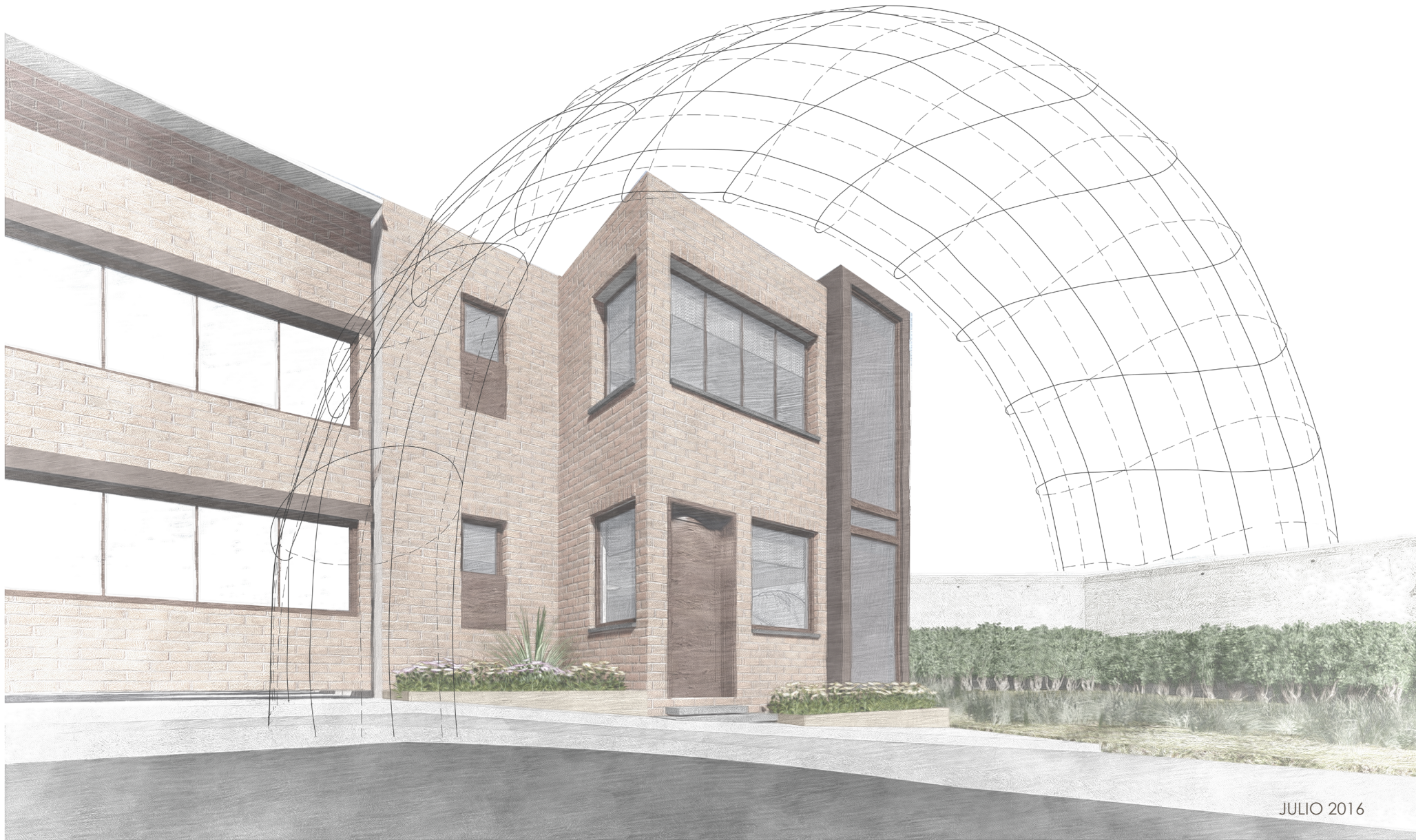


DISEÑO DE PROYECTO DE VIVIENDA CONFORTABLE BASADO EN CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE CUENCA.

Director de tesis: ARQ. FELIPE QUESADA MOLINA

Autores: DIEGO ENRIQUE MACHADO TORRES _ ISMAEL FERNANDO CHERREZ CLAVIJO





Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

**Universidad de
Cuenca**

Facultad de Arquitectura y
Urbanismo

**Diseño de proyecto de
vivienda confortable basado
en criterios bioclimáticos
para la ciudad de Cuenca.**

Autores

Diego Enrique Machado Torres.
C.I. 0302057492
Ismael Fernando Chérrez Clavijo.
C.I. 0104319140

Director

Arq. Juan Felipe Quesada Molina
C.I. 0102260148

Asesores

Proyecto, "Método de certificación
de la construcción sustentable de
viviendas en Cuenca" Ganador
del XIII concurso convocado por
el departamento de investigación
de la Universidad de Cuenca.

Arq. Vanessa Guillen
(Investigador del proyecto)

Cuenca, Ecuador
2015-2016



Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

PALABRAS CLAVES

Arquitectura bioclimática, criterios de confort interior, medio ambiente, clima Cuenca, estrategias bioclimáticas Cuenca, normativas de confort.

KEY WORDS

Bioclimatic architecture, inside comfort criteria, environment Cuenca, bioclimatic strategies, regulations comfort.

RESUMEN ABSTRACT

Los habitantes se sienten bien dentro de sus viviendas?. Es una pregunta que los arquitectos y constructores no se hacen al momento de proponer una edificación, se piensa mas en la formalidad y funcionalidad del proyecto, dejando de lado criterios bioclimáticos.

Al realizar encuestas de percepción en algunas viviendas, los resultados indican que no existe confort al interior de las mismas; el proyecto propuesto busca mejorar la calidad de vida del habitante, mediante estrategias bioclimáticas pasivas.

A partir del monitoreo con equipos para medir diferentes aspectos que intervienen en el confort, medidas físicas en programas de Pc (forma y función) y fichas de materiales de siete viviendas se proyecta un nuevo diseño de Vivienda Bioclimática en la Ciudad de Cuenca que cumpla con rangos establecidos por las Normas nacionales e Internacionales, igualmente estudiadas..

Abstract

Do people feel good inside their homes? This is a question that architects and builders do not ask themselves when proposing a building design. They usually pay more attention to the formality and functionality of the project rather than to bioclimatic criteria.

When conducting perception surveys at some homes, the results indicate that there is no comfort inside them. The proposed project aims to improve the quality of life of the inhabitants through passive bioclimatic strategies.

Starting with monitoring equipment in order to measure different aspects involved in the comfort, physical measurements in PC programs (form and function) and materials records of seven housing projects, a new design of bioclimatic housing in the city of Cuenca that meets ranges established by national and international standards is proposed.



I N D I C E

I N T R O D U C C I Ó N

CAPITULO 1 - **REFERENTES TEÓRICOS**

INTRODUCCIÓN PROBLEMÁTICA	24
1.1 CONFORT INTERIOR	26
1.1.1 Confort Higrotérmico	26
1.1.2 Confort Lumínico	27
1.1.3 Confort Acústico	28
1.1.4 Calidad de aire	29
1.2 HIPOTESIS	30
1.3 OBJETIVOS	30
1.4 METODOLOGÍA	30

CAPITULO 2 - **ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS CLIMÁTICAS Y DE CONFORT**

INTRODUCCIÓN	33	2.2.1.2 ASHRAE 62.2 (Ventilación natural)	47
2.1 CONCEPTOS CLAVES	35	2.2.1.3 NORMA EN15251 (criterios ambientales)	48
2.1.1 Ambiente interior de edificaciones	35	2.2.1.4 NORMA CHILENA NCH 352 2000 (Aislación Acústica)	49
2.1.2 Confort	35	2.2.2 Normas Nacionales	50
2.1.2.1 Confort Higrotérmico	35	2.2.2.1 Norma INEN 2506 (Eficiencia energética)	50
2.1.2.2 Confort Lumínico	38	2.2.2.2 NEC 11. Capitulo 13. (Eficiencia energética)	51
2.1.2.3 Confort Respiratorio	39	2.3 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA	53
2.1.2.4 Confort Acústico	40	2.3.1 Caso de estudio internacional	54
2.1.3 Factores Bioclimáticos	41	2.3.2 Caso de estudio nacional	57
2.1.4 Estrategias Bioclimáticas	41		
2.2 NORMATIVAS NACIONALES E INTERNACIONALES	44		
2.2.1 Normas internacionales	44		
2.2.1.1 ASHRAE STANDAR 55 (Confort Térmico)	44		



CAPITULO 3 - ESTUDIO DE CASOS

INTRODUCCIÓN	61	3.4.1 Software Ecotect	66	3.8.1.2 Humedad	90
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA CIUDAD	63	3.4.2 Equipo para monitoreo de viviendas	67	3.8.2 Confort Lumínico	91
3.1.1 Latitud	63	3.5 ANÁLISIS DE VIVIENDAS UBICADAS EN LA CIUDAD DE CUENCA.	69	3.8.3 Confort Respiratorio	91
3.1.2 Altitud	63	3.6 DESCRIPCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO	70	3.8.4 Transmitancia y aislamiento térmico	92
3.1.3 Relieve o topografía	63	3.7 RESULTADOS	74	3.9 CONCLUSIONES	94
3.2 CLIMA EXTERIOR DE LA CIUDAD DE CUENCA	64	3.7.1 Medidas físicas: Software ecotect	74		
3.2.1 Temperatura	64	3.7.2 Datos ambientales y de energia	78		
3.2.2 Humedad relativa	64	3.7.3 Encuestas de percepción	81		
3.2.3 Radiación solar difusa	64	3.8 DIAGNOSTICO	84		
3.2.4 Velocidad del viento	64	3.8.1 Confort Térmico	84		
3.3 METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DE DATOS Y MONITOREO DE CASOS DE ESTUDIO	65	3.8.1.1 Temperatura	84		
3.4 EQUIPOS PARA SIMULACIÓN Y MONITOREO.	66				



CAPITULO 4 - DISEÑO DE UNA VIVIENDA CONFORTABLE BASADO EN CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS

INTRODUCCIÓN	98	4.3.1 Plantas arquitectónicas	115
4.1 ANÁLISIS DEL TERRENO	100	4.3.2 Elevaciones	116
4.1.1 Ubicación	100	4.3.3 Relación fachada _ ventana	117
4.1.2 Análisis del entorno	102	4.3.3 Secciones constructivas	118
4.1.3 Análisis de soleamiento y sombras	103	4.3.4 Perspectivas del proyecto	122
4.1.4 Análisis de vientos	106	4.4 VALIDACIÓN DE LA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA	123
4.2 PROPUESTA DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA	106	4.4.1 Comportamiento térmico de las zonas de vivienda	124
4.2.1 Programa arquitectónico y organigrama funcional	106	4.4.2 Comportamiento lumínico de las zonas de vivienda	141
4.2.2 Emplazamiento y distribución de espacios interiores.	107	4.4.3 Demanda energética de toda la edificación	142
4.2.3 Estrategias de diseño solar pasivo	108		
4.3 ANTEPROYECTO	115		

CAPITULO 5 - CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFÍA

5.1 CONCLUSIONES	146
5.2 BIBLIOGRAFÍA	148

ANEXOS



Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

Diego Enrique Machado Torres, autor de la tesis "DISEÑO DE PROYECTO DE VIVIENDA CONFORTABLE BASADO EN CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE CUENCA", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de arquitecto. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, Julio.

Diego Enrique Machado Torres

C.I: 0302057492

Diego Enrique Machado Torres, autor de la tesis "DISEÑO DE PROYECTO DE VIVIENDA CONFORTABLE BASADO EN CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE CUENCA", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Julio.

Diego Enrique Machado Torres

C.I: 0302057492



Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

Ismael Fernando Chérrez Clavijo, autor de la tesis “DISEÑO DE PROYECTO DE VIVIENDA CONFORTABLE BASADO EN CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE CUENCA”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de arquitecto. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, Julio.

Ismael Fernando Chérrez Clavijo

C.I: 0104319140

Ismael Fernando Chérrez Clavijo, autor de la tesis “DISEÑO DE PROYECTO DE VIVIENDA CONFORTABLE BASADO EN CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE CUENCA”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Julio.

Ismael Fernando Chérrez Clavijo

C.I: 0104319140



Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme culminar una etapa en mi vida.

A mi abuelita, porque fue la persona que me motivo a estudiar esta carrera tan maravillosa. Gracias por los consejos y por creer en mí.

A mis padres Luis y Patricia, por ser el apoyo fundamental durante toda mi vida. Gracias por todo, esto es para ustedes.

A mis hermanos, gracias por todo el apoyo brindado. Los próximos son ustedes.

A mi tía Lorena, que de igual manera fue un apoyo incondicional en toda esta vida universitaria.

A mi tío Camilo, gracias porque sin vos no hubiese sido posible comenzar todo esto.

DIEGO

Primeramente a Dios por permitirme culminar esta carrera.

A mi familia que es mi motivación siempre; mis padres Wilson y Mariela, por ser apoyo fundamental en toda mi vida, por saber guiarme y enseñarme en cada paso que doy.

A mis hermanos con quienes cada día aprendo algo nuevo, y pretendo ser un ejemplo de bien para ellos.

ISMAEL



Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

AGRADECIMIENTO

A nuestro director de tesis Arq. Felipe Quesada, por todos su consejos y guías durante la realización de esta tesina. Gracias por el apoyo arquitecto.

A nuestra asesora del proyecto, Arq. Vanessa Guillen por todo el apoyo brindado en las etapas finales del presente trabajo. Gracias arquitecta.

A todos los que formaron parte del centro de investigación en el proyecto "Método de certificación de la construcción sustentable de viviendas en Cuenca" Ganador del XIII concurso convocado por el departamento de investigación de la Universidad de Cuenca. Gracias por su ayuda.



Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

INTRODUCCIÓN GENERAL

Actualmente como resultado del calentamiento global existe un cambio climático notable a nivel mundial. Centrándonos en la ciudad de Cuenca-Ecuador, en un solo día puede existir cambios climáticos (lluvia y sol), provocando grandes saltos térmicos en la temperatura exterior. La mayoría de viviendas no son diseñadas pensando en estos comportamientos meteorológicos, lo que implica que el comportamiento de la temperatura interior de la vivienda sea similar al exterior; el cual no brinda el confort que una persona necesita.

Sin embargo para que una persona perciba confort interior intervienen varios criterios a parte de la temperatura (confort higrotérmico), como son: confort acústico, lumínico y respiratorio; los mismos que tampoco se les da la importancia necesaria al momento de diseñar y construir una vivienda.

Solo se piensa en la parte funcional de los espacios y en la formalidad, sin darnos cuenta cuán importante es crear un ambiente confortable para las personas, es decir, diseñar un ambiente interior, que por una parte nos separe de la contaminación que existe en el exterior y por otra parte cree un clima interior en el que el habitante tenga un alto grado de bienestar físico, mental y social, para así prevenir enfermedades.

CAPÍTULO 1

REFERENTES TEÓRICOS



Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

CAPÍTULO 01

REFERENTES TEÓRICOS

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se hablara de problemas que se presentan dentro de la vivienda, según criterios de confort interior, donde intervienen los siguientes factores: Higrotérmico, lumínico, respiratorio y acústico (criterio que no será tomado en cuenta para el capítulo 3 y 4, debido a la falta de equipos que ayudan a medir los decibeles en la vivienda), utilizando diferentes estudios que se han realizado en todos estos años.

Se detalla los objetivos específicos y generales planteados para la elaboración de la tesina. De igual manera, se explicara la metodología utilizada para el correcto desarrollo de la misma.

P R O B L E M A

1.1. CONFORT INTERIOR

Para lograr una óptima calidad del ambiente interior, se debe tener en cuenta cuatro principales factores: Confort higrotérmico, lumínico, respiratorio y acústico. En este capítulo explicaremos los problemas que se tienen en la Ciudad de Cuenca desde el punto de vista, de los cuatro factores mencionados anteriormente.

1.1.1. CONFORT HIGROTÉRMICO:

Confort Higrotérmico, existen varios criterios que influyen en este confort, los cuales son: temperatura, humedad y velocidad del viento, los mismos que interfieren en la sensación térmica.

En el PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA", al cual pertenece esta tesina, se hicieron encuestas en diferentes sectores de la ciudad de Cuenca y de diferente nivel socio económico. Se obtuvieron varios resultados, utilizando solamente datos que intervienen en el Confort Higrotérmico.

En el Cuadro 1.1 se observa resultados de acuerdo al Nivel socioeconómico, donde la clase social alta (A), la mitad percibe su vivienda muy calurosa, la clase social media (C+), un 38% dice que su vivienda es algo calurosa y por último la clase baja (D), su mayoría la percibe fría.

NSE	Muy fría	Algo fría	Fresca	Algo calurosa	Muy calurosa
A	0%	11%	14%	15%	50%
B	14%	20%	33%	23%	50%
C+	18%	28%	30%	38%	0%
C-	41%	20%	15%	23%	0%
D	27%	21%	8%	0%	0%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Cuadro 1.1. Datos de percepción del ocupante dentro de su vivienda, según su Nivel Socioeconómico. Fuente: Centro de investigación "Método de certificación de la construcción sustentable de viviendas en Cuenca."

Se puede observar también que el porcentaje de ocupantes que percibieron su vivienda fresca, es un nivel bajo de personas en todas las clases sociales.

En el Cuadro 1.2 se puede observar que el 45% de los ocupantes perciben sus viviendas muy frías en la mañana y el otro 45% la sienten muy fría todo el tiempo. Estos valores son muy altos en comparación con el porcentaje de 87% que perciben el ambiente interior fresco.

Percepción	Mañana	Tarde	Noche	Todo el tiempo	Total
Muy fría	45%	0%	9%	45%	100%
Algo fría	20%	8%	31%	41%	100%
Fresca	5%	4%	4%	87%	100%
Algo calurosa	15%	0%	15%	69%	100%
Muy calurosa	0%	0%	0%	100%	100%

Cuadro 1.2. Datos totales de percepción del ocupante dentro de su vivienda. Fuente: Centro de investigación "Método de certificación de la construcción sustentable de viviendas en Cuenca."

Para fortalecer el estudio se hizo un análisis en un software, conocido como "Climate Consultant 5.3", donde se introdujeron datos climáticos de la ciudad de Cuenca para la obtención de resultados que se explican a continuación.

En el Gráfico 1.1: Diagrama psicométrico. Llamado también "Diagrama Bioclimático de Givoni", se puede ver propiedades de la humedad, temperatura, bulbo seco, etc, que se utilizan para el análisis de estrategias que ayuden a alcanzar la zona de confort. En este diagrama

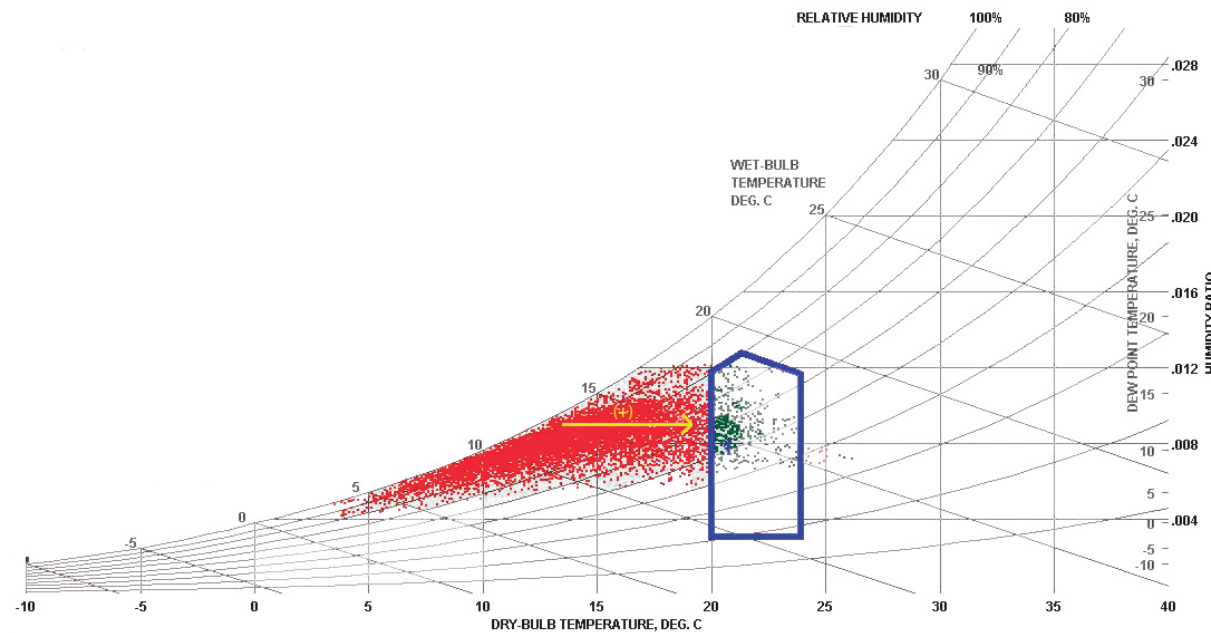


Gráfico 1.1. Diagrama Psicométrico. Elaboración propia. Climate Consultant 5.3.

se puede observar que la zona de confort interior está en un rango de 20°C a 24°C, sin embargo según Guillen V. (2014), pag. 9, establece que la temperatura ambiente para clima caliente debe estar dentro del rango de 18.3°C y 23.9°C.

También se puede observar que la humedad puede estar en un rango de 20% a 80%, sin embargo la Norma Ecuatoriana de la

Construcción NEC: “Eficiencia energética en la construcción en Ecuador”, establece que la humedad relativa debe estar dentro del rango de 40-65 %.

Con los datos obtenidos de las diferentes estaciones, nos damos cuenta que en ninguno de los casos, sea temperatura o humedad, estamos dentro de los rangos, por lo que

es necesario tomar medidas dentro de la vivienda para estar en los rangos indicados.

Para determinar que se necesita para alcanzar este rango, y a su vez el confort interior, se utilizó el mismo software “Climate Consultant 5.3”, el cual en base a datos de la ciudad de Cuenca, nos da las siguientes estrategias:

Sistemas pasivos que ayuden a ganar calor en el interior de la viviendas (envolventes con alta inercia térmica) y proteger del viento en espacios abiertos (vegetación), y si es necesario el uso de **Sistemas activos** como la calefacción que ayude a calentar el espacio interior y la utilización de humidificadores.

1.1.2. CONFORT LUMÍNICO:

Confort Lumínico, este confort se alcanza cuando es posible observar los objetos dentro de un espacio sin provocar en las personas cansancio, molestia siendo un ambiente de colores agradable para las mismas. (Bustamante, 2009.)

