	6.1	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	7.5	8	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	7.5	8	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1																																																													
17.5	7.7	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.4	7.7	8.1	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	6.2	6.6	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	7.9	8.3	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	7.7	8.2	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	6.2	6.6	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	7.9	8.3	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	7.7	8.2	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	7.7	8.2	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	7.7	8.2	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	6.2	6.6	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	7.9	8.3	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	7.7	8.2	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	7.7	8.2	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4																																															
17.5	7.8	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.5	7.8	8.3	8.4	8.4	8.4	8.5	8.5	6.1	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	7.8	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	7.8	8.3	8.4	8.4	8.4	8.5	8.5	6.1	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	7.8	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	7.8	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	7.8	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	7.8	8.3	8.4	8.4	8.4	8.5	8.5	6.1																																																																										



- Tabla resumen de los datos estadísticos que se utilizaron para definir los GhDT del sistema de ventanaje V3.

Temp. De confort t	NORTE												SUR												ESTE												OESTE												
	GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h												GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h												GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h												GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h												
	INVERNO												INVERNO												INVERNO												INVERNO												
	08-feb	09-feb	21-mar	27-abr	30-abr	22-may	28-oc	24-dic	08-feb	09-feb	21-mar	27-abr	30-abr	22-may	28-oc	24-dic	08-feb	09-feb	21-mar	27-abr	30-abr	22-may	28-oc	24-dic	08-feb	09-feb	21-mar	27-abr	30-abr	22-may	28-oc	24-dic																	
0	18	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6	6	5.8	8.2	8.2	8.4	8.2	8.2	8.4	6	5.8	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6	5.6	5.8	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6	6	5.8																
1	18	5.5	5.5	5.6	5.6	5.6	5.7	6.2	6	8.3	8.3	8.5	8.3	8.4	8.5	6.2	6	5.5	5.5	5.5	5.6	5.6	5.7	5.7	5.9	5.5	5.5	5.6	5.6	5.6	5.7	6.2	6																
2	18	5.6	5.6	5.7	5.7	5.7	5.8	6.3	6.1	8.4	8.4	8.6	8.4	8.5	8.6	6.3	6.1	5.6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.8	5.8	6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.7	5.8	6.3	6.1																
3	18	5.7	5.7	5.8	5.8	5.8	5.9	6.4	6.2	8.5	8.5	8.7	8.5	8.6	8.7	6.4	6.2	5.7	5.7	5.7	5.8	5.8	5.9	5.9	6.1	5.7	5.7	5.8	5.8	5.8	5.9	6.4	6.2																
4	18	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	6	6.5	6.3	8.6	8.6	8.8	8.6	8.7	8.7	6.5	6.3	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	6.2	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	6	6.5	6.3																	
5	18	5.9	5.9	6	6	6	6.1	6.6	6.4	8.6	8.6	8.9	8.7	8.7	8.8	6.6	6.4	4.3	5.8	5.8	5.9	5.9	6	6	6.3	5.9	5.9	6	6	6.1	6.6	6.4																	
6	18	5.9	5.9	6	6	6	6.1	6.6	6.4	8.7	8.7	8.9	8.7	8.8	8.8	6.6	6.4	4.3	5.8	5.9	4.4	5.9	6	6	4.5	4.8	5.9	5.9	6	6	6.1	6.6	6.4																
7	18	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.5	5.9	5.7	8.1	8.1	8.3	8.1	8.1	8.2	5.9	5.7	4.4	4.4	5.9	4.5	4.5	5	4.5	4.9	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.5	5.9	5.7																
8	18	5.3	5.3	5.4	5.4	5.4	5.5	5.9	5.7	8	8	8.3	8	8.1	8.2	5.9	5.7	4.4	4.4	5.9	4.5	4.5	5	4.5	4.8	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.5	5.9	5.7																
9	18	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.5	5.9	5.7	8	8	8.3	8	8.1	8.2	5.9	5.7	4.4	4.4	5.9	4.4	4.4	5	4.5	4.8	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.5	5.9	5.7																
10	18	6.2	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4	6.8	6.6	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3	8.2	6.8	6.6	5.4	5.4	7	5.5	5.5	6.1	5.6	5.9	6.2	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4	6.8	6.6																
11	18	6.2	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4	6.8	6.5	8.2	8.2	7.9	8.2	8.3	8.2	6.8	6.5	5.4	5.4	7	5.5	5.5	6.1	5.6	5.9	6.2	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4	6.8	6.5																
12	18	6	6	6	6	6	6.2	6.5	6.3	8	8	7.7	8	8.1	8.2	6.5	6.3	5.4	5.4	6.9	5.5	5.5	6.1	4.6	4.4	6	6	6	6	6	6.2	6.5	6.3																
13	18	5.9	5.9	6	6	6.1	6.4	6.2	7.9	7.9	7.6	7.9	8	8.2	8.4	6.2	5	6.8	6.9	4.9	4.9	7	7	5.5	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	6.1	5.8	5.6																	
14	18	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	6	6.3	6.1	7.8	7.8	7.4	7.8	7.9	8.2	6.3	6.1	6.7	6.7	6.8	6.8	6.9	6.9	7.2	4.4	4.4	4.4	4.3	4.3	5.2	4.3	3.9																	