Según estudios realizados en la ciudad de Cuenca se obtuvieron resultados donde se observa que gran porcentaje de viviendas carecen de confort lumínico. (Ver Gráfico 1.2)

En el mismo proyecto de investigación, “Método de certificación de la construcción sustentable de viviendas en Cuenca” de la Universidad de Cuenca; se obtuvieron por medio de encuestas realizadas en el año 2015, los siguientes resultados. De los ambientes de la vivienda que se consideran que son bien iluminados adecuadamente solo por la luz solar, solamente el 41% de las viviendas tiene todos los ambientes adecuadamente iluminados, entendiendo que el otro porcentaje de viviendas presentan ambientes que no son iluminados adecuadamente o necesitan luz artificial durante el día.

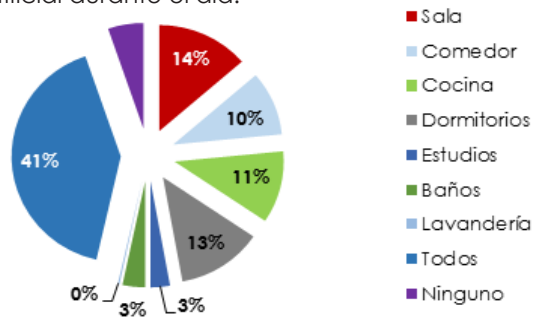


Gráfico 1.2. Resultados de ambientes adecuadamente iluminados solo por la luz del día en la Ciudad de Cuenca.
Fuente: Centro de investigación “Método de certificación de la construcción sustentable de viviendas en Cuenca.”

Otro estudio realizado en el año 2012, en la Tesis de grado de Guillen, V. y Cordero. X. Se observa resultados de iluminación que poseen los diferentes ambientes de la vivienda. En la zona de descanso el 39% de la muestra de viviendas dispone de una adecuada iluminación, el 44% presenta una iluminación mayor a la que se requiere, el 12% no responde apropiadamente. La zona social el 31% de la muestra presenta niveles de iluminación que superan lo indicado en las normas, el 25% se encuentra dentro de la iluminación óptima y el 44% presenta deficiencias de iluminación. Finalmente, en la zona de trabajo se ha determinado que más de la mitad de los ambientes analizados presentan una iluminación no adecuada, por lo tanto observamos que los problemas de iluminación de una vivienda son claras, lo que evita tener confort adecuado para los habitantes.

Según el capítulo 13 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC: “Eficiencia energética en la construcción en Ecuador”, establece la cantidad de iluminancia para los distintos espacios de la vivienda. Para vestíbulos 100lux, escaleras 150lux, sala de estar 200lux, área de descanso 100lux y baños 200 lux.

También establece que:

• *En las áreas en que se hace un trabajo continuo, la iluminancia mantenida no será menor a 200lux.*

Escala de iluminancias:

• *Un factor de 1.5 representa la menor diferencia en el efecto de la iluminancia, en condiciones normales se requiere una iluminancia horizontal de 20lux.*

1.1.3. CONFORT ACÚSTICO:

Confort Acústico, se logra este confort cuando el ruido existente no interfiere en el desarrollo normal de las actividades y salud de la persona. (Bustamante, 2009). Para alcanzar este confort el nivel de ruido del ambiente no debe superar al máximo permitido, el cual, según las normas en espacios de actividades de descanso es de 50 decibeles (dB), y en otros espacios de la vivienda, el valor es de 75dB. (NEC, 2011.)

El estudio antes mencionado en viviendas de la ciudad de Cuenca por Guillen, V. y Cordero. X. 2012. se observa los siguientes resultados.

Al interior de la vivienda se ha determinado que en la zona de descanso durante las noches el 93% de la muestra no cumple con lo establecido en la norma, sin embargo de este porcentaje se ha identificado que el 72% presenta niveles de sonido que se encuentran entre los 30dB y 40 dB, y el 21% sobrepasa estos valores, es decir el porcentaje de un adecuado ambiente para esta actividad es muy bajo. Con respecto a la zona social los resultados obtenidos durante el día, se ha encontrado que el 69% de la muestra cumple con la norma establecida frente a un 31% que no lo hace. Finalmente en la zona de trabajo se ha determinado que únicamente el 12% de la muestra tomada no cumple con la norma. (Guillén & Cordero, 2012.)

1.1.4. CALIDAD DEL AIRE:

Confort respiratorio, lo que se analizara es el grado de contaminación del aire en la zona de estudio, la mayor contaminación presente en la Ciudad de Cuenca es por el dióxido de nitrógeno (gas expulsado por el vehículo), expresado como NO₂. (Astudillo, 2010.)

La estación meteorológica C.E.A (Centro de Estudios Ambientales) de la Universidad de Cuenca, ha realizado un estudio en el año 2010, donde primero han identificado tipos

de contaminantes y después han realizado un análisis de niveles de estos contaminantes.

Para este estudio se ha utilizado datos de la propia estación y se han ayudado de datos de la estación del aeropuerto "Mariscal Lamar". Datos que han sido tomados desde el año 2005 a 2010, y desde 1990 a 2007, respectivamente.

Para el análisis se ha utilizado el método CoKriging para el dióxido de nitrógeno, obteniendo el siguiente gráfico:

En la Gráfica 1.3, se observa que el sector con mayor concentración de NO₂ se presenta en el Centro histórico de la Ciudad de Cuenca, por otro lado, en los exteriores no se observa altos niveles de contaminación. (Astudillo, 2010.)

En otro estudio "Módulo de información Ambiental en hogares" 2014, nos dicen que el 57,19% de hogares está afectado por un problema ambiental. Este problema se ve más afectado en las zonas urbanas con un 36,1% de aire contaminado (smog) y un 18,36% en la zona rural.

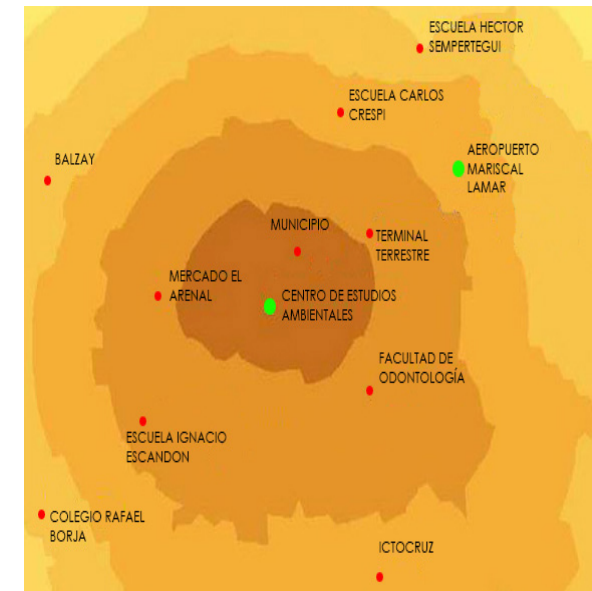


Gráfico 1.3. Gráfica concentración de NO₂ en la Ciudad de Cuenca. Fuente: Astudillo, 2010.



1.2. HIPÓTESIS

El desarrollo de estrategias de diseño que mejoren las condiciones del ambiente interior de las viviendas, contribuirán a mejorar el confort de los habitantes.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Generar estrategias y un proyecto de vivienda en la ciudad de Cuenca, en base a criterios y datos climáticos locales, para lograr un nivel de confort adecuado para el ser humano.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.3.2.1. IDENTIFICAR: los problemas actuales de confort que se presentan en las viviendas actuales en la ciudad de Cuenca, mediante monitoreo de clima exterior e interior, y también con encuestas de percepción.

1.3.2.2. ANALIZAR: casos de estudio nacionales e internacionales, que nos permitan entender la manera de abordar y diseñar un nuevo proyecto de Vivienda en la ciudad de Cuenca.

1.3.2.3. PROPONER: un nuevo diseño de Vivienda Bioclimática en la ciudad de Cuenca.

1.4. METODOLOGÍA

Para que una vivienda sea confortable se debe diseñar pensando en varios aspectos que intervienen en la calidad del aire interior. En el desarrollo y cumplimiento de los objetivos planteados, se realizara un monitoreo de siete viviendas en la ciudad de Cuenca, estas viviendas están ubicadas en diferentes lugares de la ciudad (Ver pág. 69) las mismas que tendrán diferentes años de construcción y diferente sistema constructivo.

En el levantamiento de información de las viviendas, el objeto de estudio se divide en tres tipos de información:

Medidas físicas.

Se realiza el levantamiento urbano - arquitectónico, para a continuación proceder al modelado en Archicad y Ecotect. También se obtienen datos de materiales y de energía de cada una de las viviendas. (Ver pág. 70 a 78)

Datos ambientales y de energía.

Se colocan equipos de monitoreo durante una semana en las viviendas, de los cuales se obtienen datos para el correcto análisis (Ver pág. 78 a 80).

Encuestas de percepción.

Estas encuestas fueron elaboradas por el equipo del Centro de investigación "Método de certificación de la construcción sustentable de viviendas en Cuenca" del cual forma parte nuestra tesina. (Ver pág. 81 a 83)

Antes de comenzar el análisis de las viviendas en la Ciudad de Cuenca, se realiza el estudio de construcciones bioclimáticas nacionales e internacionales, un proyecto respectivamente. Estos proyectos serán analizados a fondo, para así entender soluciones aplicadas en el proyecto que mejoran el confort interior, esto ayudara a ver posibles soluciones e ideas para nuestro proyecto de vivienda final.

Una vez analizados los proyectos mencionados anteriormente, se procederá a analizar las viviendas en la Ciudad de Cuenca, donde se verán temas de confort, energía y materiales, de este análisis se tomara lo relacionado con el confort interior. A continuación se interpretaran los datos obtenidos, para así finalmente obtener conclusiones que sean aplicables en el diseño de una vivienda confortable basada en criterios bioclimáticos para la Ciudad de Cuenca.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS CLIMÁTICAS Y DE CONFORT



Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

CAPÍTULO 02

ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS CLIMÁTICAS Y DE CONFORT.

INTRODUCCIÓN

En el segundo capítulo, se realiza una investigación y revisión bibliográfica de varios autores que aportan significativamente sobre temas relacionados a la calidad del ambiente interior. Teniendo en cuenta conceptos claves como: medio ambiente interior y confort, para más adelante analizar criterios de confort y factores bioclimáticos que influyen de una u otra manera sobre este tema.

El primer concepto, ambiente interior comprende varios temas como: calor térmico, ruido, calidad visual, humedad, etc, todos estos criterios los estudiaremos más adelante y a fondo para entender de mejor manera cómo influyen en el ambiente interior de la vivienda.

Confort, este segundo concepto se refiere a un estado de percepción del medio ambiente interior casi instantáneo, el cual está determinado por el individuo.

Las normativas existentes relacionadas al tema, tanto nacionales e internacionales, son de gran importancia para el desarrollo de la Tesina, ya que mediante las mismas podemos obtener varias guías para nuestro estudio.



2.1. CONCEPTOS CLAVES

2.1.1. AMBIENTE INTERIOR DE EDIFICACIONES

La calidad del ambiente interior comprende la contaminación del clima interior, la humedad, la temperatura, el ruido, la calidad visual, etc. Estos factores pueden causar efectos positivos o negativos sobre la salud, es decir se puede tener un comportamiento físico y psicológico diferente, en relación al ambiente interior que percibimos.

Si se percibe un ambiente interior insalubre, se presentan diferentes trastornos y enfermedades como: cansancio, depresión, ansiedad, alergias, en resumen el no crear un ambiente interior saludable puede causar toda clase de enfermedades y trastornos.

Según Fuentes: *"El medio ambiente es el sistema dinámico definido por las interrelaciones físicas, biológicas y culturales, percibidas o no, entre el hombre y los seres vivos y todos los elementos del medio, ya sean naturales, transformados o creados por el hombre"* (Pág. 58).

2.1.2. CONFORT.

Confort está relacionado directamente con la salud, así que es necesario conocer el significado de salud para definir el término confort.

La Organización Mundial de la Salud (1946) define la salud como "el estado de completo bienestar físico, mental y social del individuo y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades" (OMS, como se cito en Fuentes, 2000).

Con lo mencionado anteriormente podemos decir que Confort es el estado físico, mental y social en el cual el ser humano expresa bienestar con el ambiente en el cual realizamos nuestras actividades diarias.

El confort está determinado por la salud del individuo como lo mencionamos anteriormente, pero también está determinado por muchos otros factores, los cuales son internos (características físicas) y externos (vestimenta, temperatura, etc.).

El confort se obtiene a través de la integración de todos los factores. Para estudiar el confort de una manera más práctica se divide en varios tipos de acuerdo a algunos factores, obteniendo los diferentes criterios de confort:

Confort higrotérmico, Confort lumínico, Confort acústico (tema que sera explicado en todo el desarrollo de este capítulo por la importancia que tiene, sin embargo no sera tomado en cuenta como se dijo en la introducción del capítulo 1, pág. 24), Confort olfativo, Confort

Psicológico, (Fuentes, 2000) de estos tipos de confort, los tres primeros son los que influyen principalmente en la percepción de un individuo de un espacio, y pueden ser modificados por la arquitectura. El confort olfativo o respiratorio tiene que ver con el tratamiento de humedad o infiltraciones en la arquitectura, que puedan provocar malos olores. El confort Psicológico, es la percepción global que tiene el cerebro al interactuar con los demás criterios de confort.

En la Norma ASHRAE Standard 55 (1992) se definió el confort como: *"La condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico"*.

Los sentidos humanos, son los instrumentos que nos indican si nos sentimos cómodos respecto al calor, frío, olor, ruido, claridad, obscuridad, etc., por lo que podríamos definir el confort como el estar bien mental, social y físicamente, en el ambiente en cual desenvolvemos nuestras actividades diarias.

2.1.2.1. CONFORT HIGROTÉRMICO (TC)

El confort térmico relaciona la sensación y la percepción humana con una serie de parámetros ambientales y físicos, es decir, es la percepción de la satisfacción que experimenta un sujeto en un determinado ambiente térmico.

Según Fundación Iberoamericana de Seguridad y Salud Ocupacional: *"El confort higrotérmico es la relación entre el calor corporal y el medioambiente, es fundamental para que las actividades laborales se realicen del mejor modo y en sintonía con el bienestar del trabajador"*. (Pág. 1)

El metabolismo es uno de los factores internos más importantes que intervienen en la obtención de confort, el metabolismo produce calor. Existe el metabolismo basal (calor producido en procesos "vegetativos") y el metabolismo muscular (calor producido por alguna actividad física). (Fuentes, 2000.)

El calor que creamos con el metabolismo no es utilizado completamente sino solo un 20%, el 80% restante se disipa en el medio ambiente y así se logra tener un balance térmico.

Otros factores que intervienen son: edad, sexo, acumulación de grasa, alimentación, etc

Por otro lado los factores externos más importantes son:

Grado de arropamiento (clo): la transferencia de calor entre el cuerpo y el medio ambiente tendrá mayor o menor resistencia. Ver cuadro 2.2

ACTIVIDAD	TOTAL (Watts)	METABOLISMO BASAL	METABOLISMO MUSCULAR
Sueño profundo	70	70	0
Descanso acostado	88	88	0
Descanso sentado	115	92	23
Trabajo ligero sentado	130	92	38
Trabajo ligero de pie	150	92	58
Caminar despacio	160	92	68
Trabajo de escritorio	210	93	117
Trabajo pesado	400	94	306
Trabajo muy pesado	1500	94	1160

Cuadro 2.1. Grado metabólico de una persona adulta.

Fuente: Fuentes, 2000.

TIPO DE ROPA	ASLAMIENTO (CLO)
Desnudo	0
Ropa ligera (verano)	0.5
Ropa media (traje completo)	1
Ropa pesada (invierno)	1.5

Cuadro 2.2. Valores del grado de aislamiento.

Fuente: Castejón, 1983.

RANGO DE VELOCIDAD	SENSACIÓN
Menor de 0.25 m/seg	Imperceptible
De 0.25 a 0.50 m/seg	Agradable
De 0.50 a 1.00 m/seg	Perceptible
De 1.00 a 1.50 m/seg	Desagradable
Mayor de 1.50 m/seg	Muy molesto

Cuadro 2.3. Sensación a partir del rango de velocidad.

Fuente: Fuentes, 2000.

Temperatura del aire (T°): se debe calcular el rango de temperatura en la que el hombre expresa satisfacción térmica, según Szokolay, S (1981), formula:

$$T_n = 17.6 + 0.31 T_m$$

Donde, T_n = temperatura neutra y

T_m = temperatura media anual.

$$Z_c = T_n \pm 2.5^\circ C$$

Donde, Z_c = zona de confort.

Temperatura radiante media: La radiación afecta mucho la sensación térmica del organismo.

$$T_{\text{radiante media}} (^\circ C) = T_{\text{de globo}} (^\circ C) + 1.9 \sqrt{\text{velocidad del aire (m/s)}} \cdot (t_{\text{de globo}} - \text{temperatura seca})$$

Humedad del aire: Tiene pocos efectos en la sensación de confort.

Movimiento del aire: A través del movimiento del aire se incrementa la disipación de calor, pero también tiene efectos no térmicos en la sensación de confort (Ver Cuadro 2.3).

Tener una radiación directa del sol puede ser percibido como incomodo, a pesar de que la temperatura pueda estar a un nivel cómodo, (el hombre debe mantener constante su temperatura corporal entre 36.5°C y 37.5°C bajo cualquier condición climática). Percibir de manera inadecuada las condiciones térmicas puede provocar trastornos fisiológicos, que en un futuro pueden ser mortales a altas temperaturas (aumenta la presión arterial, ritmo cardíaco y respiratorio), y a bajas temperaturas (disminuye la presión arterial ritmos cardíaco y respiratorio).

A. El método de Fanger (Universidad Politécnica de Valencia, 2015.)

Fue propuesto por P.O. Fanger en el año de 1973. Este método es en la actualidad uno de los más extendidos para la estimación del confort Térmico.

La importancia y aplicación del método queda patente en su inclusión como parte de la norma ISO 7730 relativa a la evaluación del ambiente térmico. Este método utiliza diferentes variables o términos como:

Nivel de actividad: calor metabólico, energía metabólica, temperatura de la piel, sudoración, intercambio de calor evaporativo (respiración) y pérdidas de calor por radiación, convección y conducción.

Características de la vestimenta: Grado de aislamiento de la ropa, relación de área arropada con área desnuda y temperatura superficial de la ropa.

Variables ambientales: temperatura seca del aire, temperatura radiante, humedad relativa y velocidad relativa del aire.

La fórmula de confort para determinar PMV es:

$$PMV = (0.303 e^{-0.036M} + 0.028) * ((M-W)-H-Ec-Cres-Eres)$$

Donde,

o PMV = Voto medio estimado

o M = Tasa Metabólica (W/m²)

o W = Energía mecánica efectiva (W/m²)

o H = Pérdidas de calor seco

o E = Intercambio de valor

evaporativo de la piel (W/m²)

o Cres = Intercambio valor convectivo

respiratorio (W/m²)

o Eres = Intercambio evaporativo respiratorio (W/m²)

El PMV se relaciona con la siguiente escala de sensación térmica.

-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Frio	Fresco	Fresco ligero	Neutro	Caluroso ligero	Caluroso	cálido

Cuadro 2.5. Sensación térmica en función del valor del voto medio estimado. Fuente: Universidad Politécnica de Valencia. 2015.

T (°C)	HR 30	HR 40	HR 50	HR 60	HR 70	HR 80	HR 90
15	-2.43	-2.40	-2.36	-2.33	-2.30	-2.26	-2.23
16	-2.17	-2.14	-2.10	-2.07	-2.03	-1.99	-1.96
17	-1.92	-1.88	-1.84	-1.80	-1.76	-1.72	-1.69
18	-1.66	-1.62	-1.58	-1.53	-1.49	-1.45	-1.41
19	-1.40	-1.35	-1.31	-1.27	-1.22	-1.18	-1.14
20	-1.14	-1.09	-1.04	-1.00	-0.95	-0.91	-0.86
21	-0.87	-0.83	-0.78	-0.73	-0.68	-0.63	-0.58
22	-0.61	-0.56	-0.51	-0.45	-0.40	-0.35	-0.30
23	-0.35	-0.29	-0.24	-0.18	-0.13	-0.07	-0.02
24	-0.08	-0.02	0.04	0.09	0.15	0.21	0.27
25	0.19	0.25	0.31	0.37	0.43	0.50	0.56
26	0.45	0.52	0.59	0.65	0.72	0.78	0.85
27	0.72	0.79	0.86	0.93	1.00	1.07	1.14
28	0.99	1.07	1.14	1.22	1.29	1.37	1.44
29	1.27	1.35	1.42	1.50	1.58	1.66	1.74
30	1.54	1.62	1.71	1.79	1.88	1.96	2.04
31	1.82	1.90	1.99	2.08	2.17	2.26	2.35
32	2.09	2.19	2.28	2.37	2.47	2.56	2.66
33	2.37	2.47	2.57	2.67	2.77	2.87	2.97
34	2.65	2.76	2.86	2.97	3.07	3.18	3.28
35	2.93	3.05	3.16	3.27	3.38	3.49	3.60
36	3.22	3.34	3.45	3.57	3.69	3.81	3.93
37	3.51	3.63	3.75	3.88	4.00	4.13	4.25
38	3.79	3.93	4.06	4.19	4.32	4.45	4.58
39	4.08	4.22	4.36	4.50	4.64	4.78	4.92
40	4.38	4.52	4.67	4.82	4.96	5.11	5.25

Cuadro 2.4. Resultados de algunos valores aplicados en la formula PMV(voto medio estimado). Fuente: Fuentes, 2000.

PROCESO:

1. Recopilación de información con datos de Nivel de actividad, características de vestimenta y variables ambientales.

2. Cálculo de VOTO MEDIO ESTIMADO (PMV)

3. Obtención de la sensación térmica global a partir del voto medio estimado, según la escala de 7 niveles definida por Fanger.

4. Cálculo de Porcentaje Estimado de Insatisfechos (PPD) a partir del valor PMV.

5. Análisis de resultados (complemento), valorar la situación de acuerdo a los valores obtenidos de PPD y PMV.

Según las recomendaciones de la Norma ISO 7730 "Ergonomía del ambiente térmico", el índice del PMV solo se debe utilizar para evaluar ambientes térmicos en los que las variables implicadas en el cálculo permanecieran comprendidas dentro de los siguientes intervalos:

Tasa metabólica comprendida entre 46 y 232 W/m² (0.8met a 4met).

Aislamiento de la ropa entre 0 y 0.31 K/w (0 clo y 2 clo).

Temperatura del aire entre 10°C y 30°C.

Temperatura radiante media entre 10°C y 40°C

2.1.2.2. CONFORT LUMÍNICO (VISTA)

Según egipcios, romanos y griegos, la luz solar tiene efectos positivos en la salud. En 1900, se construyeron sanatorios con "terapia de luz", utilizados para mejorar la salud de personas que sufrían dolencias, enfermedades de la piel, depresión, etc.

La luz natural o luz solar tiene dos componentes: la térmica y la lumínica. Pero cabe decir que existe un confort lumínico y un confort visual; el primero, se basa en aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos relacionados con la luz. El segundo, en aspectos psicológicos en relación con la percepción de los objetos. (Fuentes, 2000.)

La luz solar es uno de los recursos más abundantes en nuestro planeta, pero con una desventaja, solo podemos percibirla en la mañana, por esa razón el hombre crea la luz artificial pero esto provoca alteraciones fisiológicas y psicológicas, o para entender mejor, falta de sueño e insomnio.

El confort lumínico se refiere a la percepción a través de la vista. (Fuentes, 2000) La calidad de iluminación se atribuye a la cantidad y al espectro de color de la luz, la misma que puede expresada por comodidad, satisfacción y rendimiento.

CALIDAD DE LUZ, El hombre solo puede percibir la luz de 380 a 780 nanómetros de longitud de onda. La mayor sensibilidad del ojo humano se encuentra alrededor de los 550nm (color verde), las máximas radiaciones electromagnéticas del sol se encuentra en los 500nm (color azul), estos datos están muy cercanos; esto es indicativo de que el ojo humano está diseñado para percibir de mejor manera la luz emitida por el sol. Caso contrario de la radiación electromagnética emitida por la iluminación artificial, la cual está en una onda de 966nm (rayos infrarrojos). (Guillén & Cordero, 2012.)

El esfuerzo que tiene que realizar el ojo humano frente a la iluminación artificial ocasiona trastornos ópticos sobre el individuo.

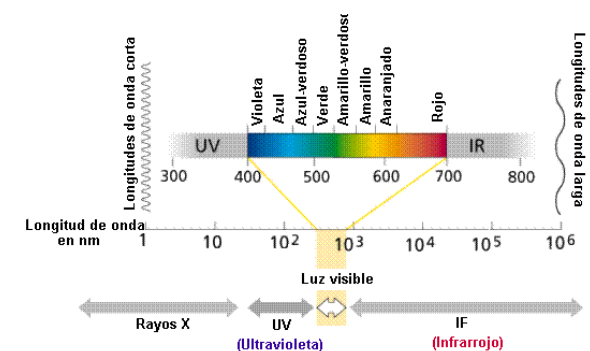


Gráfico 2.1. Calidad de luz perceptible por el ojo humano.

Fuente: Siddharta, 2013.



Lo mencionado anteriormente se basaba en los factores cromáticos de la luz, pero existen otros factores que determinan la percepción lumínica, que son: el contraste y el deslumbramiento.

Sin el contraste el humano no podría percibir los objetos, a mayor contraste mayor diferenciación entre los objetos. Un objeto se define por la diferencia cualitativa y cuantitativa de luz, es decir, debe tener color, iluminación, luz y sombra.

Sin embargo, si existe excesivo contraste aparece o se ocasiona un deslumbramiento (diferencia grande entre la fuente de iluminación y el objeto). Un ejemplo aplicado en la arquitectura, existe una pequeña ventana que divide el espacio exterior del interior, en el exterior existe una gran iluminación y en el interior una baja iluminación, así la ventana pasa a ser una fuente del deslumbramiento.

CANTIDAD DE LUZ, La pupila del ojo humano se ajusta automáticamente a los cambios de luz, pero un cambio brusco puede provocar una sensación desagradable (dolor de cabeza, lesiones visuales, etc.) (Fuentes, 2000.)

Los niveles óptimos de iluminación para diferentes espacios de la vivienda varía de país a país; véase el Cuadro 2.14. Pág. 52.

A través del manejo adecuado de la luz se pueden obtener aumentos en la eficiencia y productividad, por ejemplo: estimular el apetito, atracción visual a objetos, se puede también lograr sensaciones de alegría, tristeza, agresividad, etc.

En conclusión, la luz es un factor determinante del confort humano. (Fuentes, 2000.)

2.1.2.3. CONFORT RESPIRATORIO (OLFATO)

Se refiere a la percepción a través del sentido del olfato. Este factor es muy importante y debe ser considerado más en lugares con índices de contaminación alto.

Para definir que es calidad de aire, se debe hacer desde tres puntos de vista. El primero, el **humano:** es el efecto físico que produce el percibir el aire interior del espacio que habita, el cual se puede medir por unidad de mal olor. Segundo, el **aire interior del espacio:** la calidad de aire se expresa de acuerdo a un índice de ventilación o en la concentración de compuestos específicos. Y tercero, **fuentes contaminantes:** Las concentraciones mencionadas anteriormente son influenciadas por fuentes externas, internas o presentes en el espacio habitado, los cuales reaccionan entre sí, creando nuevos contaminantes en el interior. (Bluyssen, 2009.)

Una fuente emite contaminantes que entran al espacio habitado directa o indirectamente, haciendo que una persona que ocupa ese espacio este expuesta a estos contaminantes, dando como resultado, diferentes comportamientos.

NEC-11 "Eficiencia energética en la Construcción en Ecuador", nos da el siguiente cuadro:

NECESIDAD DEL AIRE	lit/s por persona	ppm (partes por millón en volumen)
Muy buena calidad	20	350
Calidad media	10	650
Baja calidad	5	1200

Cuadro 2.6. Calidad de aire. Fuente: NEC-11

El confort olfativo tiene dos referentes de análisis, la primera es la utilización de olores agradables para producir una sensación psicológica en el humano, esto ha sido utilizado por la arquitectura de paisaje a través de distintas plantas aromáticas, sin embargo en la actualidad se usan productos químicos para eliminar estos olores. (Fuentes, 2000.)

El manejo de olores desagradables es el segundo referente que se debe tomar en cuenta, ya que es un aspecto relacionado directamente con la contaminación ambiental. Una solución obvia es eliminar la fuente contaminante o



cualquier aparato de combustión o productor de gases, pero es muy difícil aplicarla ya que estos contaminantes son de uso cotidiano en la vivienda (hornos, productos de limpieza, medicamentos, etc), una manera de disminuir estos contaminantes es la de almacenar en lugares adecuados y controlados por ventilación no solo el espacio de almacenamiento sino también en el resto de espacios de la vivienda (criterio que será aplicado más adelante, para el diseño del proyecto).

Los microorganismos son la principal fuente de contaminación del aire, por lo que se debe utilizar humidificadores intercambiadores de calor, filtros selectivos de químicos, etc, sin embargo no solucionan por completo el problema.

2.1.2.4. CONFORT ACÚSTICO (OÍDO)

Se refiere a la percepción que se da a través del oído, donde se toma en cuenta factores de ruido. El sonido siempre está presente, sea en un campo como en una casa, pero la existencia del sonido es necesaria para la percepción del entorno. Según Fuentes (2000), *"La ausencia total de sonidos puede afectar seriamente la salud física y mental del individuo"*, (Pág.69).

En el confort auditivo se toma en cuenta aspectos cuantitativos (niveles sonoros) y aspectos referidos al timbre (calidad sonora). Se toma en cuenta esos dos aspectos debido a que, al contar con una buena audición se puede procesar adecuadamente la información adquirida y así poder interactuar de mejor manera con el medio ambiente.

El sonido es una forma de energía con dos características básicas: sonoridad, se trata de la fuerza con la que se percibe el sonido, se mide en niveles de presión acústica (NPA) e intensidad, entendiendo la intensidad como la cantidad de energía transmitida a través del aire, la misma que varía en función de la distancia entre el emisor y el receptor, la cual se mide Decibeles (dBa).

Todos los sonidos que distraigan o perturben una actividad diaria del usuario, es considerada ruido y así un contaminante. El ruido influye en el bienestar social, causando efectos adversos mental y físicamente. El grado de perturbación de muchos factores, entre ellos está: el sexo, edad, estado de ánimo, etc. La Organización Mundial de la Salud establece los siguientes rangos de confort:

RANGO DE INTENSIDAD	DE dBa A dBa
Muy silencioso	De 0 a 25 dBa
Silencioso	De 25 a 35 dBa
Moderado	De 35 a 45 dBa
Ruidoso	De 45 a 55 dBa
Muy ruidoso	Más de 55 dBa
Límite de la OMS	90 dBa
Umbral de dolor	130 dBa

Cuadro 2.7. Rangos de confort.

Fuente: NEC-11

Según la Organización Mundial de la Salud, el nivel de ruido ambiental para zonas de descanso de la vivienda no debe superar los 40dBa durante las 7:00 a 21:00 y de 30dBa en horario de 21:00 a 7:00.

Los efectos del ruido son tanto fisiológicos como psicológicos, como: interferencia de comunicación, pérdida de la audición, perturbación del sueño, estrés, problemas mentales (pueden ser positivos si se da un adecuado manejo del sonido o música, llegar a propiciar relajamiento, tranquilidad, concentración, etc).

2.1.3. FACTORES BIOCLIMÁTICOS.

Los factores bioclimáticos identifican un lugar, determinando su clima a partir de condiciones físicas, estos factores influyen y/o modifican la forma de comportarse de cada uno de los elementos del clima, a continuación explicamos cada componente.

A. Latitud

Este factor determina la incidencia de los rayos solares, los cuales a su vez determinan la temperatura que recibe un lugar en particular. Existe una relación directa entre la trayectoria del sol y la latitud, la cual es primordial para la orientación de muros, ventanas y cubiertas. También estos factores condicionan la forma, color, textura, proporción y relación entre muros y vanos. (Rodríguez, 2008.)

Según Oyala (2011), "Es el ángulo entre la línea que une el centro de la esfera con un punto de su superficie y el plano ecuatorial. Por definición la latitud es de 0° en el Ecuador, que divide el globo en los hemisferios norte y Sur." (Pág. 41).

B. Longitud

Es la distancia existente entre el meridiano

de Greenwich y un punto cualquiera. La longitud puede expresarse si está situado en el hemisferio Este u Oeste.

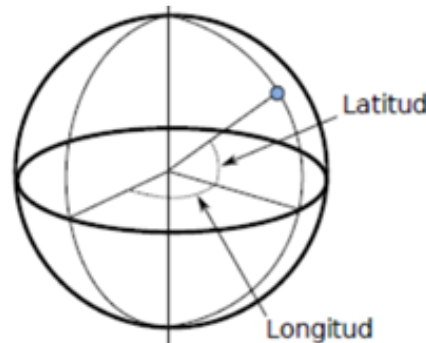


Gráfico 2.2. Esquema de los elementos del sistema de coordenadas geográficas. Fuente: Oyala. 2011.

C. Altitud

Es la distancia vertical que existe entre el nivel medio del mar hasta un punto cualquiera; esta distancia se mide en metros sobre el nivel del mar (msnm). La altura influye en el clima del lugar, hablando en términos generales, cuando esta distancia es mayor la temperatura disminuye. Por lo tanto tomar en cuenta la altura donde se encuentra un sitio es fundamental para el diseño, en lugares de temperaturas menores por ejemplo los vanos deben ser más pequeños. (Rodríguez, 2008)

D. Relieve

Permite representar sobre un plano los accidentes naturales de un terreno, teniendo una relación llamada "escala" entre el terreno y la representación en el plano. Este factor es clave en el clima porque determina las corrientes de aire, su vegetación, la insolación de aquel lugar, y otros. Como ejemplo, un sitio plano tiene más exposición a la radiación solar y a vientos del lugar; mientras una superficie con relieve montañoso genera dos zonas de asoleamiento donde depende de la orientación. Estos pequeños cambios de altura generan en un mismo lugar microclimas (Ver Capítulo 3. Pág. 64). (Rodríguez, 2008)

2.1.4. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

La calidad del ambiente interior de una vivienda influye sobre la cantidad de la superficie de la relación entre el interior y exterior de la misma. Para obtener un buen aislamiento, se debe utilizar materiales y espesores adecuados. Un punto importante, es la forma de la vivienda, donde en la forma de un cubo al ser compacto no tienen ni entrantes ni salientes, por lo tanto la cantidad de superficie en la relación interior-exterior es pequeña. Cuando existen patios, alas, la morfología es más compleja, la cantidad de la superficie aumenta.

La altura de la vivienda también es fundamental en cuanto a la resistencia contra el viento; en época de calor una vivienda alta aumenta su ventilación pero en época fría aumenta también las infiltraciones. (Universidad del bio equipo consultor, 2007.)

Las estrategias que se mencionan a continuación serán aplicadas en su mayoría al diseño de proyecto de vivienda en la ciudad de Cuenca, por lo que se señala solamente estrategias para clima frío.

Estrategias de Calentamiento, donde el objetivo es lograr el confort en climas fríos (Cuenca, Ecuador), mediante las siguientes estrategias:

A. Captación.- Como su nombre lo dice, consiste en captar energía solar y transformarla en calor, transmitiendo al ambiente interior de la vivienda. En donde se debe tener siempre presente la orientación de la vivienda hacia el Este donde durante el día se aprovecha de mayor manera la radiación. También cabe indicar que los espacios que van a estar orientados para ganar radiación deben ser los de mayor actividad, y permanecía dentro de la vivienda, como la sala, comedor. (Universidad del bio equipo consultor, 2007)

Ganancia Solar Directa (ventanas), A este tipo de estrategias se lo conoce también como ganancia pasiva, ya que son ganancias solares obtenidas mediante las ventanas orientadas para captar la radiación. Cuando queremos evitar la pérdida de calor por los ventanales, se recomienda utilizar doble vidrio (termo panel). Se debe tomar en cuenta que las ventanas siempre van a ser el vínculo más directo de la transferencia térmica, por lo que se opta complementar con otras estrategias como son la materialidad de la perfilaría, tipos de vidrios, color, espesor, ubicación del espesor del vano, aislación nocturna, sombras y aperturas para la ventilación.

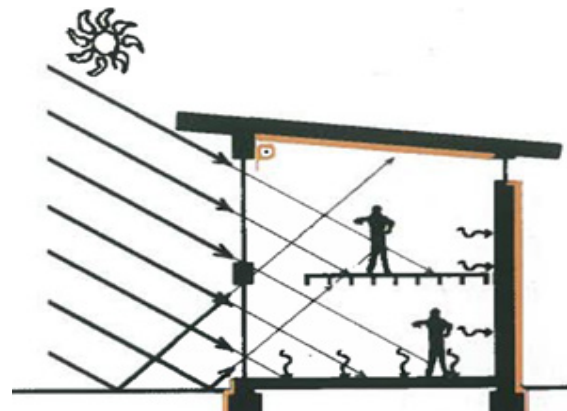


Gráfico 2.3. Ganancia solar directa(ventanas).

Fuente: Universidad bio bio equipo consultor. 2007.

Ganancia Solar indirecta (invernaderos, conservatorios), su función principal es captar calor en un espacio habitable ocasional, y transferirlo a espacios adyacentes. Esto se realiza mediante conducción, a través de muros, aberturas (puertas, ventanas) en muros comunes.



Gráfico 2.4. Ganancia solar indirecta(conservatorios).

Fuente: Universidad bio bio equipo consultor. 2007.

B. Almacenamiento.- Se trata de captar y almacenar el calor en momentos en que no se necesita para aprovecharlo cuando empieza el frío. (Universidad del bio equipo consultor, 2007)

Lecho de roca, llamado también recirculación convectiva de aire. El aire se capta por medio

de una pendiente de vidrio, en su interior a nivel del suelo se encuentran rocas que acumulan el calor; y al aumentar el aire su temperatura se eleva por convección reemplazando al aire frío, que es arrastrado hacia la parte baja, circulando por el lugar donde se encuentran las rocas para ganar temperatura y nuevamente dirigirse al interior de la vivienda.

Capacidad calorífica e inercia térmica. Un cuerpo tiene gran capacidad calorífica, cuando capta calor y eleva su temperatura lentamente; por lo tanto es capaz de almacenar un gran calor por cada grado centígrado de temperatura.



Gráfico 2.5. Lecho de roca.

Fuente: Universidad bio bio equipo consultor, 2007.

Inercia térmica, es la resistencia de la temperatura a reaccionar de forma inmediata a los aportes de calor. En las viviendas bioclimáticas este concepto es importante, porque si poseen poca inercia térmica, reaccionan rápido a la radiación solar, entonces se calientan rápidamente en el día y se enfrían también de forma rápida en la noche. Cuando la vivienda tiene gran inercia térmica, el calor será almacenado para ser liberado de forma lenta en la noche, de esta manera los cambios bruscos de temperatura no existen.

Muros trombe (cerrado, ventilado). Este sistema se basa en estrategia de ganancia solar pasiva,

donde se aprovecha muros estructurales para captar el calor. Se combina con la estrategia de efecto invernadero atrapando el calor en un espacio de 7-10cm entre el muro y el vidrio que se coloca en la parte exterior.

También el muro trombe puede ser combinado con ganancia directa, es decir con ventanas, en donde una vez terminada la ganancia directa a través de las mismas comience la transferencia térmica de los muros. (Universidad del bio equipo consultor, 2007)

Existen los muros trombe ventilados, donde el muro cuenta con vanos pequeños en la parte

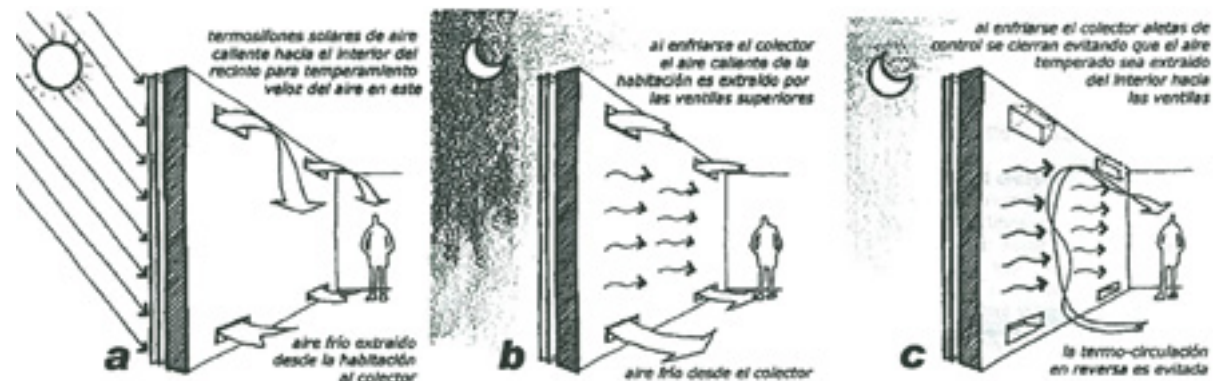


Gráfico 2.6. Función del muro trombe (Estrategia pasiva). Fuente: Universidad bio bio equipo consultor, 2007.

inferior y superior, creando una circulación pasiva del aire caliente de carga directa. Y en horas de la tarde, el muro empieza a transferir el calor.

Gráfico 2.6. Figura a, Mediante el calentamiento por convección en las mañanas estas ventilaciones generan un rápido calentamiento.

Gráfico 2.6. Figura b, En horas de la noche la pérdida de calor por convección es alta porque se la termo-circulación en reversa. Por lo que se debe poder controlar el paso en reversa de aire.

Gráfico 2.6. Figura c, Vanos con membranas de cierre.

Utilización de contenedores de agua. El agua también tiene la característica de acumular el calor, pero de una forma diferente a la masa térmica, por la característica de circulación convectiva que posee el agua. Constantemente el agua se mezcla y la temperatura es casi igual en todo el interior del contenedor. (Universidad del bio equipo consultor, 2007). Esto se debe a que el agua es mas eficiente que la masa térmica para almacenar calor; el agua puede almacenar $1000\text{Kcal/m}^3 \times ^\circ\text{C}$, mientras que el ladrillo $400\text{Kcal/m}^3 \times ^\circ\text{C}$. (Mazria, E. 1978)

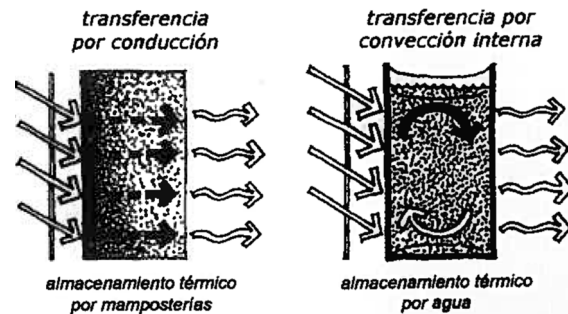


Gráfico 2.7. Diferencia de almacenamiento térmico.

Fuente: Universidad bio bio equipo consultor. 2007.

C. Distribución.- Consiste en distribuir el calor a los lugares de la vivienda donde se necesita, la distribución se realiza naturalmente por la termo circulación del aire que realiza un movimiento natural ascendente de las masas de aire caliente que provoca una succión de aire fresco.

2.2. N O R M A T I V A S NACIONALES E INTERNACIONALES

Se realizó la investigación de normas que abarquen los temas de importancia para el desarrollo posterior de la tesis. Donde se han encontrado Normativas tanto Internacionales como Nacionales, haciendo mención a los temas de nuestro interés.

2.2.1. NORMAS INTERNACIONALES

2.2.1.1. ASHRAE STANDARD 55 (CONFORT TÉRMICO)

A. Objetivo:

"El objetivo de esta norma es especificar las combinaciones de factores ambientales termal cubiertas y los factores personales que producirán las condiciones ambientales térmicas aceptables para la mayoría de los ocupantes dentro del espacio." (ASHRAE, 2004, Pág. 3)

Alcances:

1 "Los factores ambientales abordados en esta norma son la temperatura, la radiación térmica, la humedad y la velocidad del aire; los factores personales son los de la actividad y de la ropa."

2 "Se pretende que todos los criterios establecidos en la presente norma se apliquen

juntos desde el confort en el ambiente interior es complejo y responde a la interacción de todos los factores que se abordan."

3 "Esta norma especifica las condiciones ambientales térmicas aceptables para los adultos sanos en equivalente de la presión atmosférica a altitudes de hasta 3.000 m (10.000 pies) en espacios interiores diseñados para la ocupación humana por períodos que no menos de 15 Minutos."