15	18	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.9	6.2	6	7.7	7.7	7.3	7.7	7.8	8.2	6.2	6	6.6	6.6	6.6	6.7	6.7	6.8	6.8	7	4.3	4.3	4.3	4.3	5.3	4.2	3.8																	
16	18	5.5	5.5	5.5	5.6	5.6	5.8	6.1	5.8	7.6	7.6	7.2	7.6	7.6	8.2	6.1	5.8	6.5	6.5	6.6	6.6	6.7	6.7	6.9	5.1	5.1	5.1	5	5	5.8	4.9	4.6																	
17	18	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6	5.9	5.7	7.4	7.4	7.1	7.4	7.5	8.2	5.9	5.7	6.3	6.3	6.4	6.4	6.4	6.5	6.5	6.7	5.4	5.4	5.4	5.5	5.6	5.9	5.7																	
18	18	6	6	6	6.1	6.1	6.2	6.5	6.3	8	8	7.7	8	8.1	8.2	6.5	6.3	6.2	6.2	6.3	6.3	6.3	6.5	6.5	6.6	6	6	6	6.1	6.1	6.2	6.5	6.3																
19	18	5.9	5.9	5.9	6	6	6.1	6.5	6.3	7.9	7.9	7.7	8	8	8.2	6.5	6.3	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.4	6.4	6.5	5.9	5.9	5.9	6	6	6.1	6.5	6.3																
20	18	5.9	5.9	5.9	6	6	6.1	6.5	6.3	7.9	7.9	7.7	7.9	8	8.2	6.5	6.3	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.4	6.4	6.5	5.9	5.9	5.9	6	6	6.1	6.5	6.3																
21	18	5.9	5.9	5.9	6	6	6.2	6.5	6.3	8	8	7.7	8	8	8.2	6.5	6.3	6.2	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4	6.4	6.6	5.9	5.9	5.9	6	6	6.2	6.5	6.3																
22	18	6	6	6	6	6	6.2	6.5	6.3	8	8	7.8	8	8.1	8.2	6.5	6.3	6.2	6.2	6.3	6.3	6.3	6.5	6.5	6.6	6	6	6	6	6	6.2	6.5	6.3																
23	18	6.2	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4	6.8	6.6	8.2	8.2	8.1	8.3	8.3	8.4	5.9	5.6	6.3	6.3	6.4	6.4	6.4	6.6	6.6	6.7	6.8	6.3	6.3	6.3	6.3	6.4	6.8	6.6																
		138.3	138.3	138.8	140.4	140.4	143.3	152.6	147.6	194.2	194.2	192.8	194.5	196.2	209.3	152.6	147.6	134.4	134.4	149	137.6	139.3	146.8	141.3	144.6	135.1	135.1	135.6	136.6	136.6	141.9	146.8	141.4																
		NORTE GhDT 142.46 °C h/día												SUR GhDT 185.18 °C h/día												ESTE GhDT 140.95 °C h/día												OESTE GhDT 138.64 °C h/día											
		INVERNO V3																																															
		Max. GhDT 1481.4 °C h/día																																															
		NORTE			SUR			ESTE			OESTE																																						
		142.46			185.18			140.95			138.64																																						
		°C h/día			°C h/día			°C h/día			°C h/día																																						
		NORTE												SUR												ESTE												OESTE											
		GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h												GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h												GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h												GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24 h											
		VERANO												VERANO												VERANO												VERANO											
		05-jan	02-jul	18-jul	21-jul	22-jul	29-jul	08-ago	05-jan	02-jul	18-jul	21-jul	22-jul	29-jul	08-ago	05-jan	02-jul	18-jul	21-jul	22-jul	29-jul	08-ago	05-jan	02-jul	18-jul	21-jul	22-jul	29-jul	08-ago	05-jan	02-jul	18-jul	21-jul	22-jul	29-jul	08-ago													
		17.5	5.9	6.4	6.5	6.5	6.5	6.5	0	6.4	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	5.9	6.3	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	5.9	6.4	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5														
		17.5	6	6.5	6.6	6.6	6.6	6.6	0	6.5	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6	6.4	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6	6.5	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6														
		17.5	6.1	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7	0	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.1	6.5	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.1	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7														
		17.5	6.2	6.6	6.8	6.8	6.8	6.8	0	6.2	6.6	6.8	6.8	6.8	6.8	6.2	6.6	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.2	6.6	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8														
		17.5	6.3	6.7	6.9	6.9	6.9	6.9	0	6.3	6.7	6.9	6.9	6.9	6.9	6.2	6.6	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.2	6.6	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8														
		17.5	6.3	6.8	6.9	6.9	6.9	6.9	0	6.3	6.8	6.9	6.9	6.9	6.9	6.3	6.7	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.3	6.8	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9														
		17.5	6.4	6.8	7	7	7	7	0	6.4	6.8	7	7	7	7	6.4	6.8	7	7	7	7	7	7	6.4	6.8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7														
		17.5	5.7	6.1	6.3	6.3	6.3	6.3	0	5.7	6.1	6.3	6.3	6.3	6.3	4.8	5.2	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	4.8	5.2	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4															
		17.5	5.7	6.1	6.3	6.3	6.3	6.3	0	5.7	6.1	6.3	6.3	6.3	6.3	4.8	5.2	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	4.8	5.2	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4															
		17.5	5.6	6.1	6.2	6.2	6.2	6.2	0	5.6	6.1	6.2	6.2	6.2	6.2	4.8	5.2	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	4.8	5.2	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4															
		17.5	6.6	7	7.2	7.2	7.2	7.2	0	6.6	7	7.2	7.2	7.2	7.2	5.9	6.3	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	5.9	6.6	7	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2															
		17.5	6.5	7	7.2	7.2	7.2	7.1	0	6.5	7	7.2	7.2	7.2	7.1	5.9	6.3	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	5.9	6.5	7	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2															
		17.5	6.3	6.8	6.9	6.9	6.9	6.9																																									