4 "Esta norma no aborda los factores ambientales no térmicos tales como la calidad del aire, acústica y la iluminación u otros físicos, químicos o contaminantes espacio biológicos que pueden afectar a la comodidad o la salud". (ASHRAE, 2004, Pág. 3)

B. Contenido:

Dentro de un espacio es difícil satisfacer con el ambiente térmico a todas las personas porque entre una persona y otra existen variaciones fisiológicas y psicológicas. Pero según esta norma se ha realizado varios estudios donde se han obtenido datos de campo y laboratorio para definir las condiciones que un porcentaje determinado de ocupantes se encontraran térmicamente confortable.

También se enumera a los seis principales factores que deben tomarse en cuenta en la definición de las condiciones de confort térmico. Estos son:

En la **tasa metabólica** los resultados que se indican aplica a espacios equipados con ventanas que se abran al exterior, no debe haber ningún sistema mecánico de refrigeración o calefacción, o por lo menos estos sistemas no deben estar en uso el momento de aplicar lo indicado en la norma.

ACTIVIDAD	UNIDADES	TASA METABOLICA Watio/m2	(Btu/h*ft2)
Descanso			
Dormir	0.7	40	13
Reclinado	0.8	45	15
Sentado	1.0	60	18
Relajado	1.2	70	22
Caminando (superficie plana)			
0.9 m/s, 3.2 km/h	2.0	115	37
1.2 m/s, 4.3 km/h	2.6	150	48
1.8 m/s, 6.8 km/h	3.8	220	70
Varias Actividades			
Cocinar	1.6-2.0	95-115	29-37
Limpieza de la Vivienda	2.0-3.4	115-200	37-63

Cuadro 2.8. Tasa metabólica de diferentes actividades.

Aislamiento de ropa, esta es una variable importante para la aplicación de esta norma por la razón de que algunas prendas son más impermeables que otras. Para esta norma no se debe utilizar conjuntos de ropa con más de 1.5clo de aislamiento y tampoco ropa altamente impermeable al transporte de la humedad. Se presentan tres métodos para estimar el aislamiento ropa. Los métodos se enumeran en orden de precisión y deben ser utilizados en este orden de preferencia. En los cuadros 2.10 y 2.11 se muestran datos para personas que están de pie mientras que en la tabla 2.9 para personas sentadas.

Silla de tela	0.00 clo
Silla de metal	0.00 clo
Silla con brazo lateral de madera	0.00 clo
Taburete de madera	+0.01 clo
Silla de oficina	+0.10 clo
Silla ejecutiva	+0.15 clo

Cuadro 2.9. Tabla de aislamiento agregado al sentarse en una silla.

A continuación se explican los métodos de

"Método 1: Cuadro 2.10, enumera el aislamiento proporcionado por una variedad de conjuntos de ropa comunes. Si el conjunto en cuestión coincide bastante bien con uno de los conjuntos de esta tabla, se debe utilizar el valor indicado de Icl." (ASHRAE, 2004, Pág. 31)

Descripción de Ropa	Prendas que incluyen	Icl (clo)
Pantalones	1) Pantalón , camisa de manga corta	0.57
	2) Pantalón , camisa de manga larga	0.61
	3) # 2 más traje de chaqueta	0.96
	4) # 2 más traje de chaqueta, chaleco, camiseta	1.14
	5) # 2 más suéter de manga larga, camiseta	1.01
	6) # 5 más traje de chaqueta, ropa interior larga	1.30
Faldas / Vestidos	7) Falda hasta la rodilla, camisa de mangas cortas (sandalias)	0.54
	8) Falda hasta la rodilla, camisa de mangas largas, bastante deslizante	0.67
	9) Falda hasta la rodilla, camisa de manga larga.	1.10
	10) Falda hasta la rodilla, camisa de manga larga, medio deslizante, chaqueta de traje	1.04
	11) Falda hasta los tobillos, camisa de manga larga, chaqueta de traje	1.10
Pantalón corto	12) Pantalón corto, camisa de manga corta	0.36
Overol	13) Overol de manga larga, camiseta	0.72
	14) Overol, camisa de manga larga, camiseta	0.89
	15) Overol aislante, ropa interior y pantalones térmicos	1.37
Atlético	16) Pantalón deportivo, camiseta de manga larga	0.74
Ropa de Dormir	17) Pijama de manga larga, pantalón de pijama,	0.96

Cuadro 2.10. Aislamiento de ropa (conjunto típico).

Descripción de la prenda I clu (clo)	Descripción de la prenda I clu (clo)
Ropa Interior	Vestidos y faldas
Brassier	0.01 Falda gruesa
Bragas	0.03 Falda delgada
Boxer	0.04 Suéter
	Mangas largas delgadas
Camiseta	0.08 Mangas largas gruesa
Medio Deslizante	0.14 Chaquetas
	Chaleco delgado sin mangas
Ropa interior larga(extremidad inferior)	0.15 Chaleco grueso sin mangas
Bastante deslizante	0.16 Ropa de Dormir y botas
	Vestido delgado, corto sin mangas
Ropa interior larga (extremidad superior)	Pijama delgada de mangas cortas
Para los pies	Pijama gruesa de mangas largas
Medias hasta el tobillo	0.02
Sandalias	0.02 Pantalones
	Pantalonetas
Zapatos	0.02 Pantalón recto
Polines	0.06 Pantalón deportivo
Botas	0.10 Overol
Camisas y Blusas	
Blusa con mangas y cuello redondo	0.13
Camisa de manga corta	0.19
Camisa de manga larga	0.25

Cuadro 2.11. Aislamiento de prenda de vestir.

“Método 2: Cuadro 2.11, presenta el aislamiento térmico de una variedad de prendas de vestir individuales. Estas prendas se pueden añadir o se pueden restar de los conjuntos en el cuadro 2.9 para estimar el aislamiento de los que difieren en la composición de prendas de vestir de que se encuentran en el Cuadro 2.9. Por ejemplo, si se añade ropa interior larga al conjunto 5 en el cuadro 2.9, el aislamiento del conjunto resultante se estima como $Icl = 1,01 clo + 0,15 clo = 1,16 clo$.” (ASHRAE, 2004, Pág. 31)

“Método 3: Un conjunto de ropa completa se puede definir mediante una combinación de las prendas del cuadro 2.10. El aislamiento del conjunto se calcula como la suma de los valores individuales enumerados en Cuadro 2.10. Por ejemplo, el aislamiento estimado de un conjunto formado por un overol con una camisa de franela, una camiseta, calzoncillos, botas y calcetines de media caña es $Icl = 0,30 + 0,34 + 0,08 + 0,04 + 0,10 + 0,03 = 0,89 clo$.” (ASHRAE, 2004, Pág. 31)

2.2.1.2. NORMA ASHRAE 62.2 (EDIFICIOS VENTILACIÓN NATURAL)

A. Objetivo:

Esta norma se enfoca a la ventilación, con la cual su propósito es brindar una calidad de aire interior aceptable. Todo esto mediante la definición de las funciones y requisitos mínimos para sistemas de ventilación mecánica y natural, y la envolvente del edificio.

B. Antecedentes:

ASHRAE actualmente dedicada a dos áreas importantes: Eficiencia Energética y Calidad del ambiente interior. A lo largo del tiempo esta norma ha variado considerablemente. Después de varios desacuerdos, entre querer actualizar la norma, responder algunas incógnitas y la hipótesis de que una norma para residencia es cualitativamente diferente a una comercial e institucional; se separaron estos campos y la norma de ventilación para residencia sería una sola.

C. Contenido

Existen varios tipos de edificaciones, climas, sistemas constructivos. Por lo que quienes desarrollaron la norma, diseñaron varias alternativas que permitan flexibilidad a los usuarios de la misma para poder aplicar en los distintos tipos de diseño, construcción y ubicación.

Existen 3 principales conjuntos de requisitos de la norma: la ventilación de toda la vivienda, extracción local, fuente de control. Con estos se pretende eliminar las emisiones contaminantes de las personas a partir de materiales, contaminantes de algunos espacios que se dan por un mal diseño.

También existe un conjunto de requisitos secundario donde se centran las propiedades de los elementos específicos que se necesitan para lograr el objetivo principal de la norma, ejemplo de eso es el valor de flujo del ventilador. Se puede dar otro caso en donde los sistemas de ventilación empujen el aire húmedo hacia la envolvente de la edificación, provocando daños materiales al menos que el diseño de la envolvente sea tolerante a la humedad.

D. Valores para la Vivienda

Según la norma el valor general de cambio de aire por hora, para la vivienda se fijó en 0.35 pero no menos de 15 cfm/persona (7.5 l/s/persona). En el dormitorio principal se supone un número de dos personas y una persona por cada dormitorio adicional. *"Para saber la cantidad total de aire exterior necesario hay que añadir 2 cfm/100 sq. ft. (10 l/s/ 100 sq. m.) Hasta 15 cfm/persona (7,5 l/s/persona). Por lo tanto el requisito de velocidad*

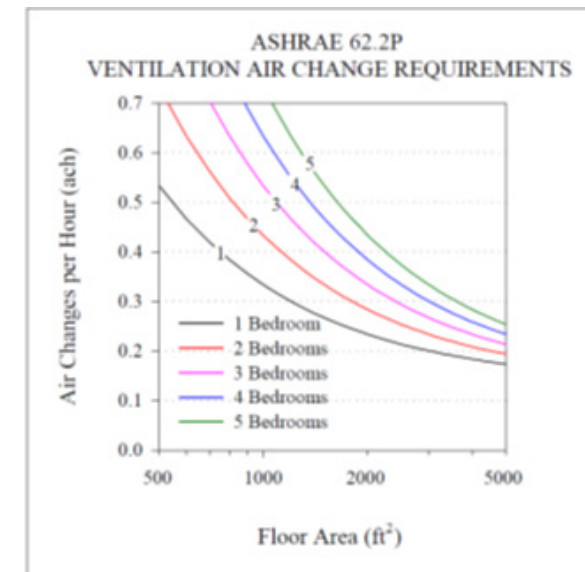


Gráfico 2.8. Cambio de aire necesario según la vivienda.

Fuente: Sherman. 1999.

de cambio de aire varía según el tamaño de la casa y la ocupación." (SHERMAN, 1999. Pág. 4)

El Gráfico 2.8 muestra el cambio de aire necesario para las casas típicas:

E. Ventilación Natural

Observamos el Gráfico 2.8, donde se representa el intercambio de aire total requerido, para lograr

estos valores existen varios métodos. La forma más fácil es la ventilación natural (aberturas operables). Cuando una vivienda tiene el 5% de la superficie como aberturas operables generalmente cumple con los requisitos para el funcionamiento de ventilación natural.

Existen dos criterios clave para este método, “*en primer lugar, las aberturas no deben constituir un peligro si se utiliza para proporcionar ventilación. Tales peligros deben ser evaluados a nivel local, pero podrían incluir la proximidad a las fuentes locales de aire o la contaminación acústica (por ejemplo, una autopista, un aeropuerto, polígonos industriales, etc.). Seguridad y operatividad pueden ser otras razones para excluir a esto como una opción. El segundo requisito debe aprovechar la ventilación natural si el clima no presenta una barrera para los ocupantes que utilizan las aberturas.*” (SHERMAN, 1999. Pág. 4)

La norma define que la ventilación natural funciona únicamente en climas suaves.

2.2.1.3. NORMA EN15251: CRITERIOS AMBIENTALES PARA EL DISEÑO INTERIOR Y CÁLCULO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS

A. Objetivo

“Especificar los criterios para el medio ambiente de interiores de diseño, cálculos de energía, evaluación del desempeño y la visualización de las condiciones de funcionamiento del Edificio.” (OLESEN, 2007. Pág. 1)

B. Alcances de la Norma

“El Proyecto de Norma Europea especifica los parámetros de impacto y / o criterios para el ambiente interior y la forma en que se utilizan para cumplir con la intención de la EPBD. Por lo tanto:

- *Especifica los parámetros del ambiente interior que tienen un impacto en la eficiencia energética de los edificios y especifica la forma de establecer los parámetros de entrada del medio ambiente dentro de diseño y cálculos de rendimiento de energía del sistema de construcción.*
- *Especifica los métodos de evaluación a largo plazo del ambiente interior obtenido como resultado de cálculos o mediciones.*
- *Identifica parámetros a utilizar mediante el control y la visualización de los interiores de los edificios existentes.*

- Es aplicable principalmente en edificios no industriales donde los criterios a los interiores son fijados por la ocupación humana y donde la producción o proceso no tiene un gran impacto en el ambiente interior. La norma es, pues, aplicable a los siguientes tipos de edificios: casas unifamiliares, edificios de apartamentos, oficinas, edificios educativos, hospitales, hoteles y restaurantes, instalaciones deportivas, edificios de servicios comerciales al por mayor y al por menor.

- Especifica cómo se pueden utilizar diferentes categorías de criterios a los interiores, pero no requiere de ciertos criterios que se utilizarán. Esto se deja a las regulaciones nacionales o las especificaciones de cada proyecto.

- Los criterios recomendados en esta norma también se pueden utilizar en los métodos nacionales de cálculo, que pueden ser diferentes a los métodos mencionados aquí.

- La norma no establece los métodos de diseño, pero da los parámetros de entrada para el diseño de edificios, calefacción, refrigeración, ventilación y sistema de iluminación.

- La norma no incluye criterios de factores locales molestias como proyecto, la asimetría

de temperatura radiante, las diferencias de temperatura de aire verticales y las temperaturas superficiales del suelo." (OLESEN, 2007. Pág. 2)

C. Contenido

El ambiente térmico en edificaciones sin refrigeración mecánica, influye los factores: el tipo de ropa y la actividad de los ocupantes.

Para el diseño de los sistemas de ventilación, la tasa de ventilación requerida se debe utilizar los métodos recomendados en la norma.

"Para satisfacer la calidad percibida de aire para los ocupantes (adaptado al aire durante al menos 15 min), se estima que un tercio de la tasa de ventilación es suficiente, es decir, para la categoría II 2.5 en lugar de 7 l/s por persona." (OLESEN, 2007. Pág. 4)

Otros criterios que también se deben tomar en cuenta son:

La humedad, tiene un efecto pequeño en la sensación térmica y la calidad del aire a temperaturas menores a 26°. Pero la alta humedad a largo plazo puede causar crecimiento microbiano y la humedad muy baja puede causar sequedad e irritación de los ojos y vías respiratorias.

La iluminación, en la norma se encuentran valores de factor de luz natural en el centro de la habitación, así como la uniformidad de luminancia, de control y de regulación, índice de deslumbramiento uniforme (UGR), el color de la luz (temperatura de color) y el índice de rendimiento de color Ra.

El ruido, hace referencia a los sistemas de energía del edificio. Según la norma el rango de dB en la sala debe estar entre 25-40 y del dormitorio 20-35. Los valores pueden ser superados en el caso que el ocupante pueda controlar el funcionamiento de los equipos o ventanas.

Parámetro	Emisor	Receptor	NED, dBA	Requisitos dBA
A	Exterior	Dormitorio o estar (recinto mas expuesto)	menor a 60 61 a 65 66 a 70 71 a 75 mayor a 75	Aislación min: 20, 25, 30, 35 y NED-40
B	Vivienda contigua	Dormitorio o estar (recinto mas expuesto)	no aplicable	Aislación 45 min
C	Instalaciones sanitarias y mecanicas externas.	Dormitorio o estar (recinto mas expuesto)	no aplicable	Nivel de ruido max: 40
D	Pasillo y escalera	Dormitorio o estar (recinto mas expuesto)	no aplicable	Aislación min: 30.

Cuadro 2.12. Aislación de acuerdo al emisor y receptor.

2.2.1.4. NORMA CHILENA NCH 352 2000 AISLACIÓN ACÚSTICA

A. Objetivo

Establecer los requisitos acústicos mínimos que deben cumplir las construcciones de uso habitacional, para evitar que el ruido afecte a los habitantes, y cause efectos traumáticos como: molestia, estrés, alteración del sueño, bajas en el rendimiento y otros.

B. Alcance

"Esta norma establece los requisitos mínimos de aislación acústica que deben cumplir las construcciones de uso habitacional, para permitir a sus habitantes el descanso frente a ruidos provenientes de otras viviendas, y ruidos provenientes de las instalaciones externas a la Vivienda." (Norma chilena NHC 352 Aislación Acústica, 2000. Pág. 2)

C. Contenido

En la aislación acústica mínima de las construcciones habitacionales de tiene los siguientes tipos de ruido:

- Ruido proveniente del medio ambiente exterior (A)



- Ruido proveniente de construcciones contiguas (B).
- Ruido proveniente de instalaciones sanitarias y mecánicas externas a la vivienda que se evalúa (C)
- Ruido proveniente de áreas comunes (D).

2.2.2. NORMAS NACIONALES

2.2.2.1. NORMA INEN 2506 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES

A. Objetivo

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir un edificio para reducir a límites sostenibles su consumo de energía y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable.

B. Alcance

Esta norma se aplica a edificios de nueva construcción, y a edificios cuyas modificaciones, reformas o rehabilitaciones sean superiores al 25% del envoltorio del edificio, con excepción de:

a) Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico.

b) Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.

c) Edificios utilizados como lugares de culto y para actividades religiosas.

d) Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.

e) Edificaciones que por sus características de utilización deban permanecer abiertas.

C. Contenido

Iluminación eficiente.- Las instalaciones de iluminación deben ser adecuadas a las necesidades de los habitantes y los valores no deben superar a los valores siguientes: Cocina 5 W/m², habitaciones 12 W/m², zonas comunes 7.5 W/m².

Coefficiente de Asoleamiento.- Determina la temperatura en el interior de un edificio, el calor acumulado en una edificación penetra por la cubierta y ventanas en su mayoría; y son

las paredes las que mantienen la temperatura existente.

A continuación se indica una tabla con distintas protecciones de las ventanas, y se expresa el porcentaje de la carga térmica que dejan pasar ciertos elementos de protección, tomando como elemento comparativo el vidrio claro.

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	COEFICIENTE DE ASOLEAMIENTO (%)
Vidrio claro sin protección	100
Vidrio absorbente de 5mm	96
Persiana de color oscuro	75
Persiana de color claro	71
Plástico translúcido	65
Cortina oscura	58
Persiana blanca	56
Árbol no frondoso	50 a 60
Cortina clara	47
Persiana color aluminio	45
Cortina blanca	40
Quitasones verticales	30
Quitasones horizontales	25
Toldo de lona	25
Árbol frondoso	20 a 25
Persiana blanca (por fuera)	15
Celosía madera o metal	10 a 15

Cuadro 2.13. Coeficiente de asoleamiento según diferentes materiales.

2.2.2.2. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC-11) CAPITULO 13 “EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN EN ECUADOR”.

El documento completo de esta norma ha sido entregado para la correspondiente aprobación y oficialización, por su debido proceso todavía se encuentra en etapa de divulgación y socialización mediante el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) y la Cámara de la Construcción de Quito. Actualmente los primeros 10 capítulos ya están oficializados y los siguientes capítulos entre esos el capítulo 13 que es de nuestro interés, se encuentran en su etapa final de aprobación.

Esta norma tiene mayores alcances y contenido que la norma nacional INEN 2506 que está aprobada; por lo tanto se ha visto conveniente y de ayuda para el desarrollo de la tesis analizar también la misma. (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, 2016)

A. Objetivo

Establecer las especificaciones y características técnicas mínimas a ser tomadas en cuenta en el diseño, construcción, uso y mantenimiento de las edificaciones en el país, reduciendo de esta manera el consumo de energía y recursos necesarios, así como establecer los mecanismos de control y verificación de las mismas.

B. Alcance

Los requerimientos de este capítulo se aplicaran en forma progresiva durante 10 años de su expedición. El cumplimiento de estos requisitos será sujeto a reconocimientos e incentivos por parte de la autoridad competente en los siguientes casos:

- Edificios de nueva construcción
- Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m².
- Reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo.

Se excluyen del ámbito de aplicación:

- Edificios y monumentos con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando el cumplimiento de las exigencias de esta sección pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.
- Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 2 años.
- Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.

C. Contenido

Según la NEC en el ámbito del confort para la construcción de una vivienda se debe cumplir con especificaciones y características técnicas mínimas, indicadas a continuación.

Confort térmico

Para que exista confort térmico, las edificaciones deben mantenerse dentro de los siguientes rangos:

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

Confort Acústico

En el diseño y la construcción de una edificación se debe considerar dos parámetros:

- Aislamiento acústico (materiales usados)
- Acondicionamiento acústico.- Es la calidad superficial de los materiales interiores que

hacen que el ruido propio de la actividad en el local se amplifique hasta sobrepasar los niveles de confort. El nivel máximo de ruido dentro de una vivienda es de 50dB.

Niveles de iluminación, deslumbramiento y rendimiento de color

Una buena práctica de iluminación para puestos de trabajo es más que proporcionar solamente una buena visibilidad de la tarea. Es esencial que las tareas se ejecuten con facilidad y comodidad. Luego, la iluminación debe satisfacer los aspectos cuantitativos y cualitativos demandados por el entorno. En general, la iluminación ha de garantizar:

- La comodidad visual, para que los ocupantes tengan una sensación de bienestar.
- La ejecución visual, para que los ocupantes sean capaces de realizar sus tareas visuales con rapidez y precisión, aun en circunstancias difíciles y durante largos periodos.
- La seguridad visual, para ver alrededor y detectar los peligros.

Para satisfacer estos aspectos, se necesita prestar atención a todos los parámetros que contribuyen

al entorno luminoso, siendo los más importantes:

- Distribución de la luminancia, La luminancia y el deslumbramiento, La direccionalidad de la luz, aspecto del color de la luz y las superficies, el parpadeo, la luz natural y el mantenimiento.

Tipo de interior o actividad	Em lux	CUDL	Ra	Observaciones
Vestíbulos de entrada	100	22	60	
Áreas de circulación y pasillos	100	28	40	En las salidas y entradas proporcionar una zona de transición y evitar cambios súbitos.
Escaleras	150	25	40	
Sala de estar	200	22	80	
Áreas de descanso	100	22	80	
Baños	200	25	80	

Cuadro 2.14. Niveles de iluminación en diferentes zonas de la vivienda.

Ventilación y Calidad de Aire

El intercambio de aire entre el exterior e interior es la forma básica para regular la temperatura de un edificio. En las zonas climáticas frías se trata de evitar la pérdida de calor en el interior; mientras que en las zonas cálidas se propone los

intercambios de aire para poder mantener más frescos sus espacios interiores.