• Tabla resumen de los datos estadísticos que se utilizaron para definir los GhDT del sistema de ventanaje V4.

Horas	Temp. De confort	NORTE												SUR												ESTE												OESTE																			
		GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24h												GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24h												GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24h												GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24h																			
		INVIERNO												INVIERNO												INVIERNO												INVIERNO																			
		06-feb	09-feb	21-mar	27-abr	30-abr	22-may	28-ene	24-dic	08-feb	09-feb	21-mar	27-abr	30-abr	22-may	28-ene	24-dic	08-feb	09-feb	21-mar	27-abr	30-abr	22-may	28-ene	24-dic	08-feb	09-feb	21-mar	27-abr	30-abr	22-may	28-ene	24-dic																								
0	18	1	0.55	0.65	0.8	0.80	0.75	1.75	1.45	1	0.55	0.65	0.8	0.80	0.75	1.75	1.45	1	0.55	0.65	0.8	0.80	0.75	1.75	1.45	1	0.55	0.65	0.8	0.80	0.75	1.75	1.45	1	0.55	0.65	0.8	0.80	0.75	1.75	1.45	1	0.55	0.65	0.8	0.80	0.75	1.75	1.45	1	0.55	0.65	0.8	0.80	0.75	1.75	1.45
2	18	1	1.10	1.15	1.3	1.30	1.25	2.25	2	1	1.10	1.15	1.3	1.30	1.25	2.25	2	1	1.10	1.15	1.3	1.30	1.25	2.25	2	1	1.10	1.15	1.3	1.30	1.25	2.25	2	1	1.10	1.15	1.3	1.30	1.25	2.25	2	1	1.10	1.15	1.3	1.30	1.25	2.25	2	1	1.10	1.15	1.3	1.30	1.25	2.25	2
3	18	1	1.35	1.40	1.55	1.55	1.45	2.45	2.2	1	1.35	1.40	1.55	1.55	1.45	2.45	2.2	1	1.35	1.4	1.55	1.55	1.45	2.45	2.2	1	1.35	1.4	1.55	1.55	1.45	2.45	2.2	1	1.35	1.4	1.55	1.55	1.45	2.45	2.2	1	1.35	1.4	1.55	1.55	1.45	2.45	2.2	1	1.35	1.4	1.55	1.55	1.45	2.45	2.2
4	18	2	1.55	1.55	1.7	1.70	1.65	2.7	2.5	2	1.55	1.55	1.7	1.70	1.65	2.7	2.5	2	1.55	1.55	1.7	1.70	1.65	2.7	2.5	2	1.55	1.55	1.7	1.70	1.65	2.7	2.5	2	1.55	1.55	1.7	1.70	1.65	2.7	2.5	2	1.55	1.55	1.7	1.70	1.65	2.7	2.5	2	1.55	1.55	1.7	1.70	1.65	2.7	2.5
5	18	2	1.55	1.70	1.85	1.85	1.65	2.8	2.55	2	1.55	1.70	1.85	1.85	1.65	2.8	2.55	2	1.55	1.7	1.85	1.85	1.65	2.8	2.55	2	1.55	1.7	1.85	1.85	1.65	2.8	2.55	2	1.55	1.7	1.85	1.85	1.65	2.8	2.55	2	1.55	1.7	1.85	1.85	1.65	2.8	2.55	2	1.55	1.7	1.85	1.85	1.65	2.8	2.55
6	18	2	1.50	1.60	1.65	1.65	1.6	2.75	2.5	2	1.50	1.60	1.65	1.65	1.6	2.75	2.5	2	1.5	1.6	1.65	1.65	1.6	2.75	2.5	2	1.5	1.6	1.65	1.65	1.6	2.75	2.5	2	1.5	1.6	1.65	1.65	1.6	2.75	2.5	2	1.5	1.6	1.65	1.65	1.6	2.75	2.5	2	1.5	1.6	1.65	1.65	1.6	2.75	2.5
7	18	1	1.25	1.40	1.4	1.40	1.5	2.5	2.2	1	1.25	1.40	1.4	1.40	1.5	2.5	2.2	1	1.25	1.4	1.4	1.4	1.5	2.5	2.2	1	1.25	1.4	1.4	1.4	1.5	2.5	2.2	1	1.25	1.4	1.4	1.4	1.5	2.5	2.2	1	1.25	1.4	1.4	1.4	1.5	2.5	2.2	1	1.25	1.4	1.4	1.4	1.5	2.5	2.2
8	18	1	0.80	0.95	1.05	1.05	1.05	2	1.7	1	0.80	0.95	1.05	1.05	1.05	2	1.7	1	0.8	0.95	1.05	1.05	1.05	2	1.7	1	0.8	0.95	1.05	1.05	1.05	2	1.7	1	0.8	0.95	1.05	1.05	1.05	2	1.7	1	0.8	0.95	1.05	1.05	1.05	2	1.7	1	0.8	0.95	1.05	1.05	1.05	2	1.7
9	18	0	0.15	0.25	0.4	0.40	0.4	1.15	0.9	0	0.15	0.25	0.4	0.40	0.4	1.15	0.9	0	0.15	0.25	0.4	0.4	0.4	1.15	0.9	0	0.15	0.25	0.4	0.4	1.15	0.9	0	0.15	0.25	0.4	0.4	1.15	0.9	0	0.15	0.25	0.4	0.4	1.15	0.9	0	0.15	0.25	0.4	0.4	1.15	0.9				
10	18	2	2.00	2.00	2.1	2.10	2.25	2.9	2.6	2	2.00	2.00	2.1	2.10	2.25	2.9	2.6	2	2	2	2.1	2.1	2.25	2.9	2.6	2	2	2	2.1	2.1	2.25	2.9	2.6	2	2	2	2.1	2.1	2.25	2.9	2.6	2	2	2	2.1	2.1	2.25	2.9	2.6	2	2	2	2.1	2.1	2.25	2.9	2.6
11	18	1	1.30	1.30	1.35	1.35	1.6	2.15	1.85	1	1.30	1.30	1.35	1.35	1.6	2.15	1.85	1	1.3	1.3	1.35	1.35	1.6	2.15	1.85	1	1	1	1.05	1.4	1.4	1.65	1.65	1	1	1	1.05	1.4	1.4	1.65	1.65	1	1	1	1.05	1.4	1.4	1.65	1.65								
12	18	1	0.55	0.55	0.65	0.65	0.9	1.35	1.05	1	0.55	0.55	0.65	0.65	0.9	1.35	1.05	1	0.55	0.55	0.65	0.65	0.9	1.35	1.05	1	0.55	0.55	0.65	0.65	0.9	1.35	1.05	1	0.55	0.55	0.65	0.65	0.9	1.35	1.05	1	0.55	0.55	0.65	0.65	0.9	1.35	1.05								
13	18	0	0.00	0.00	0.1	0.10	0.4	0.75	0.45	0	0.00	0.00	0.1	0.10	0.4	0.75	0.45	0	0	0	0.1	0.1	0.4	0.75	0.45	-1	-0.7	-0.7	-0.6	-0.3	-0.3	-0.65	-0.35	0	0	0	0.1	0.1	0.4	0.75	0.45	-1	-0.7	-0.7	-0.6	-0.3	-0.3	-0.65	-0.35								
14	18	-1	-0.50	-0.40	-0.4	-0.40	0	0.25	-0.1	-1	-0.50	-0.40	-0.4	-0.40	0	0.25	-0.1	-1	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	0	0.25	-0.1	-1	-1.4	-1.3	-1.3	-0.8	-0.8	-0.75	-1.1	-1	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	0	0.25	-0.1	-1	-1.4	-1.3	-1.3	-0.8	-0.8	-0.75	-1.1								
15	18	-1	-0.65	-0.65	-0.55	-0.55	0	0.1	-0.25	-1	-0.65	-0.65	-0.55	-0.55	0	0.1	-0.25	-1	-0.65	-0.65	-0.55	-0.55	0	0.1	-0.25	-2	-1.55	-1.55	-1.45	-0.9	-0.9	-1	-1.35	-1	-0.65	-0.65	-0.55	-0.55	0	0.1	-0.25	-2	-1.55	-1.55	-1.45	-0.9	-0.9	-1	-1.35								
16	18	-1	-0.55	-0.55	-0.45	-0.45	0	0.1	-0.25	-1	-0.55	-0.55	-0.45	-0.45	0	0.1	-0.25	-1	-0.55	-0.55	-0.45	-0.45	0	0.1	-0.25	-1	-1.35	-1.35	-1.25	-0.8	-0.8	-0.8	-1.15	-1	-0.55	-0.55	-0.45	-0.45	0	0.1	-0.25	-1	-1.35	-1.35	-1.25	-0.8	-0.8	-0.8	-1.15								
17	18	0	-0.35	-0.25	-0.25	-0.25	0.15	0.45	0.1	0	-0.35	-0.25	-0.25	-0.25	0.15	0.45	0.1	-1	-0.35	-0.25	-0.25	-0.25	0.15	0.45	0.1	-1	-1.05	-0.95	-0.95	-0.55	-0.55	-0.35	-0.7	0	0.10	0.20	0.2	0.20	0.55	0.9	0.55	-1	-0.5	-0.4	-0.4	0.05	0.05	0.3	-0.05								
18	18	1	0.10	0.20	0.2	0.20	0.55	0.9	0.55	1	0.10	0.20	0.2	0.20	0.55	0.9	0.55	1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.55	0.9	0.55	-1	-0.5	-0.4	-0.4	0.05	0.05	0.3	-0.05	1	0.05	0.65	0.8	0.80	1	1.5	1.1	1	0.05	0.65	0.8	0.80	1	1.5	1.1	1	0.05	0.65	0.8	0.80	1	1.5	1.1