Para diseñar los caudales de renovación de aire en la vivienda, se determina la categoría clase B:

- Clase B: locales con necesidades de aire de calidad media como oficinas, viviendas, residencias, hoteles, edificios públicos, restaurantes cafeterías, locales deportivos, etc.

Necesidad del aire	lit/s por persona	ppm (partes por millon en volumen).
Muy buena calidad	20	350
Calidad media	10	650
baja calidad	5	1200

Cuadro 2.15. Caudales mínimos de aire por persona y concentración máxima permisible de acuerdo a calidad de aire necesaria.



2.3. ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

La arquitectura bioclimática trata de tomar y formar conciencia en que se debe crear un cambio en el diseño y uso de materiales de construcción, con el fin de que la arquitectura regule los ambientes propiciando de confort térmico, acústico, lumínico y respiratorio al ser humano.

Para lograr una arquitectura bioclimática se debe diseñar la vivienda aprovechando los recursos naturales disponibles (recorrido del sol, lluvia, fuerza y dirección del viento, vegetación, aspectos de confort, condiciones del terreno, etc), ahorrando con ello el consumo energético y disminuyendo el impacto medioambiental.

“La arquitectura bioclimática, es la arquitectura que tiene en cuenta el clima y las condiciones de entorno para ayudar a conseguir el confort térmico interior. Juega exclusivamente con el diseño y los elementos arquitectónicos, aprovechando sus condiciones para lograr un confort en su interior sin necesidad de usar sistemas de climatización”. (Guerra, 2009. Pág. 2)

Antes de construir una vivienda bioclimática se debe tener un diseño inteligente con un detalle a fondo, para así conseguir un todo armónico, ganando eficiencia, creatividad, confort, habitabilidad, bienestar, etc, a partir del diseño.

¿Cómo construir una vivienda bioclimática?

- **Ventilación correcta:** Conseguir la máxima eficiencia en el mantenimiento de la temperatura. Ayuda a conservar las temperaturas de acuerdo al clima. Esta ventilación puede ser natural, convectiva y convectiva en desván.
- **Orientación de la construcción:** El objetivo es aprovechar al máximo la luz solar y evitar el impacto negativo en invierno.
- **Materiales:** Además de elegir materiales de bajo impacto ambiental, la casa debe ser pasiva, es decir, utilizar ventanas, invernadero, chimeneas con el fin de lograr un ahorro energético y confort ambiental.
- **Forma:** La que mejor se adapte al entorno y que sea conveniente para maximizar la eficiencia energética.
- **Energías limpias:** La energía solar permita climatizar la casa de forma directa (pasiva) o con paneles o tejas solares.
- **Aislamiento:** Utilizar estratégicamente la masa térmica para evitar cambios bruscos de la temperatura. Elementos exteriores como persianas, pérgolas, etc, que den sombra o protejan la vivienda.

• **Ventanas:** En fachada se debe jugar con estos elementos: tamaño, número, ubicación, inclinación.

• **Color:** colores claros reflejan la luz y así conseguimos refrigeración, en cambio, colores oscuros absorben el calor.

• **Vegetación:** Hoja caduca, ya que en verano frena el sol, y en invierno nos deja percibir el calor. Cualquier jardín vertical, cubiertas verdes o plantas ornamentales crean un pequeño ecosistema atrayendo biodiversidad.

Para entender mejor la arquitectura bioclimática, abordaremos 1 proyecto internacional y otro nacional, que sean respetuosos con el medio ambiente y amable con las personas y al mismo tiempo minimicen el impacto negativo sobre la salud de las personas, y maximicen el confort y su calidad de vida.

2.3.1. ANÁLISIS DE CASO DE ESTUDIO INTERNACIONAL.



Foto 2.1. Vivienda social en la Ciudad de Chile _ Proyecto de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Fuente: Valencia. 2015

Proyecto de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

El proyecto a analizar es de la ciudad de Chile, el cual busca vincular y articular los planes energéticos y ambientales vigentes, también busca establecerse como un instrumento de coordinación de distintas acciones las mismas que serán monitoreadas a través de indicadores de rendimiento. Se verán temas de consumo energético, sistemas de calefacción,

envolvente (aislación), infiltraciones, iluminación interior y sistemas de energías renovables.

Este proyecto se organiza en torno a tres patios, para que de este modo se pueda controlar la temperatura de forma ecológica. Está ubicada en el Parque O'Higgins, Santiago.

Ventilación correcta: El techo es la superficie que más calor capta, por lo que dejan una cámara de aire, la misma que permite

una ventilación cruzada sobre la aislación.

Orientación de la construcción: Con quiebra soles y vegetación se regula la entrada del sol al interior, evitándola en verano (Ver Gráfico 2.9) y permitiéndola en invierno. (Ver Gráfico 2.10)

Materiales: La estructura de la vivienda es de madera y genera una caja perfectamente aislada y sin puentes térmicos. (Ver Gráfico 2.11)

Forma: Toman como referente el ejercicio propuesto por Mies Van der Rohe para la casa de tres patios, utilizando una serie de patios interiores con un carácter y condición particular para la iluminación en función de los distintos espacios. (Ver Gráfico 2.12)

Energías limpias: La vivienda usa paneles fotovoltaicos para la energía eléctrica y colectores para calentar el agua, estos son pivotantes permitiendo adaptarse a los ángulos solares de cada estación.

Aislamiento: Esta envolvente desarrollaron a partir de un panel modulado de paja y madera de bajo costo, de fácil armado y transporte. (Ver Gráfico 2.11). El espesor y calidad de los muros permite una óptima aislación térmica interior – exterior y de igual manera una aislación acústica, los muros

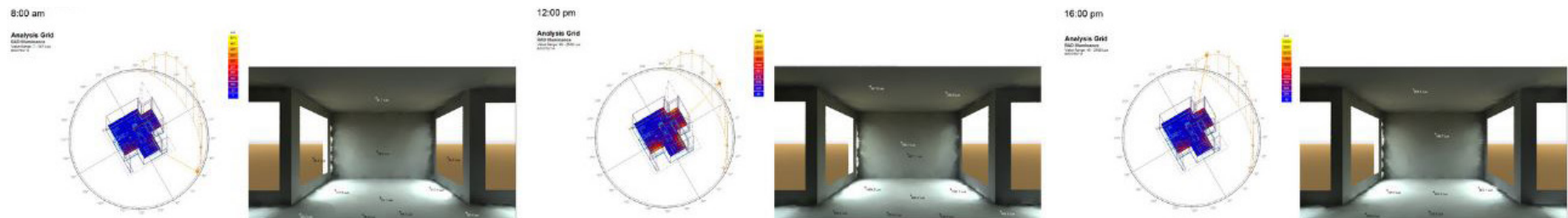


Gráfico 2.9. Cantidad de lux en un espacio a diferentes horas del día. VERANO. Fuente: Valencia. 2015

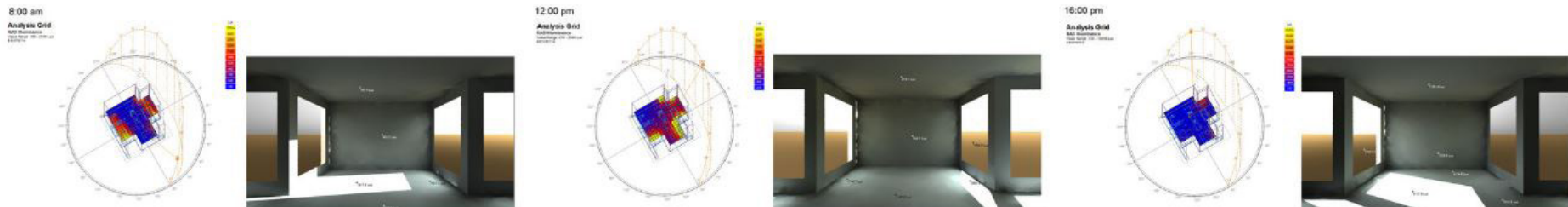


Gráfico 2.10. Cantidad de lux en un espacio a diferentes horas del día. INVIERNO. Fuente: Valencia. 2015



Foto 2.2. Interior de la vivienda. Fuente: Valencia. 2015

cuentan con una cámara exterior de ventilación que evita el sobrecalentamiento y la humedad.

También consideran la aislación del suelo con una masa térmica de bloques de hormigón, aislado del suelo para poder acumular calor y así regularizar el ciclo día – noche.

La cubierta esta diseñada con vigas de

madera, que al conformarse dejan un espacio ventilado que evita un sobrecalentamiento.

Ventanas: El uso de ventanas son de PVC o madera con termo – paneles y cortinas térmicas.

Vegetación: La vegetación que usan en el proyecto son de hoja caduca, esta vegetación está ubicada en los tres patios generando humedad por evaporación y sombra.

DETALLE CONSTRUCTIVO:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- 1 Membrana impermeabilizante.
- 2 Poliestireno expandido 50mm x 2 desfasado.
- 3 Pastelones de hormigón 90 x 190 x 390 mm.
- 4 Poliestireno expandido 50mm.
- 5 Listón de pino cepillado 2x2".
- 6 Fundación de hormigón armado 150mm.
- 7 Corte puente térmico, poliestireno expandido 50mm.
- 8 Plancha basal OSB 9.5mm.
- 9 Revestimiento interior planchas yeso cartón 10 + 5 mm.
- 10 Cámara de aire interior 50mm.
- 11 Barrera de vapor, polietileno 0.2mm.
- 12 Aislante térmico/acústico. Fardo de paja de trigo 350x450x1000mm.
- 13 Plancha basal OSB 9.5mm.
- 14 Barrera de humedad, filtro asfáltico 10lbs.
- 15 Cámara ventilada exterior 50mm.
- 16 Apertura muro ventilado, listón biselado, pino 1x3#.
- 17 Revestimiento exterior, listón pino 1x4".
- 18 Estructura de madera, listón de pino 2x2".
- 19 Estructura modulo cielo, plancha basal OSB 9.5mm.
- 20 Revestimiento interior cielo, plancha de yeso cartón 10mm.
- 21 Barrera de vapor, polietileno 0.2mm.
- 22 Solera superior, listón pino 1x2".
- 23 Corte puente térmico, poliestireno expandido 25mm.
- 24 Aislante térmico cielo, celulosa proyectada 125mm.
- 25 Barrera de humedad, filtro asfáltico 10lbs.
- 26 Listón auxiliar para soportar revestimiento exterior, pino 1x2".
- 27 Panel arriostrante, estructura techo. Plancha OSB 9.5mm perforado.
- 28 Revestimiento perimetral techo ventilado, pino 1x3" biselado
- 29 Costanera techo, pino 2x2"

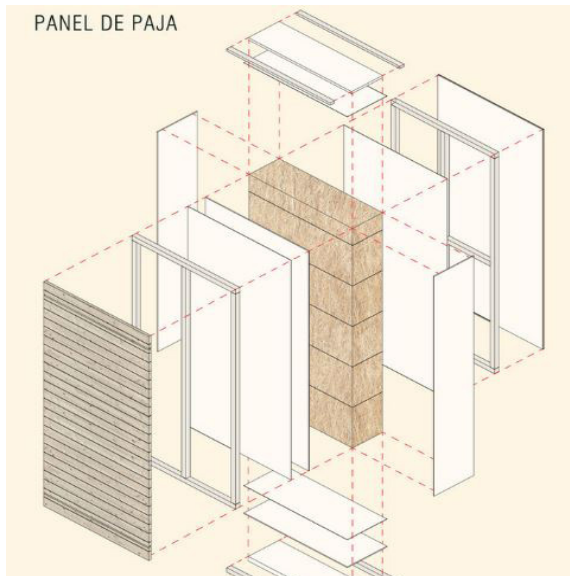


Gráfico 2.11. Panel de paja. Aislamiento térmico y Acústico.

Fuente: Valencia. 2015

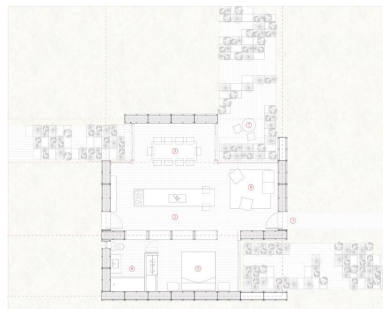
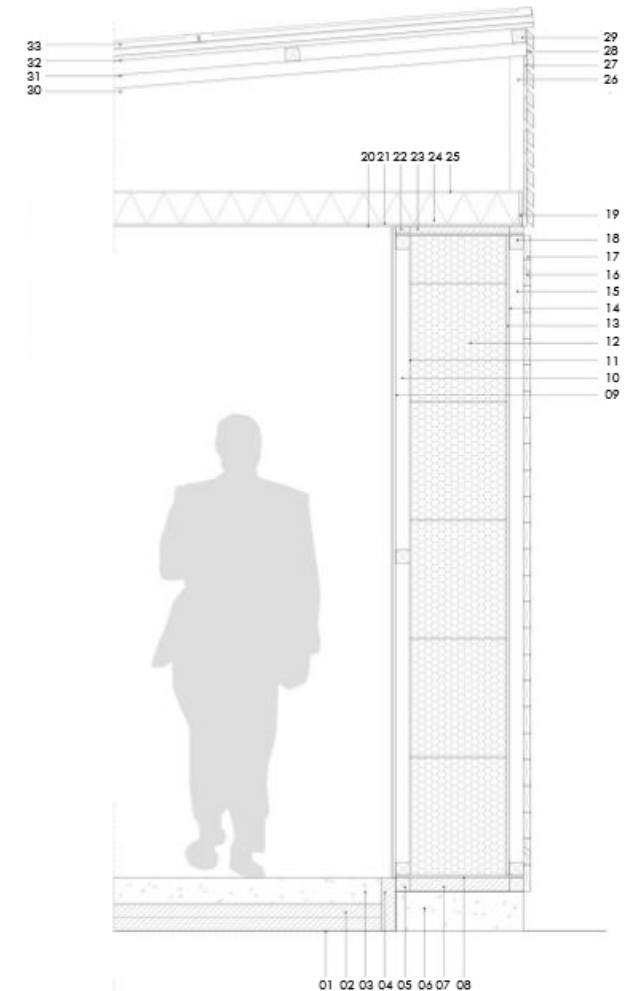


Gráfico 2.12. Planta de la vivienda. Fuente: Valencia. 2015



2.3.2. ANÁLISIS DE CASO DE ESTUDIO NACIONAL.



Foto 2.3. Vivienda Bioclimática en la Ciudad de Guayaquil _ Proyecto de Arq. Douglas Dreher y Arq. Jackeline Fabre.

Fuente: Douglas Dreher Arquitectos. 2016.

Vivienda bioclimática en la ciudad de Guayaquil.

Se realizó una búsqueda sobre proyectos enfocados al confort interior en Ecuador, pero no se logró encontrar mayor información o proyectos con mayor análisis sobre el mismo; lo que demuestra que en este país todavía no se da mayor importancia hacia la calidad del ambiente interior de una vivienda.

La vivienda bioclimática ubicada en la ciudad de Guayaquil, está emplazada en los límites urbanos de la misma, lo cual permite un confort acústico para sus habitantes, ya no existe el caos urbano. Para el diseño y construcción de la vivienda se tomó en cuenta la relación de la edificación con respecto a su ubicación, y las dos con respecto al entorno natural; por lo mismo el paisaje y el clima han sido factores primordiales para el diseño donde se utilizaron materiales ecológicos (piedra caliza, madera, bloques de arcilla cocida), sistemas energéticos autosuficientes y conseguir un confort higrotérmico sin la necesidad de sistemas mecánicos.

Características Bioclimáticas:

Temperatura: Al encontrarse el Ecuador en el centro de las inclinaciones del sol, es la parte de la tierra que conserva más calor durante todo el año, por lo mismo los cambios de temperatura no son tan extremos como lo es en otros países.

Sin embargo, la ciudad de Guayaquil, al encontrarse cerca del océano Pacífico, hace que las corrientes de Humboldt y la del Niño marquen dos climas diferentes. Uno lluvioso y húmedo en los meses de diciembre a abril; y el otro seco y más fresco en los meses desde mayo a diciembre. Siendo una temperatura promedio que oscila entre 20°C-27°C en estos dos periodos.

Orientación: Las fachadas más largas están orientadas en sentido oeste-este y tienen la menor cantidad de vanos porque son las de mayor incidencia solar, para evitar en lo posible que sea un ambiente caliente en su interior. Por otro lado las fachadas principales orientadas hacia el sur y norte, tienen un 60% aproximadamente de vanos, permitiendo el ingreso de gran cantidad de luz solar durante el día.



Foto 2.4. Fachada más larga orientada oeste - este.

Fuente: Douglas Dreher Arquitectos. 2016.

Aislamiento y ventanas: Para filtrar el paso de la radiación solar al interior de la vivienda se ha colocado vidrios con capa de filtro solar, y celosías fijas de madera en los lugares de mayor exposición solar. El espesor, calidad y material de los muros permite una la aislación térmica interior – exterior. Los paneles de la cubierta son de un acero base recubierto de una aleación de aluminio y zinc, estos reflejan hacia el exterior un 85% de la incidencia del sol; lo mismo que permite que la temperatura bajo la parte inferior disminuya de 8 a 10°C aproximadamente.

Ventilación natural: Los espacios de la vivienda tienen gran altura para conseguir un buen confort térmico, y las cubiertas tienen desniveles para poder crear vanos que permitan la salida del aire caliente acumulado en el interior de la



Foto 2.5. Interior de la vivienda. Gran altura piso - techo.

Fuente: Douglas Dreher Arquitectos. 2016.

vivienda. Se colocó salidas del aire caliente, en la cámara de aire que existe entre la cubierta y el cielo falso.

Energías limpias:

Para el riego de jardines se utiliza la captación de agua de pozo.

Durante el día no se necesita luz artificial en la vivienda.

Todos los espacios de la vivienda cuentan con ventilación natural.

Para controlar la radiación solar, se utiliza quiebrasoles y aleros.

Para el calentamiento de agua se utiliza sistema de paneles solares.

La madera utilizada en la construcción, proviene de bosques de explotación sostenible de la región andina.



Foto 2.6. Aleros grandes en fachadas de vidrio.

Fuente: Douglas Dreher Arquitectos. 2016.

CAPÍTULO 3

ESTUDIO DE CASOS



Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

CAPÍTULO 03

ESTUDIO DE CASOS.

INTRODUCCIÓN

Este capítulo está enfocado al estudio de viviendas emplazadas en varios lugares por toda la ciudad de Cuenca ya sean rurales o urbanas, para obtener resultados y conclusiones acerca de los temas de nuestro interés, como son: temperatura interior, humedad, comportamiento de los materiales, emplazamiento de viviendas, orientación, relaciones de vanos con fachadas, iluminación y otros.

Todo esto se obtendrá mediante:

- 1.- El estudio del clima exterior en la ciudad de Cuenca.
- 2.- Utilización del Software Ecotect.
- 3.- Equipos de medición de consumo energético y sensores adquisidores de datos ambientales y eléctricos.
- 4.- Encuestas realizadas a los habitantes de las viviendas, así como fichas de observación directa.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA CIUDAD.

3.1.1. LATITUD

La ciudad de Cuenca tiene una latitud de 2°54'01" Sur. La latitud al tener relación directa con la incidencia de los rayos solares, determina también la temperatura promedio de la ciudad que se indicara en los temas siguientes de este capítulo. (DateandTime, 2016.)



Gráfico 3.1. Mapa de Ecuador, longitud y latitud.

Fuente: Maps of World, 2016

3.1.2. ALTITUD

La ciudad de Cuenca se encuentra a una altitud de 2543 msnm, y las zonas contiguas de la ciudad están entre 2500 a 3000msnm. (Dateandtime, 2016.)

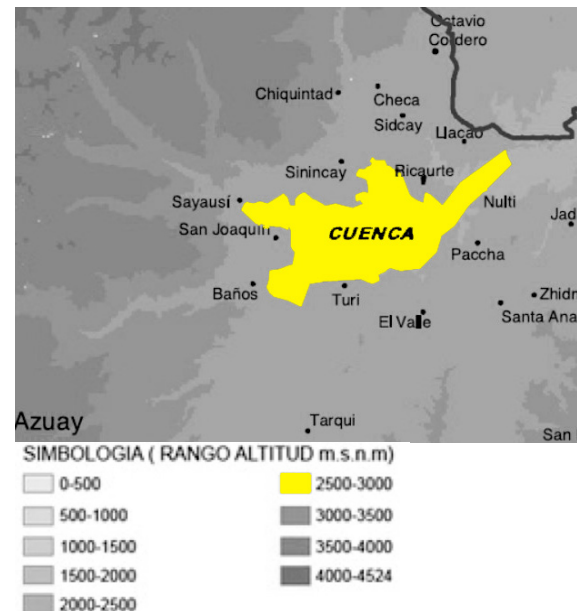


Gráfico 3.2. Rangos de altura de la Ciudad de Cuenca y zonas antiguas. Fuente: IERSE & Universidad del Azuay, 2009

3.1.3. RELIEVE O TOPOGRAFÍA

Como se puede observar en el siguiente gráfico, Cuenca tiene su mayor parte de superficie pendientes en un rango del 0 – 5% que son consideradas pendientes débiles. Pero en las zonas norte, noreste y noroeste se observa un área con topografía irregular con pendientes entre el 12-25%. (IERSE & Universidad del Azuay, 2009).

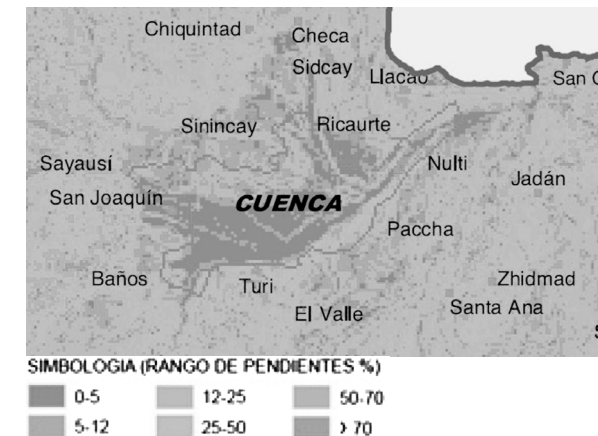


Gráfico 3.3. Rangos de pendientes de la Ciudad de Cuenca y zonas antiguas. Fuente: IERSE & Universidad del Azuay, 2009.

3.2. CLIMA EXTERIOR DE LA CIUDAD DE CUENCA.

Existen varios criterios que influyen en este confort, los cuales son: temperatura, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento, los mismos que interfieren en la sensación térmica.

Según la estación Sayausí, en el año 2014 la temperatura exterior más baja existe en los meses de agosto, septiembre y octubre, con datos promedio de 16.5°C para cada uno. Con base a estos datos, para el desarrollo de esta tesis se realizó el monitoreo en el mes de Octubre de 2015, por el tiempo que se tiene para la misma, ya que es el único mes en época fría en el que podía ser monitoreadas las viviendas.

Los datos de temperatura, humedad relativa, radiación solar y velocidad y dirección del viento de la ciudad de Cuenca, se obtienen de tres diferentes estaciones, una es la estación meteorológica El Vecino UPS, que se obtienen datos desde el 3 de Octubre de 2015 hasta 25 de Noviembre de 2015, la siguiente es la estación Yanuncay_CTS con datos desde el 7 de Octubre al 6 de Noviembre de 2015 y la última estación es Sayausí con datos obtenidos desde el 7 de octubre a 25 de Noviembre de 2015.

3.2.1. TEMPERATURA

Temperatura, es la cantidad de energía solar que hay en el aire, su unidad se expresa en °C.

(Guillén & Cordero, 2012.) La temperatura exterior en la ciudad de Cuenca en un promedio entre el mes de Octubre y noviembre de 2015, según la Estación El Vecino - UPS varía de 15.24°C a 16.47°C, con un promedio de 15.82°C. Según la estación meteorológica Yanuncay - CTS la temperatura varía de 14.42°C a 15.73°C con un promedio de 15.04°C. Por último la estación Sayausí nos da datos de temperatura que varían de 13.49°C a 14.91°C, con un promedio de 14.17°C.

Microclima

Analizar el microclima es más importante que estudiar el clima general, ya que en el microclima las condiciones son diferentes, es decir, pueden existir árboles que impidan el paso del viento y con ello variar la temperatura o también humedecer el ambiente. (Serra, R. 1999)

3.2.2. HUMEDAD RELATIVA

Humedad, es la cantidad de vapor de agua que hay en el aire. La humedad relativa se expresa en %. (Guillén & Cordero, 2012.) La humedad relativa en la ciudad de Cuenca en un promedio entre el mes de octubre y noviembre de 2015, varía de 65.19% a 72.24%, con un promedio de 68.70%, según la estación meteorológica El Vecino - UPS. Por otro lado la estación Meteorológica

Yanuncay - CTS, la humedad relativa varía de 66.33% a 73.46% con un promedio de 69.92%. Por último la estación Sayausí nos da datos de humedad que varían de 69.29% a 80.04%, con un promedio de 75.66%.

3.2.3. RADIACIÓN SOLAR DIFUSA

Radiación solar difusa, son las radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol, que atraviesan la atmósfera y es reflejada por las nubes (Va en todas las direcciones). La Radiación solar se expresa en Wh/m².

La Radiación solar en la ciudad de Cuenca en un promedio entre el mes de octubre y noviembre de 2015, varía de 89.71Wh/m² a 255.98 Wh/m², con un promedio de 156.31 Wh/m², según la estación Meteorológica Yanuncay - CTS. El Vecino - UPS, por otro lado nos da una radiación solar que varía de 88.37Wh/m² a 275.58 Wh/m² con un promedio de 158.07 Wh/m². Por último la estación Sayausí nos da datos de Radiación solar que varían de 94.88Wh/m² a 318.24 Wh/m², con un promedio de 178.94Wh/m².

3.2.4. VELOCIDAD DEL VIENTO

Velocidad del aire, el viento sirve bastante para la ventilación, ya que es un movimiento horizontal

3.3. METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DE DATOS Y MONITOREO DE CASOS DE ESTUDIOS.

del aire. La velocidad del aire se expresa en km/h. La velocidad del aire en la ciudad de Cuenca varía de 2.6km/h a 25.4km/h, teniendo la más baja en el mes de Junio y la más alta en el mes de Diciembre, con un promedio de 17.62km/h en el año 2010, según la estación meteorológica C.E.A de la Universidad de Cuenca. Por otro lado la estación Meteorológica del aeropuerto Mariscal Lamar, la velocidad del aire varía de 9km/h a 15km/h, mes de Enero y Septiembre, respectivamente, con un promedio de 11.58km/h en el año 2010. (Guillen & Cordero, 2012.)

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	DATOS DE TEMPERATURA (°C)	DATOS DE HUMEDAD (%)	DATOS DE RADIACIÓN SOLAR (W/m2)
EL Vecino – UPS	15.82	68.7	158.07
Yanuncay - CTS	15.04	69.92	156.31
Sayausí	14.17	75.66	178.94

Cuadro 3.1. Datos promedio de las diferentes Estaciones Meteorológicas en el mes de octubre y noviembre de 2015.
Elaboración propia.

La obtención de datos se desarrolló conjuntamente y siendo parte del centro de investigación del Proyecto: "Método de certificación de la construcción sustentable de viviendas en Cuenca" Ganador del XIII concurso convocado por el departamento de investigación de La Universidad de Cuenca.

Según Quesada, F. (2015). "Estudios de viviendas similares han demostrado que la selección de tres viviendas pueden tener resultados importantes". Establece también que las muestras deberán ser monitoreadas en un periodo mínimo de dos semanas al año, en la época mas fría y caliente, respectivamente. En nuestro caso, se realizó solamente en clima frío durante una semana para una muestra de 5 viviendas y otra semana para una muestra de 2, debido al tiempo de presentación de la tesina y del numero limitado de equipos; sin embargo, Cuenca al presentar los valores mas bajos de temperatura (ver Cuadro 3.1), los resultados obtenidos serán los menos favorables, y así la propuesta tendrá un mejor comportamiento interior durante todo el año.

No se realizó el monitoreo de confort acústico, debido a la falta de equipos que son necesarios para medir los decibelios (dBA) en la vivienda, sin embargo este tema se mencionó en capítulos anteriores, por la importancia que tiene dentro del confort interior.

El levantamiento de la información de las viviendas, se divide en 3 tipos:

A. Medidas físicas. (Anexo 1)

Se realizó el levantamiento arquitectónico, para poder realizar el modelado de la vivienda en el software de ArchiCAD y Ecotect. Mediante Ecotect se realizaron simulaciones de:

Comportamiento lumínico:

Sala y comedor (FLD, Lux)

Dormitorio principal (FLD, Lux)

B. Datos ambientales y de energía. (Anexo 2)

Los equipos de monitoreo se colocaron durante una semana en las viviendas. Dentro de la medición se contemplan las siguientes variables:

Comportamiento térmico:

Sala, comedor y dormitorio principal

- Temperatura interior (C°).
- Humedad relativa interior (% HR).

3.4. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS PARA SIMULACIÓN Y MONITOREO DE VIVIENDAS.

Comportamiento respiratorio:

-Niveles de CO₂ (ppm).

Comportamiento lumínico:

-Niveles de radiación solar (W/m²)

C. Encuestas de percepción. (Anexo 3)

Se realizaron encuestas de datos generales y de percepción del ambiente interior.

Al finalizar todo este proceso en las viviendas analizadas, se procede a una selección de resultados y datos que aporten a nuestro tema en desarrollo; con los cuales podremos obtener conclusiones importantes para nuestro siguiente capítulo que será la propuesta de un nuevo diseño de Vivienda Bioclimática en la ciudad de Cuenca.

3.4.1. SOFTWARE ECOTECT.

AUTODESK® ECOTECT® Analysis, 2011. Es un software de análisis de diseño sustentable, basado en el Método de las Admitancias desarrollado por el Chartered Institute of Building Service Engineers (CIBSE). Ecotect ofrece una serie de herramientas que permiten realizar una variedad de simulaciones que a su vez nos ayuda a entender el funcionamiento energético de la vivienda o de cualquier modelado. (Gutierrez, C. 2010).

A continuación se hablara de algunas herramientas y funciones que tiene el software, las mismas que se utilizaran para el diseño de la Vivienda y en parte para el análisis de las siete viviendas y ubicadas en la Ciudad de Cuenca.

A. Comportamiento térmico (°C y %)

Para este análisis se debe conocer los datos climáticos de la ciudad donde se realizara el estudio, ya que el programa necesita de estos valores para dar resultados aceptables, además también se debe conocer el lugar donde se emplazara el proyecto para colocar la orientación, la misma que influye bastante con el resultado a obtener.

El programa nos da resultados numéricos y gráficos de la temperatura interior y exterior en grados centígrado de una zona de la vivienda que deseamos analizar, a su vez nos da un valor calculado de la diferencia de la temperatura exterior e interior. Estos datos pueden ser tomados todo el año o en una fecha específica. (Ver Gráfico 3.4.)

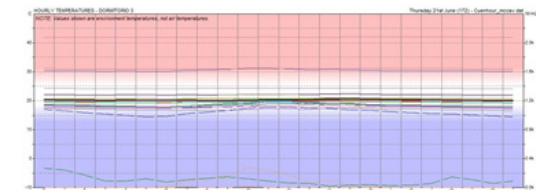


Gráfico 3.4. Datos de Temperatura _ Resultados Gráficos.

Elaboración propia.

Este programa también arroja datos de humedad relativa (Ver Gráfico 3.5) las 24 horas del día que nosotros elegimos analizar, estos datos se obtienen en porcentajes, de igual manera se puede observar numéricamente o mediante gráficos.

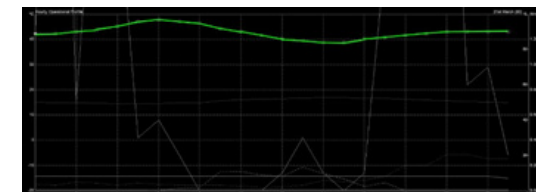


Gráfico 3.5. Datos de Humedad Relativa Resultados Gráficos.

Elaboración propia.

B. Comportamiento Lumínico (lux y FLD)

Este análisis también está en relación a la luz natural, el Ecotect nos da dos diferentes datos, el primer dato es FLD (factor luz día), es el porcentaje que llega al interior de la vivienda a través de la ventana, y el segundo es en lux, que equivale a la cantidad de lúmenes que recibe una superficie. (Ver Gráfico 3.6.)

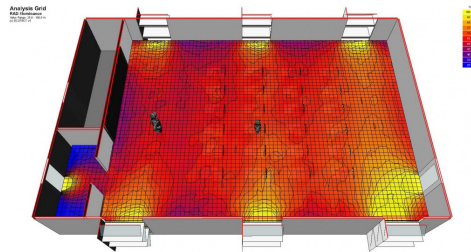


Gráfico 3.6. Modelo de análisis Gráfico del comportamiento lumínico. Elaboración propia.

C. Comportamiento vientos

Este análisis se obtiene de un software complementario al Ecotect, llamado Weather Tool, donde se observan resultados de fuerza de vientos y dirección predominante de los mismo, en un gráfico conocido como la "rosa de vientos".

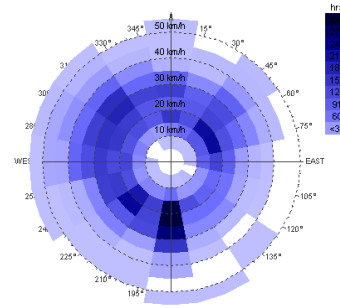


Gráfico 3.7. Comportamiento de vientos. Rosa de vientos. Elaboración propia.

3.4.2. EQUIPOS PARA MONITOREO DE VIVIENDAS.



Foto 3.1. Equipo de medición de las variables ambientales. Elaboración propia.

Para la monitorización y medición de variables ambientales y físicas realizadas en 7 viviendas, parte del trabajo de investigación realizado por el proyecto: "Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la vivienda", ganador del XIII Concurso de proyectos de Investigación de la Universidad de Cuenca.

Dentro de la medición se contemplan las siguientes variables: Temperatura interior, humedad relativa interior, niveles de CO₂, niveles de radiación solar y consumo energético. Se ha utilizado un Kit de monitoreo, que mide las diferentes variables mencionadas anteriormente, el mismo que cuenta con diferentes sensores y un programa para PC (Marca Datalights, modelo DL-Logger2015-mR), el cual procesa todos los datos que entregan los sensores y los hace legibles al ser humano.

A. Higrotermico

Sensor de temperatura interior (°C)

El sensor es un pequeño termistor (Sensor de temperatura) encerrado en una carcasa resistente a la intemperie, el cual mide la temperatura del aire y del suelo con un registrador de datos. El rango de medición es de -50 a 70 °C con una precisión de 0.1°C

por encima de 0°C. (Bugbee, B. 1996-2016)

La ventaja del termistor es su amplio rango de medida, es decir, puede llegar a lugares que presenten dificultad alcanzar. Y la desventaja principal es la dificultad para adquirir datos y calibrarlos.

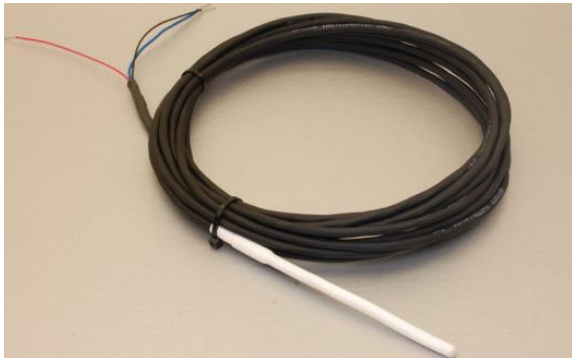


Gráfico 3.8. Sensor THERMISTOR, Marca Apogge, Modelo ST-100. Fuente: Bugbee. 2016

Sensor de humedad relativa (%)

El sensor de humedad presenta un diseño compacto, lo cual facilita la conexión en paredes. Cada unidad viene calibrada de fábrica lo que ofrece una estabilidad y sensibilidad excelente. La precisión de medición de la HR es de +/- 4% de 15% a 85% de HR. (Omega. 1962-2016)



Gráfico 3.9. Sensor de humedad, Marca Omega, Modelo HX71-V1. Fuente: Omega. 2016.

B. LUMÍNICO

Sensor de radiación solar (W/m²)

El sensor de radiación solar o Piranometro, es un instrumento que se utiliza para medir la densidad del flujo de radiación solar a una superficie plana.

Este sensor mide la radiación de onda corta, de manera precisa y estable. (La radiación de onda corta impulsa la evapotranspiración, la misma que puede ser aprovechada para ganar electricidad). La precisión de medición es de +/-5%. (Bugbee,B. 1996-2016)



Gráfico 3.10. Sensor PIRANOMETRO, Marca Apogge, Modelo SP-212. Fuente: Bugbee. 2016.

C. RESPIRATORIO

Sensor de Dióxido de Carbono (ppm)

Este sensor mide los niveles de dióxido de carbono gaseoso. Es ideal para medir los cambios en los niveles de CO₂ que se producen en la respiración desde organismos de guisantes hasta organismos de los seres humanos.(Vernier, 2016)



Gráfico 3.11. Sensor de CO₂. Marca Vernier. Modelo SP-212. Fuente: Vernier. 2016.

3.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE VIVIENDAS, UBICADAS EN LA CIUDAD DE CUENCA

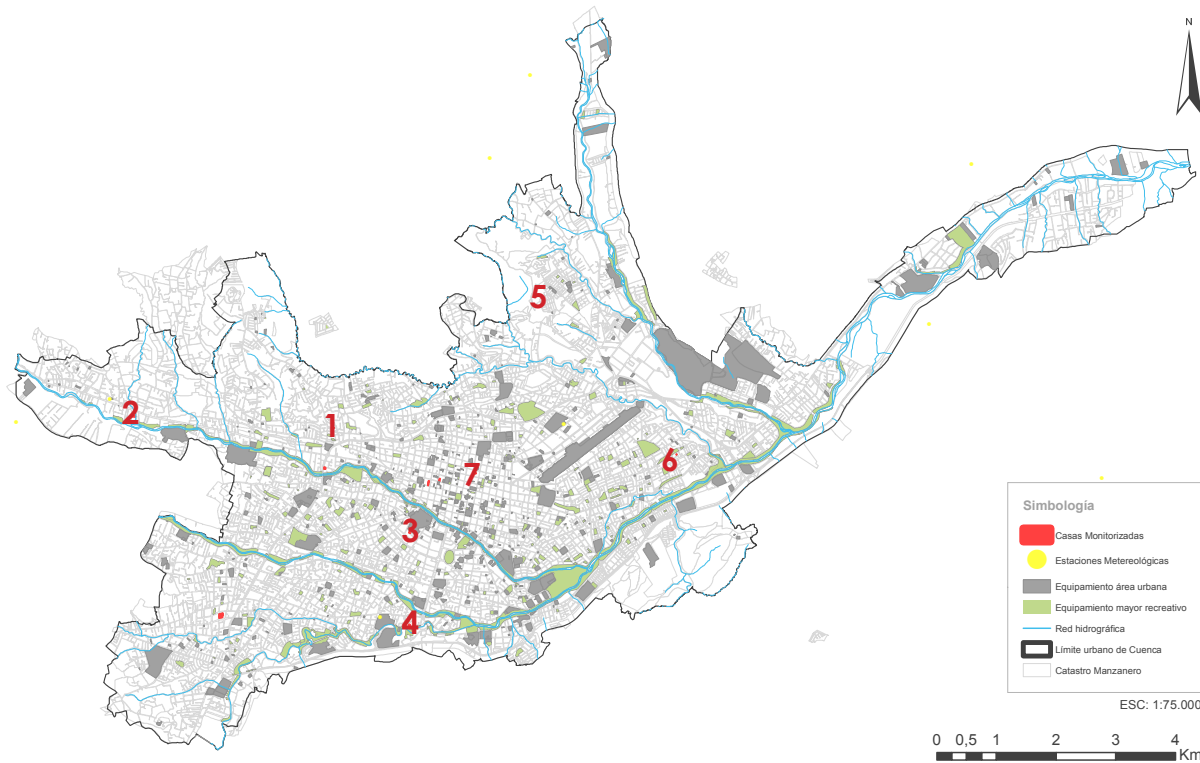


Gráfico 3.12. Mapa de ubicación de las viviendas analizadas.

Fuente: Centro de investigación "Método de certificación de la construcción sustentable de viviendas en Cuenca."

Vivienda 1 _ Del Apio s/n y Guabisay. Las Pencas.

Vivienda 2 _ Ordoñez Iasso Urbanización Río Amarillo.

Casa #6 Av. De las Americas y Calle Los Naranjos.

Vivienda 3 _ Honorato Loyola 3-155, Universidad de Cuenca.

Vivienda 4 _ Calle de retorno y Diego Velázquez. Don Bosco. S/N

Vivienda 5 _ Los Triguales Bajos Manzana U222 Calle Tomas Clavo del Curto. S/N

Vivienda 6 _ Calle Carlos Rosas y Av. Altiplano. Totoracocha. S/N

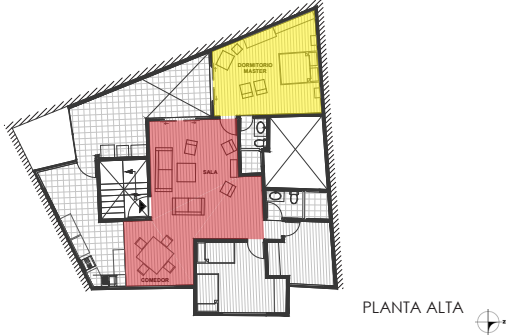
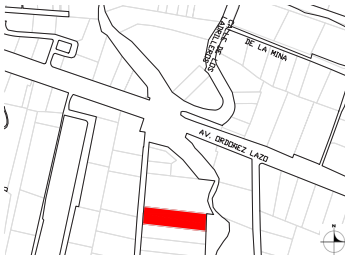
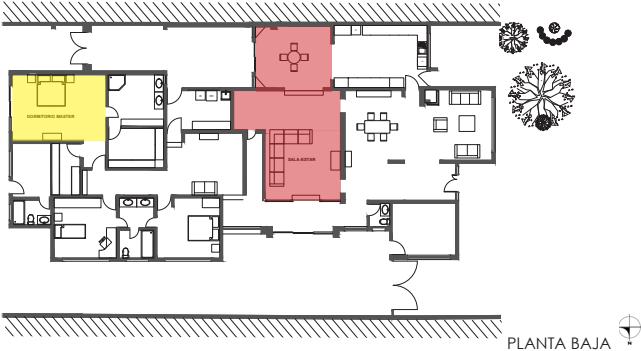
Vivienda 7 _ Gran Colombia 11-94 entre Tarqui y General Torres.

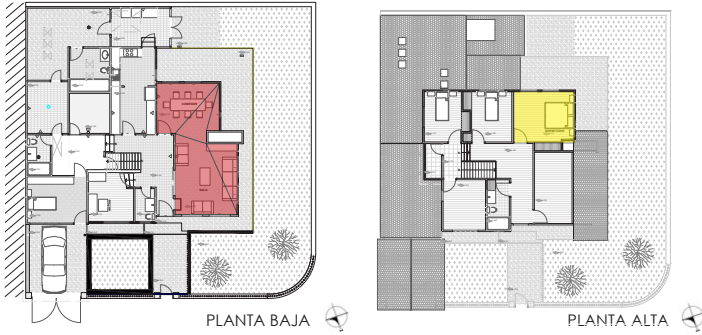
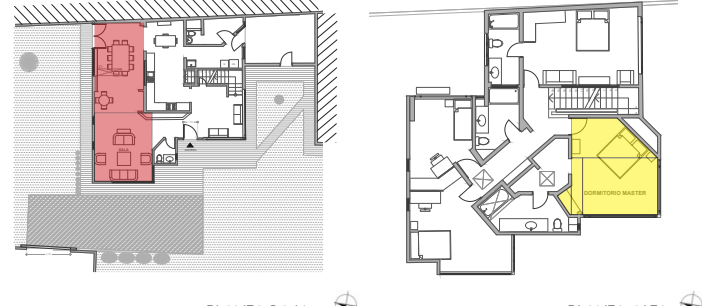
Para la selección de las viviendas, se tomó en cuenta criterios importantes. La dispersión geográfica en la ciudad es uno de ellos; esto se puede observar en el mapa de ubicación de las viviendas donde las mismas se ubican en sectores relevantes de la ciudad, tanto urbanos como rurales. También se realizó una selección en base al año de construcción, viviendas contemporáneas, patrimoniales y por la materialidad de la vivienda.