19	18	1	0.65	0.65	0.8	0.80	1	1.5	1.1	1	0.65	0.65	0.8	0.80	1	1.5	1.1	1	0.65	0.65	0.8	0.8	1	1.5	1.1	1	0.35	0.35	0.4	0.7	0.7	1.1	0.7	1	0.65	0.65	0.8	0.80	1	1.5	1.1	1	0.65	0.65	0.8	0.80	1	1.5	1.1								
20	18	1	1.25	1.25	1.25	1.5	2.15	1.85	1	1.25	1.25	1.25	1.5	2.15	1.85	1	1.25	1.25	1.25	1.5	2.15	1.85	1	1.25	1.25	1	1.15	1.15	1.15	1.4	1.4	1.95	1.65	1	1.25	1.25	1.25	1.5	2.15	1.85	1	1.25	1.25	1.25	1.5	2.15	1.85										
21	18	2	1.75	1.80	1.8	1.80	1.95	2.7	2.4	2	1.75	1.80	1.8	1.80	1.95	2.7	2.4	2	1.75	1.8	1.8	1.8	1.95	2.7	2.4	2	1.75	1.8	1.8	1.95	1.95	2.7	2.4	2	1.75	1.8	1.8	1.80	1.95	2.7	2.4	2	1.75	1.8	1.8	1.80	1.95	2.7	2.4								
22	18	2	2.15	2.15	2.25	2.25	2.4	3.1	2.8	2	2.15	2.15	2.25	2.25	2.4	3.1	2.8	2	2.15	2.15	2.25	2.25	2.4	3.1	2.8	2	2.15	2.15	2.25	2.4	3.1	2.8	2	2.15	2.15	2.25	2.25	2.4	3.1	2.8	2	2.15	2.15	2.25	2.25	2.4	3.1	2.8									
23	18	3	2.50	2.60	2.65	2.65	2.7	3.55	3.25	3	2.50	2.60	2.65	2.65	2.7	3.55	3.25	3	2.5	2.6	2.65	2.65	2.7	3.55	3.25	3	2.5	2.6	2.65	2.7	3.55	3.25	3	2.5	2.6	2.65	2.65	2.7	3.55	3.25	3	2.5	2.6	2.65	2.65	2.7	3.55	3.25									
		30.8	28.8	22.1	24.15	24.15	27.6	44.1	37.05	30.8	28.8	22.1	24.15	24.15	27.6	44.1	37.05	23.3	20.8	22.1	24.15	24.15	27.6	44.1	37.05	15	15	16.3	16.25	22.2	22.2	37.5	30.45																								
		NORTE GhDT 27.59 °C h/día												SUR GhDT 27.59 °C h/día												ESTE GhDT 23.45 °C h/día												OESTE GhDT 22.11 °C h/día																			
		INVIERNO V4																																																							
		Max GhDT 24.06 °C h/día																																																							
		NORTE 27.59 °C h/día												SUR 27.59 °C h/día												ESTE 23.45 °C h/día												OESTE 22.11 °C h/día																			
		°C h/día												°C h/día												°C h/día												°C h/día																			
		NORTE												SUR												ESTE												OESTE																			
		GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24h												GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24h												GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24h												GhDT = temp. Operativa - temp de confort en las 24h																			
		VERANO												VERANO												VERANO												VERANO																			
		05-jun	02-jul	18-jul	21-jul	22-jul	29-jul	08-ago	05-jun	02-jul	18-jul	21-jul	22-jul	29-jul	08-ago	05-jun	02-jul	18-jul	21-jul	22-jul	29-jul	08-ago	05-jun	02-jul	18-jul	21-jul	22-jul	29-jul	08-ago	05-jun	02-jul	18-jul	21-jul	22-jul	29-jul	08-ago																					
17.5	1.4	2.05	2.3	2.3	2.3	2.3	2.35	1.4	2.05	2.3	2																																														