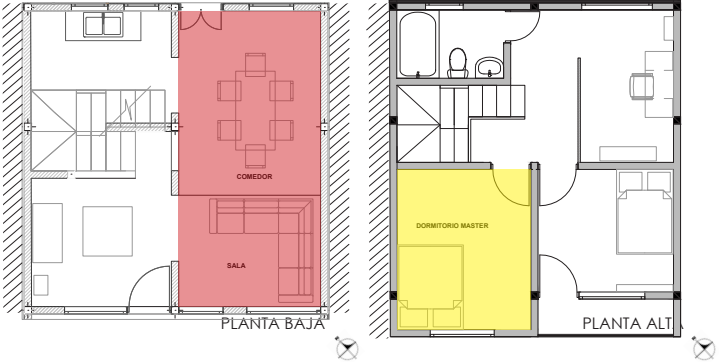
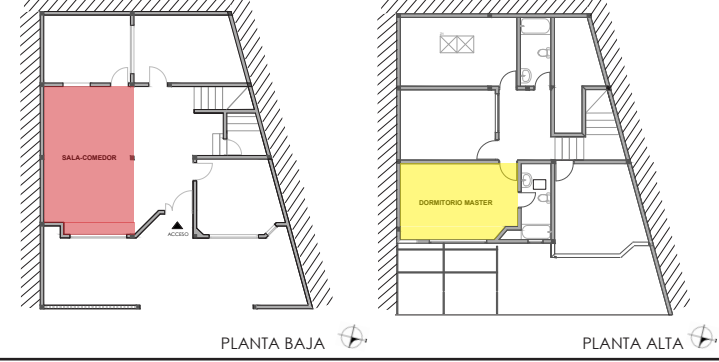
Según las encuestas realizadas por el Centro de investigación del cual forma parte esta tesis, se llegó a determinar los espacios que se medirán dentro de la vivienda, los cuales son: **Zona de descanso:** Dormitorio principal, **Zona social:** sala y comedor. Estos espacios fueron determinados por el tiempo que el ocupante pasa en los mismos. En las zonas antes mencionadas se mide los siguientes criterios de confort: Temperatura del aire, humedad relativa interior, niveles de radiación y concentraciones de CO₂. Todos estos criterios nos permiten obtener diferentes resultados para una comparación amplia y conclusiones certeras. Cabe recalcar que por el factor tiempo para la realización de la tesis solo se logró realizar un monitoreo con los equipos de medición en las viviendas; por lo mismo nos ayudamos del software Ecotect para realizar las simulaciones de las viviendas en los dos solsticios y dos equinoccios del año.

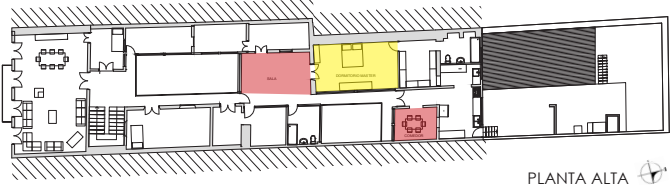
3.6. DESCRIPCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO.

En el siguiente cuadro, se muestra los datos generales de cada vivienda estudiada en las diferentes parroquias de la Ciudad. También se puede observar las plantas arquitectónicas con las zonas en las que se analizaron los diferentes criterios de Confort.

VIVIENDA	UBICACIÓN _ sin escala	DATOS GENERALES	PLANTAS _ sin escala ■ Dormitorio principal ■ Sala y Comedor
VIVIENDA 1 SECTOR LAS PENCAS. SAN SEBASTIAN. 		El estudio de la Vivienda 1, fue realizado en el periodo comprendido entre el 7 al 13 de Octubre de 2015. Área de lote: 201.67 m² Año de construcción: 2005. Superficie de construcción: 169.20m² Estructura: hormigón armado y metálica, paredes de ladrillo. Piso de madera sintética y cielo raso de Gypsum. Cubierta de teja. Vegetación inexistente.	 PLANTA ALTA
VIVIENDA 2 URBANIZACIÓN RÍO AMARILLO. SAYAUSI. 		El estudio de la Vivienda 2, fue realizado en el periodo comprendido entre el 7 al 13 de Octubre de 2015. Área de lote: 1248.2 m² Año de construcción: 1996 aprox. Superficie de construcción: 499.73m² Estructura: hormigón armado y madera, paredes de ladrillo. Piso de madera sintética y cielo raso de yeso. Cubierta de teja. Vegetación: arupo, durazno, aguacate, capulí y ciprés: 2 a 18m de altura.	 PLANTA BAJA

VIVIENDA	UBICACIÓN _ sin escala	DATOS GENERALES	PLANTAS _ sin escala
VIVIENDA 3 SECTOR UNIVERSIDAD DE CUENCA. SUCRE. 		El estudio de la Vivienda 3, fue realizado en el periodo comprendido entre el 7 al 13 de Octubre de 2015. Área de lote: 402.44 m² Año de construcción: 1973. Superficie de construcción: 255.96m² Estructura: hormigón armado y madera, paredes de ladrillo. Piso de madera sintética y cielo raso de yeso. Cubierta de policarbonato y teja. Vegetación de 4 a 5m	PLANTAS _ sin escala ■ Dormitorio principal ■ Sala y Comedor  PLANTA BAJA PLANTA ALTA
VIVIENDA 4 SECTOR DON BOSCO. YANUNCAY. 		El estudio de la Vivienda 4, fue realizado en el periodo comprendido entre el 7 al 13 de Octubre de 2015. Área de lote: 557.36 m² Año de construcción: 2006 aprox. Superficie de construcción: 323.7m² Estructura: hormigón armado y metálica, paredes de ladrillo. Piso de madera sintética y cielo raso de yeso. Cubierta de teja. Vegetación: cucarda, durazno, tomate, palma de 2 a 4m de altura.	 PLANTA BAJA PLANTA ALTA

VIVIENDA	UBICACIÓN _ sin escala	DATOS GENERALES	PLANTAS _ sin escala ■ Dormitorio principal ■ Sala y Comedor
VIVIENDA 5 SECTOR LOS TRIGALES. HERMANO MIGUEL. 		El estudio de la Vivienda 5, fue realizado en el periodo comprendido entre el 7 al 13 de Octubre de 2015. Área de lote: 93.30 m² Año de construcción: 1998. Superficie de construcción: 119.02m² Estructura: hormigón armado y madera, paredes de ladrillo y bloque. Piso de ladrillo y madera y cielo raso de yeso y madera. Cubierta de policarbonato. Vegetación inexistente.	
VIVIENDA 6 SECTOR TOTORACOA. TOTORACOA. 		El estudio de la Vivienda 6, fue realizado en el periodo comprendido entre el 19 al 26 de Octubre de 2015. Área de lote: 123.03 m² Año de construcción: 2002. Superficie de construcción: 171.21m² Estructura: hormigón armado y metal, paredes de ladrillo. Piso de cerámica y cielo raso de yeso. Cubierta de asbesto de cemento y teja. Vegetación inexistente	

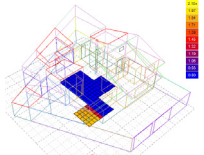
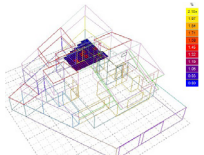
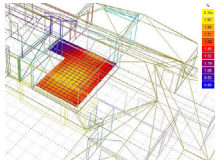
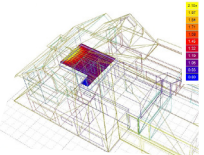
VIVIENDA	UBICACIÓN _ sin escala	DATOS GENERALES	PLANTAS _ sin escala ■ Dormitorio principal ■ Sala y Comedor
VIVIENDA 7 SECTOR CENTRO HISTORICO. BELLAVISTA 		El estudio de la Vivienda 3, fue realizado en el periodo comprendido entre el 19 al 26 de Octubre de 2015. Área de lote: 471.13 m2 Año de construcción: 1915 aprox. Superficie de construcción: 692.1m2 Estructura: Madera, paredes de adobe y bahareque. Piso de madera y cielo raso de madera y yeso. Cubierta de teja. Vegetación de 3.5 a 5m	 PLANTA ALTA

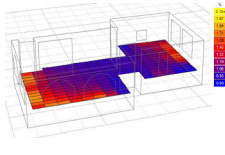
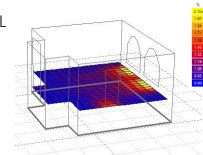
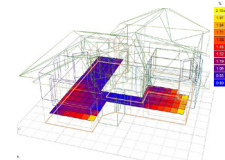
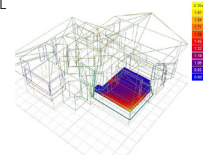
Cuadro 3.2. CASOS DE ESTUDIO. Elaboración propia.

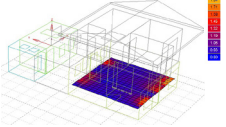
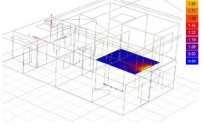
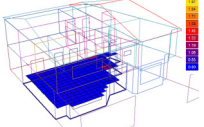
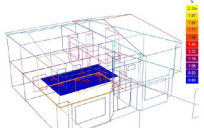
3.7. RESULTADOS.

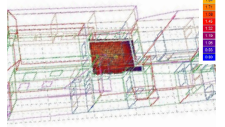
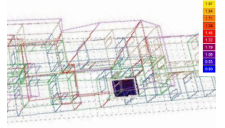
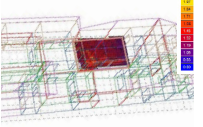
3.7.1. MEDIDAS FÍSICAS: SOFTWARE ECOTECT

En la siguiente tabla se muestran los resultados promedio durante un día/año de análisis de **factor luz-día (FLD)** y **LUX**, obtenidos del Software Ecotect. También se puede observar un gráfico donde se puede apreciar la iluminación de las zonas con un porcentaje de colores que van desde lo mas alto (amarillo) a los mas bajo (azul).

VIVIENDAS		LUMÍNICO	
		ILUMINACIÓN TOTAL FLD (%)	ILUMINACIÓN TOTAL (LUX)
VIVIENDA 1	SALA Y COMEDOR 	11.98	2395.57
	DORMITORIO PRINCIPAL 	1.01	202.9
VIVIENDA 2	SALA Y COMEDOR 	32.2	6118.56
	DORMITORIO PRINCIPAL 	4.32	820.29

VIVIENDAS		LUMÍNICO	
		ILUMINACIÓN TOTAL FLD (%)	ILUMINACIÓN TOTAL (LUX)
VIVIENDA 3	SALA Y COMEDOR 	7.72	1543.74
	DORMITORIO PRINCIPAL 	4.55	910.20
VIVIENDA 4	SALA Y COMEDOR 	13.11	2491.08
	DORMITORIO PRINCIPAL 	12.97	2464.2

VIVIENDAS		LUMÍNICO	
		ILUMINACIÓN TOTAL FLD (%)	ILUMINACIÓN TOTAL (LUX)
VIVIENDA 5	SALA Y COMEDOR 	13.09	2487.25
	DORMITORIO PRINCIPAL 	8.34	1585.15
VIVIENDA 6	SALA Y COMEDOR 	5.09	1017.60
	DORMITORIO PRINCIPAL 	4.25	849.03

VIVIENDAS		LUMÍNICO	
		ILUMINACIÓN TOTAL FLD (%)	ILUMINACIÓN TOTAL (LUX)
VIVIENDA 7	SALA 	65.39	12424.43
	COMEDOR 	15.47	2939.80
	DORMITORIO PRINCIPAL 	7.22	1371.74

Cuadro 3.3. MEDIDAS FÍSICAS. ECOTECT. LUMÍNICO. Elaboración propia.



En la siguiente tabla se muestran los **valores U de los materiales** de cada vivienda, obtenidos del Software Ecotect. Se presenta resultados de pisos, entrepisos, paredes de la envolvente, cielo raso y cubierta

VIVIENDA 1			
Elemento	Descripción	Espesor (mm)	Coefficiente global U
Cubierta y cielo raso	Estuco, cámara de aire, teja.	230	2,28
Pared	Ladrillo, empaste y enlucido (dos caras)	150	2,6
	Ladrillo, empaste y enlucido (una caras)	130	2,79
	Ladrillo	110	2,89
Entrepiso	Gypsum, hormigón, mortero, piso flotante	125	2,45
Ventana	Vidrio	4	5,5

VIVIENDA 2			
Elemento	Descripción	Espesor (mm)	Coefficiente global U
Cubierta y cielo raso	Madera, plástico, Teja	85	3,66
Pared	Ladrillo, enlucido (dos caras)	190	1,72
Piso	Suelo, concreto, madera.	1625	0,45
	Suelo, concreto, mortero, cerámica.	1630	0,46
Ventana	Vidrio	4	5,5

VIVIENDA 3			
Elemento	Descripción	Espesor (mm)	Coefficiente global U
Cubierta y cielo raso	Yeso, cámara de aire, teja.	135	2,76
Pared	Ladrillo visto	200	2,18
	Ladrillo, empaste (dos caras)	220	2,01
Piso	Suelo, piedra, cámara de aire, madera	1575	0,43
Entrepiso	Estuco, cámara de aire, madera	175	2,01
Ventana	Vidrio	3	5,53



VIVIENDA 4			
Elemento	Descripción	Espesor (mm)	Coefficiente global U
Cubierta y cielo raso	Yeso, asbesto de cemento, teja	12	5,4
Pared	Ladrillo, enlucido (una cara)	160	2,12
Piso	Suelo, concreto, mortero, cerámica.	1630	0,46
Entrepiso	Estuco, cámara de aire, madera	175	2,01
Ventana	Vidrio	3	5,53

VIVIENDA 5			
Elemento	Descripción	Espesor (mm)	Coefficiente global U
Cubierta	Yeso, asbesto de cemento, teja	12	5,4
Pared	Ladrillo enlucido (una cara)	170	3,27
	Bloque, enlucido (dos caras)	190	3,13
Piso	Suelo, concreto, mortero, piso de ladrillo	150	0,46
Entrepiso	Gypsum, cámara de aire, madera	175	2,01
Ventana	Vidrio	4	5,5

VIVIENDA 6			
Elemento	Descripción	Espesor (mm)	Coefficiente global U
Cubierta y cielo raso	Teja, asbesto de cemento, estuco	12	5,4
Pared	Ladrillo enlucido (una cara)	120	3,33
	Ladrillo enlucido (dos caras)	140	2,88
Piso	Suelo, concreto, mortero, cerámica	1630	0,46
Entrepiso	Gypsum, concreto, alfombra.	113	2,71
Ventana	Vidrio	4	5,5



3.7.2. DATOS AMBIENTALES Y DE ENERGIA.

En la siguiente tabla se puede observar los resultados de los criterios que intervienen en el confort, obtenidos del monitoreo de cada vivienda con el equipo de medición.

VIVIENDA 7			
Elemento	Descripción	Espesor (mm)	Coefficiente global U
Cubierta y cielo raso	Teja, barro, madera	20	2,44
Pared	Adobe, empañete (una cara)	500	1,66
	Bahareque, empañete (dos caras)	200	2,48
Piso	Suelo, plástico, concreto, cámara de aire, madera	1770	0,43
Ventana	Vidrio	6	5,4
	Vidrio	4	5,5

Cuadro 3.4. MEDIDAS FÍSICAS, ECOTECT. MATERIALES.

Elaboración propia.

VIVIENDAS		RESPIRATORIO		TÉRMICO			
		CO2		TEMPERATURA °C		HUMEDAD %	
		SALA Y COMEDOR	DORMITORIO	SALA Y COMEDOR	DORMITORIO	SALA Y COMEDOR	DORMITORIO
VIVIENDA 1	MÁXIMO	488.281	967.407	25.318	26.150	63.647	73.926
	PROMEDIO	22.915	546.256	19.616	19.973	48.264	50.203
	MÍNIMO	9.155	192.261	14.401	13.964	33.007	32.690
VIVIENDA 2	MÁXIMO	415.039	662.231	22.251	22.765	59.839	65.161
	PROMEDIO	220.608	273.768	19.025	18.627	50.059	53.419
	MÍNIMO	131.226	70.190	15.505	16.631	36.304	38.501
VIVIENDA 3	MÁXIMO	671.387	45.776	23.598	24.718	59.131	65.625
	PROMEDIO	226.01	19.709	18.676	18.634	51.989	52.484
	MÍNIMO	177.002	12.207	16.813	15.505	32.104	29.004



VIVIENDAS		RESPIRATORIO		TÉRMICO			
		CO2		TEMPERATURA °C		HUMEDAD %	
		SALA Y COMEDOR	DORMITORIO	SALA Y COMEDOR	DORMITORIO	SALA Y COMEDOR	DORMITORIO
VIVIENDA 4	MÁXIMO	625.61	842.29	25.65	23.81	58.54	55.42
	PROMEDIO	242.94	346.76	19.18	19.55	51.15	48.07
	MÍNIMO	84.40	256.35	15.37	17.64	37.67	28.34
VIVIENDA 5	MÁXIMO	915.53	1062.01	28.70	23.55	60.42	70.95
	PROMEDIO	379.99	61.35	19.70	18.50	48.93	51.86
	MÍNIMO	167.85	12.21	13.96	14.40	29.59	34.16
VIVIENDA 6	MÁXIMO	424.19	1034.55	20.06	25.65	61.43	62.79
	PROMEDIO	48.82	531.75	17.81	19.07	52.46	50.19
	MÍNIMO	9.16	94.60	16.45	14.44	44.80	38.86



VIVIENDAS		RESPIRATORIO			TÉRMICO					
		CO2			TEMPERATURA °C			HUMEDAD %		
		SALA	COMEDOR	DORMITORIO	SALA	COMEDOR	DORMITORIO	SALA	COMEDOR	DORMITORIO
VIVIENDA 7	MÁXIMO	48.83	769.04	67.14	24.61	20.11	20.45	67.87	66.94	62.21
	PROMEDIO	18.45	113.49	19.35	16.51	16.62	16.99	54.45	55.42	54.17
	MÍNIMO	9.16	24.41	12.21	11.99	14.36	14.88	28.05	39.89	39.13

Cuadro 3.5. DATOS AMBIENTALES Y DE ENERGIA. Elaboración propia.



3.7.3. ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN

En la siguiente tabla se observan rangos que van desde estar muy satisfecho(1) a muy insatisfecho(7), estos valores son obtenidos de las encuestas realizadas a los que residen en las diferentes viviendas. Observando también el tipo de ropa que utilizaban, ya que esto interviene en la calidad de la percepción.

VIVIENDAS			TÉRMICO		RESPIRATORIO		LUMÍNICO	
			RANGOS 1 MUY SATISFECHO 7 MUY INSATISFECHO					
			SALA	DORMITORIO	SALA	DORMITORIO	SALA	DORMITORIO
VIVIENDA 1	T. EXT	14 °C						
18/10/2015	VESTIMENTA	Camiseta y pantalón	2	2	3	1	2	1
19h19	ACTIVIDAD	Sentado						
VIVIENDA 2	T. EXT	18 °C						
07/10/2015	VESTIMENTA	Camisa manga larga, bivi y pantalones.	4	1	1	5	1	5
10h25	ACTIVIDAD	Sentado						
VIVIENDA 3	T. EXT	12 °C						
18/10/2015	VESTIMENTA	Camisa manga larga, casaca con capucha y pantalones.	1	2	1	1	1	1
21h00	ACTIVIDAD	Sentado						



VIVIENDAS			TÉRMINICO		RESPIRATORIO		LUMÍNICO	
			RANGOS 1 MUY SATISFECHO 7 MUY INSATISFECHO					
			SALA	DORMITORIO	SALA	DORMITORIO	SALA	DORMITORIO
VIVIENDA 4	T. EXT	14°C						
6/10/2015	VESTIMENTA	Camiseta y pantalones	1	4	1	1	1	2
18h00	ACTIVIDAD	Sentado						
VIVIENDA 5	T. EXT	14°C						
03/10/2015	VESTIMENTA	Camisa manga corta, pantalon y sueter.	5	2	2	1	2	3
17h35	ACTIVIDAD	Sentado						
VIVIENDA 6	T. EXT	19.25 °C						
02/10/2015	VESTIMENTA	Camisa manga larga y pantalones deportivos.	1	4	3	1	4	1
11h28	ACTIVIDAD	Sentado						



VIVIENDAS			TÉRMIICO		RESPIRATORIO		LUMÍNICO	
			RANGOS 1 MUY SATISFECHO 7 MUY INSATISFECHO					
			SALA	DORMITORIO	SALA	DORMITORIO	SALA	DORMITORIO
VIVIENDA 7	T. EXT	20 °C						
27/10/2015	VESTIMENTA	Camisa manga larga y pantalones.	4	2	3	2	2	4
16h10	ACTIVIDAD	Sentado						

Cuadro 3.6. ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN. Elaboración propia.



A través de los resultados hemos podido apreciar que existen diferencias de desempeño en cada vivienda, esto se debe a los distintos factores que se han analizado en capítulos anteriores, los mismo que serán puestos a discusión ya que involucran en la calidad del confort interior.

3.8.1. CONFORT TÉRMICO.

El rango de confort de temperatura interior en las viviendas es de 18.3°C a 23.9°C para Cuenca según Guillen, V. (2014). pag: 9.

Según el Gráfico 3.13. que se observa a continuación, nos podemos dar cuenta que la temperatura interior de la vivienda siempre supera a la temperatura exterior, sin embargo en horas donde la temperatura exterior esta en rangos de 7°C a 14°C existe una mayor cantidad de calor interior y esto sucede en horas de la madrugada, esto se debe al material de las



paredes y a la orientación ya que captan la mayor cantidad de calor durante el día y en la noche lo expulsan; pero se puede observar que el calor no se mantiene constante en el interior sino que actúa de manera similar al ambiente exterior. La orientación complica en horas de la tarde ya que igual capta calor, ocasionando que la temperatura interior sobrepase los límites de confort, no afectando en el residente, ya que

En la Vivienda 1 existe una temperatura promedio de 19.61°C en sala y de 19.97°C en dormitorio, los mismos que están dentro del rango de confort.

B. Vivienda 2_RIO AMARILLO.

En el Gráfico 3.14 podemos observar la variación de temperatura que existe entre el exterior y el interior, actuando de manera similar a la Vivienda 1 en las horas de la madrugada. En la mañana la temperatura interior esta dentro del rango de confort, ganando calor en las dos zonas estudiadas, sin embargo en horas de la

tarde la temperatura exterior supera a la interior en el dormitorio, esto se debe a la orientación de la vivienda, ya que el dormitorio esta ubicado en la fachada Este, por lo que al momento que el sol esta ocultándose por el oeste el espacio no capta calor por la ventana, evitando completamente los rayos solares, no siendo un problema en la sensación del residente ya que los valores de igual manera están dentro del rango de confort.