ANEXO 7. Reporte de Conductividad térmica - Ensayos de materiales. Laboratorio de Ensayos Térmicos y Eficiencia Energética.

	LABORATORIO DE ENSAYOS TÉRMICOS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA REPORTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	LABET FT 08
Edición: 1	Revisión: 2015/12/01	Aprobado: 2016/01/04
Página 1 de 3		

Equipamiento: S17-001

Equipo: MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA de placa caliente, Lambda-Messtechnik
 Modelo: λ-Meter EP500e, Version C.
 Accesorio: No se aplicó
 Muestra de Verificación: Etal210
 Verificación: 2015-09-25

Condiciones de la(s) Muestra(s):

Código	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (g)	Dens. kg/m ³	Otras (Color, composición)	
1	1703001	150	150	14.1	444.4	1400.8	Pieza de fibrocemento, color gris
2	1703002	150	150	10.1	140.3	617.4	Pieza de madera OSB
3	1703003	150	150	16.5	389.7	1049.7	Pieza de Tetrapack reciclado

Acondicionamiento de la(s) Muestra(s):
24 horas a 23°C, humedad bajo 80%

Modificaciones al procedimiento o a las muestras:
 1.- La muestra de pino estuvo conformada por dos piezas ensambladas previo ensayo, con la finalidad de cumplir con el área de medida requerida. Esta condición fue aceptada previamente por el solicitante.
 2.- Configuración adaptada a materiales de construcción no aislantes.
 3.- Por las irregularidades en las superficies de medición, fue requerido el uso de películas y soluciones, para mejorar el contacto superficial

Condiciones ambientales de ensayo:
 Temperatura Ambiente Promedio: 20.50 °C
 Humedad Relativa: 66.78 %

Laboratorio de Ensayos Térmicos y Eficiencia Energética
 Av. 30.5 Vía Perimetral, Campus Quimsa Galindo, Edificio 33
 telecentro@iner.gub.ec 593-42269700 10/03/2017

	LABORATORIO DE ENSAYOS TÉRMICOS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA REPORTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	LABET FT 08
Edición: 1	Revisión: 2015/12/01	Aprobado: 2016/01/04
Página 2 de 3		

Equipamiento: S17-002

Equipo: Medidor de conductividad térmica de placa caliente, Lambda-Messtechnik
 Modelo: λ-Meter EP500e, Version C.
 Accesorio: No se aplicó
 Muestra de Verificación: Etal210
 Verificación: 2015-09-25

Condiciones de la(s) Muestra(s):

Código	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (g)	Dens. kg/m ³	Otras (Color, composición)	
1	1703004	150	150	34.7	65.9	84.4	Pieza de lana de roca, color gris
2	1703005	150	150	100.3	867.2	384.3	Panel compuesto OSB + poliestireno + fibrocemento.
3	1703006	150	150	101	1316.7	579.4	Panel compuesto OSB + viruta mineral + fibrocemento

Acondicionamiento de la(s) Muestra(s):
24 horas a 23°C, humedad bajo 80%

Modificaciones al procedimiento o a las muestras:
 1.- La muestra de pino estuvo conformada por dos piezas ensambladas previo ensayo, con la finalidad de cumplir con el área de medida requerida. Esta condición fue aceptada previamente por el solicitante.
 2.- Configuración adaptada a materiales de construcción no aislantes.
 3.- Por las irregularidades en las superficies de medición, fue requerido el uso de películas y soluciones, para mejorar el contacto superficial

Condiciones ambientales de ensayo:
 Temperatura Ambiente Promedio: 21.10 °C
 Humedad Relativa: 70.50 %

Laboratorio de Ensayos Térmicos y Eficiencia Energética
 Av. 30.5 Vía Perimetral, Campus Quimsa Galindo, Edificio 33
 telecentro@iner.gub.ec 593-42269700 10/03/2017

	LABORATORIO DE ENSAYOS TÉRMICOS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA REPORTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	LABET FT 08
Edición: 1	Revisión: 2015/12/01	Aprobado: 2016/01/04
Página 2 de 3		

Equipamiento: S17-003

Equipo: Medidor de conductividad térmica de placa caliente, Lambda-Messtechnik
 Modelo: λ-Meter EP500e, Version C.
 Accesorio: No se aplicó
 Muestra de Verificación: Etal210
 Verificación: 2015-09-25

Condiciones de la(s) Muestra(s):

Código	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (g)	Dens. kg/m ³	Otras (Color, composición)	
1	1703007	150	150	100	902	400.9	Panel compuesto OSB + poliuretano + fibrocemento
2	1703008	150	150	101	847.5	372.9	Panel compuesto OSB + arc + fibrocemento
3	1703009	150	150	101	935	411.4	Panel compuesto OSB + lana de roca + fibrocemento

Acondicionamiento de la(s) Muestra(s):
24 horas a 23°C, humedad bajo 80%

Modificaciones al procedimiento o a las muestras:
 1.- La muestra de pino estuvo conformada por dos piezas ensambladas previo ensayo, con la finalidad de cumplir con el área de medida requerida. Esta condición fue aceptada previamente por el solicitante.
 2.- Configuración adaptada a materiales de construcción no aislantes.
 3.- Por las irregularidades en las superficies de medición, fue requerido el uso de películas y soluciones, para mejorar el contacto superficial

Condiciones ambientales de ensayo:
 Temperatura Ambiente Promedio: 21.50 °C
 Humedad Relativa: 62.80 %

Laboratorio de Ensayos Térmicos y Eficiencia Energética
 Av. 30.5 Vía Perimetral, Campus Quimsa Galindo, Edificio 33
 telecentro@iner.gub.ec 593-42269700 10/03/2017