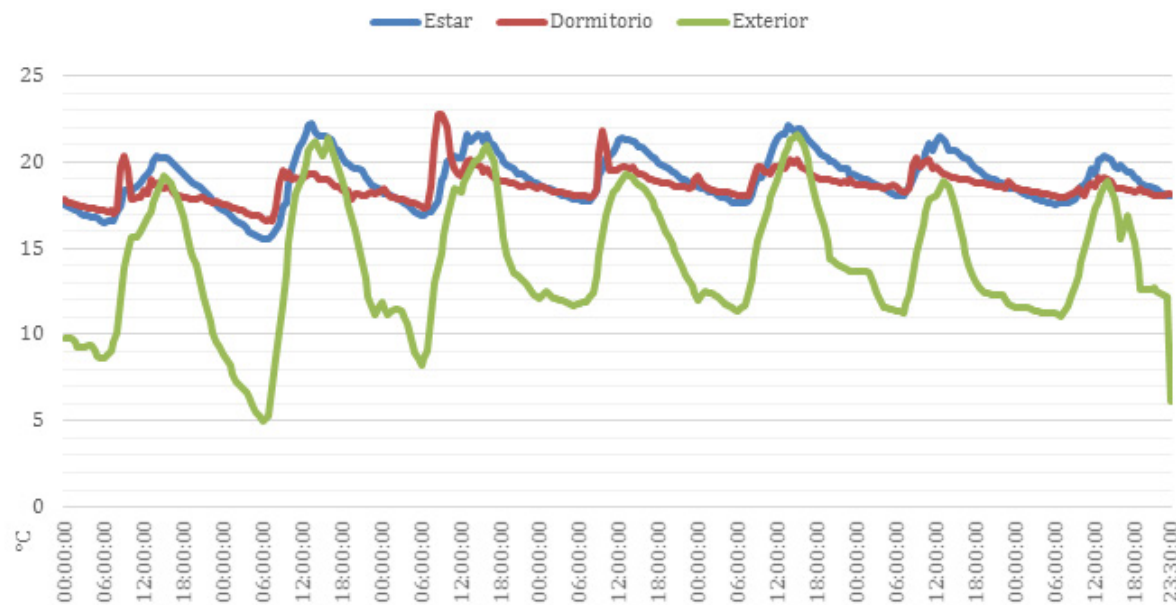


Gráfico 3.14. Rangos de temperatura de la Vivienda 2.

Fuente: Proyecto de investigación "Método de certificación de la construcción sustentable de la vivienda".

En la Vivienda 2 existe una temperatura promedio de 19.02°C en sala y de 18.62°C en dormitorio que están dentro de rango de confort.

El residente percibe de manera no muy satisfecha la zona de la sala, esto se debe a factores externos como la vestimenta, factores internos como características físicas o factores psicológicos, explicados en capítulos anteriores.

El Gráfico 3.15. Rangos de percepción mostrado a continuación, presenta valores que van desde 1(muy satisfecho) a 7(muy insatisfecho), datos que se obtuvieron de encuestas realizadas a los habitantes de las viviendas. Este Gráfico se utilizara para analizar todas la viviendas estudiadas.

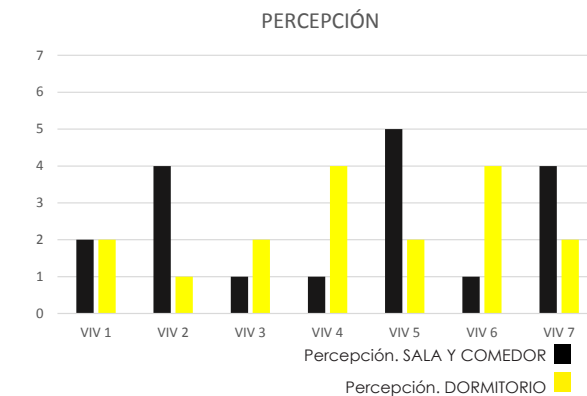


Gráfico 3.15. Rango de percepción del residente en el interior de la vivienda. Elaboración propia.



D. Vivienda 4_DON BOSCO.

Observamos en el Gráfico 3.17 que la vivienda durante el día capta calor y en horas de la madrugada expulsa el mismo. En la mayoría de días, la temperatura exterior e interior de los espacios analizados tienen un comportamiento similar; pero en días en donde la temperatura

exterior es baja durante un periodo más largo que los otros, el dormitorio no llega a captar calor suficiente para mantener una temperatura mayor que la exterior durante la tarde, esto se debe a la orientación de las ventanas del dormitorio, la una orientada hacia el oeste, y la otra hacia el norte, captando calor en la mañana pero en la tarde recibe sombra de la misma vivienda.

El promedio de temperatura en los dos espacios está dentro del confort térmico, 19.18°C en Sala-Comedor y 19.55°C en el dormitorio, esto se debe al emplazamiento de la vivienda, la cual tiene retiro en 3 fachadas, teniendo ventanas en cada una de ellas; y por la forma de la planta y fachada principal (forma escalonada) que también permite el ingreso de calor por sus ventanas orientadas hacia el este y oeste. Esto no quiere decir que la vivienda funcione correctamente, porque su temperatura varía notablemente en el transcurso del día y no siempre se mantiene dentro del rango de confort; existen días que gana calor pero no mantiene esta temperatura, o días en donde la temperatura es mayor a 23.9°C.

Comparando el Gráfico 3.17 de monitoreo con el de percepción (Ver Gráfico 3.15), la persona entrevistada no se encuentra muy satisfecha con la temperatura del dormitorio, en donde influyen algunos factores, como el tipo de vestimenta, o en este caso puntual, que la persona utiliza este espacio en horas de la tarde y noche, donde el calor se empieza a perder.

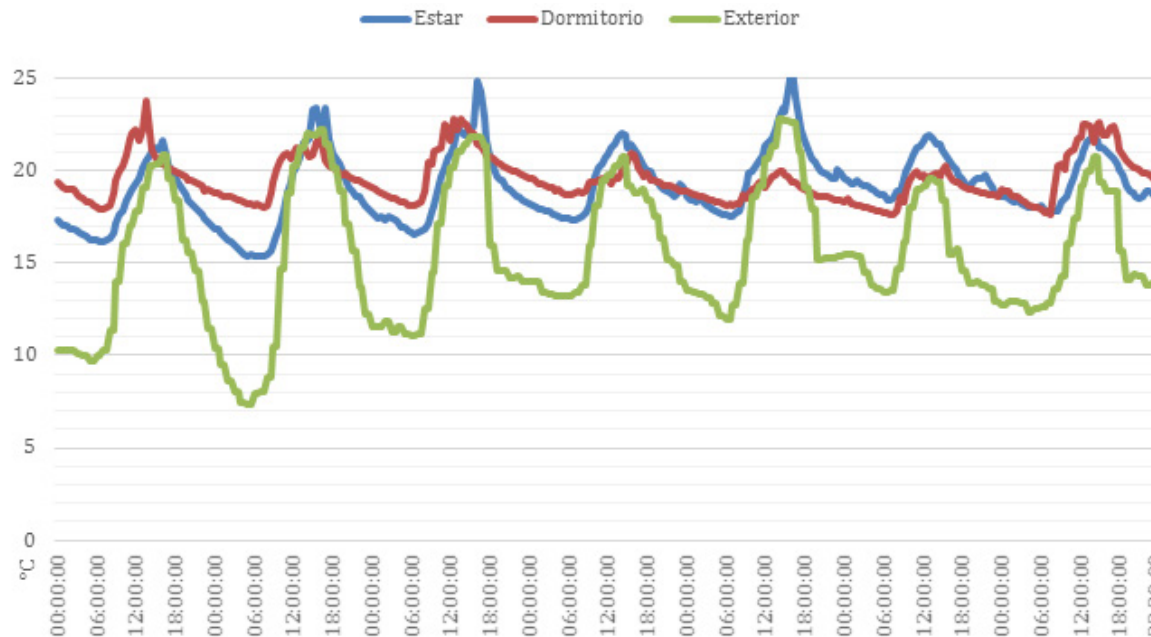


Gráfico 3.17. Rangos de temperatura de la Vivienda 4.

Fuente: Proyecto de investigación "Método de certificación de la construcción sustentable de la vivienda".

E. Vivienda 5_ LOS TRIGALES.

En el Gráfico 3.18 observamos que la vivienda en horas de la madrugada esta expulsando el calor captado por las paredes durante todo el día, y perdiendo en lugar de mantener para lograr un ambiente interior que no sea parecido al exterior.

Durante la mañana la temperatura interior es la misma al exterior, manteniéndose al margen del rango de confort, lo mismo sucede en horas de la tarde, sin embargo en ciertos días la temperatura exterior es mayor al interior del dormitorio y menor en la sala, esto se debe a la orientación de la vivienda(Cuadro 3.2), donde se puede observar

que en el dormitorio no entran rayos solares debido a que no existen ventanas que se abran hacia la fachada oeste, caso contrario sucede en la zona de la sala que capta calor durante todo el día.

En la Vivienda 5 existe una temperatura promedio de 19.70°C en sala y de 18.50°C en dormitorio que están dentro del rango de confort. Sin embargo en esta vivienda el residente lo percibe de manera insatisfecha en sala y comedor, esto se debe a los factores externos.

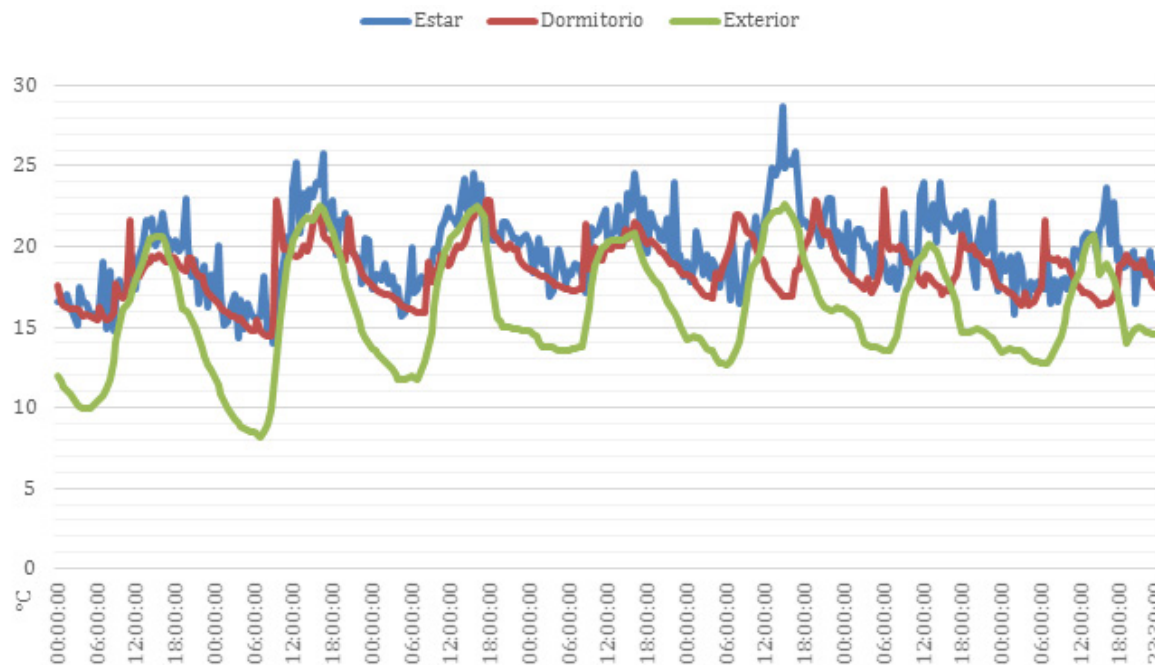


Gráfico 3.18. Rangos de temperatura de la Vivienda 5.

Fuente: Proyecto de investigación "Método de certificación de la construcción sustentable de la vivienda".

F. Vivienda 6_TOTORACOCHA.

En el Gráfico 3.19, podemos observar que la temperatura del dormitorio tiene un comportamiento similar al exterior; durante el día gana calor y en horas de la noche y madrugada lo pierde, a causa de la baja inercia térmica del material.

Su promedio de temperatura es de 19.07°C, el cual se encuentra dentro de la franja de confort, pero según el Gráfico 3.19 su temperatura varia constantemente durante el día, lo cual impide que el comportamiento de la vivienda sea adecuado porque no siempre la temperatura se

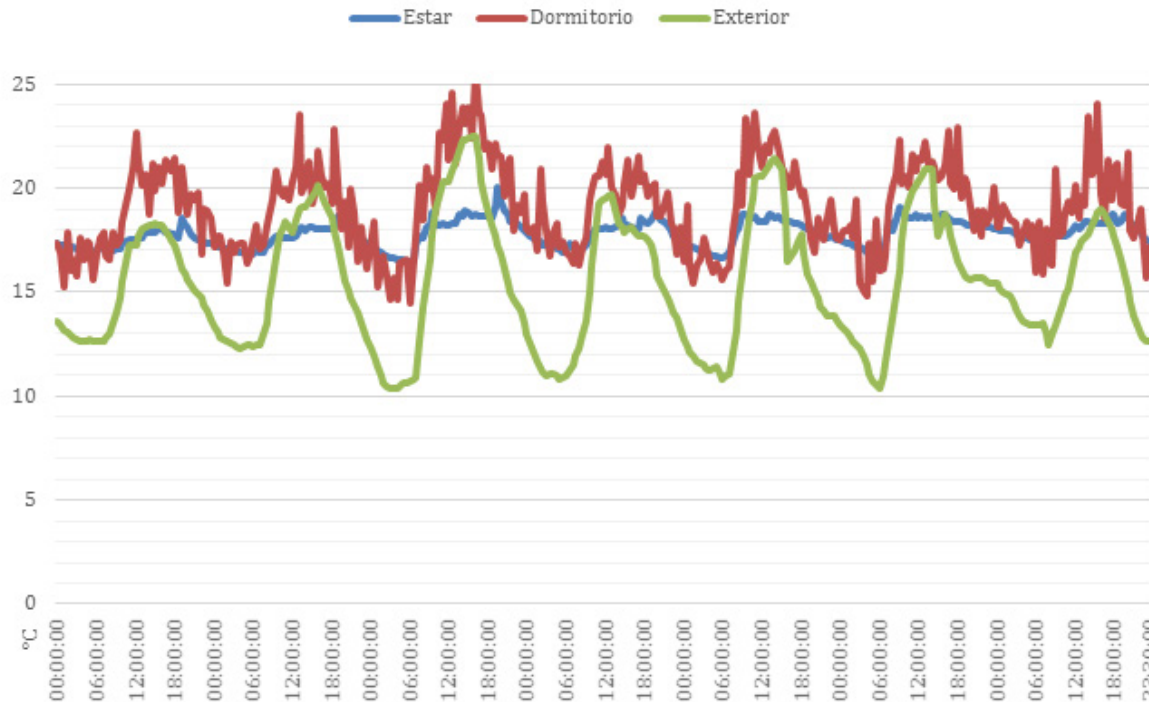


Gráfico 3.19. Rangos de temperatura de la Vivienda 6.

Fuente: Proyecto de investigación "Método de certificación de la construcción sustentable de la vivienda".

encuentra dentro de este rango. Si observamos el Gráfico 3.15 el habitante no se encuentra satisfecho a la temperatura del dormitorio, porque existen saltos térmicos altos durante todo el día, corroborando esto según el Cuadro 3.5 existe una temperatura mínima de 14.44°C y una

máxima de 25.65°C; y peor aún en las horas de la noche se empieza a perder calor notablemente.

En la Sala-Comedor la diferencia de temperatura no varía tanto como en el dormitorio y el exterior, su temperatura es baja y es poco el tiempo

que alcanza el rango de confort, esto sucede porque en la parte superior de la única ventana que tiene para captar luz y calor, existe una cubierta que impide captar lo necesario a pesar de tener un buen emplazamiento la vivienda; orientada hacia el noroeste (ver cuadro 3.2). Por lo mismo el promedio de temperatura de este espacio es de 17.81°C cuyo valor no se encuentra dentro del rango de confort.

G. Vivienda 7_CENTRO HISTORICO.

La vivienda 7 presenta una temperatura interior promedio de 16.51°C en la sala y de 16.99°C en el dormitorio, con una temperatura exterior de 20°C, estos valores se pueden ver en el Cuadro 3.5 y Cuadro 3.6, respectivamente. Estos datos nos indican que la vivienda no está captando calor, lo cual se debe a la orientación de la vivienda (ver Cuadro 3.2), la misma que está de Norte a Sur, por lo que recibe una cantidad mínima de calor en estas fachadas de poca dimensión, se debe también a que la vivienda está adosada por ambos lados, lo que igual evita el ingreso de calor solar por esas otras dos fachadas. Otro factor que influye en el poco ingreso de calor, son las paredes anchas de adobe, es decir, estas paredes están poco expuestas al sol por lo que al contrario de dar calor absorben el poco calor que puede llegar a entrar en la vivienda, este

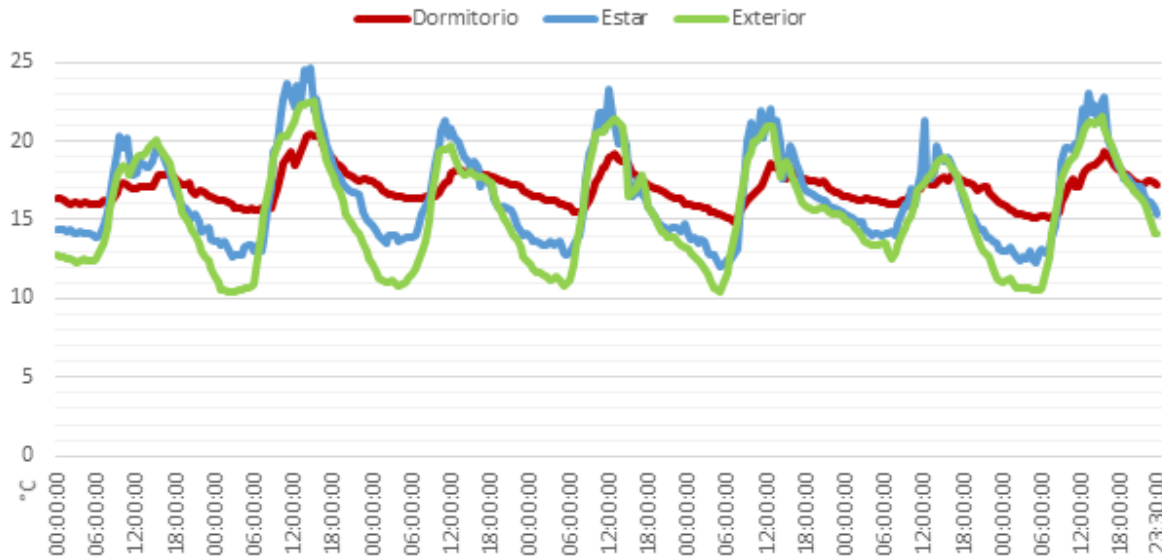


Gráfico 3.20. Rangos de temperatura de la Vivienda 7.

Fuente: Proyecto de investigación "Método de certificación de la construcción sustentable de la vivienda".

problema se observa solamente en la zona de dormitorio.

En la zona de sala y comedor, también presenta problemas, ya que el ambiente interior esta actuando de igual manera que el ambiente exterior, esto se debe al uso de materiales de bajas características térmicas.

El residente lo percibe en un rango intermedio de confort, debido a los problemas antes mencionados.

3.8.1.2. HUMEDAD (%)

En el Gráfico 3.21 se puede observar que todas las viviendas están dentro del rango de confort según la Norma NEC-11. "*Eficiencia energética en la construcción en Ecuador*", establece

la cantidad de 40% a 65% de humedad en el interior de la vivienda. Esto se debe a la correcta ventilación y disposición de los espacios analizados.

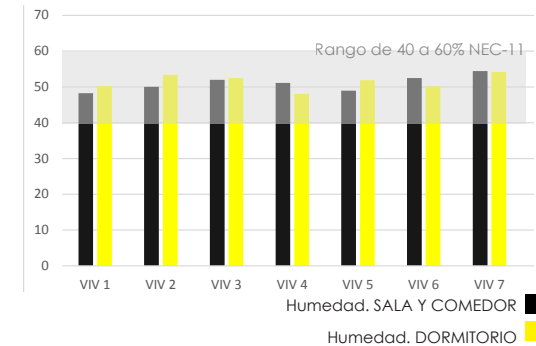


Gráfico 3.21. Rangos de humedad de las diferentes viviendas.

Elaboración propia

Como se menciona en el Capítulo 1. Referentes teóricos. Las familias con un nivel socioeconómico alto tienen viviendas muy calurosas, porque tienen acceso a mejores terrenos y así un mejor emplazamiento, mejor materialidad de la vivienda, y muchos otros factores que influyen en el confort interior pero que se necesita de dinero para la construcción.

Caso contrario sucede con las familias de clase baja que perciben la vivienda fría, esto se debe a la dificultad de construir con los factores expuestos anteriormente.

3.8.2. CONFORT LUMÍNICO.

Según la Norma NEC-11. "Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", establece los valores mínimos recomendables de iluminación en sala una cantidad de 200lux y en dormitorio de 100lux.

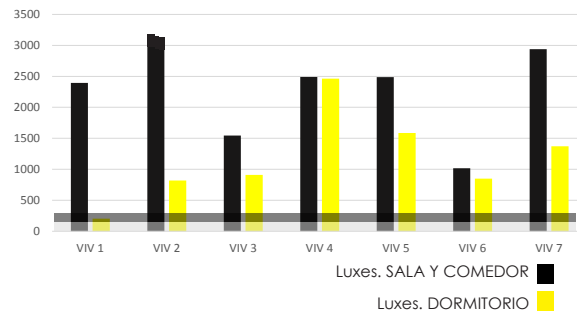


Gráfico 3.22. Rangos de Luxes de las diferentes viviendas.

Elaboración propia.

Como son valores mínimos, un resultado que se encuentre cerca de estos, estaría al límite para que una persona utilice sus energías y se esfuerce para observar un objeto. Por lo tanto, según los resultados del Gráfico 3.22, los espacios analizados en todas las viviendas tienen valores mayores al mínimo establecido por la norma, pero también se puede observar que la mayoría de las viviendas presentan valores mucho mas altos que los establecidos por la misma. Esto se debe a la ubicación geográfica del Ecuador, porque el ángulo de incidencia de luz solar es perpendicular a nuestra

superficie durante todo el año, a diferencia de otros lugares del planeta, donde el ángulo varía según la estación del año en que se encuentre.

Es importante tomar en cuenta la alta diferencia que existe entre el valor establecido por la norma y los resultados obtenidos en cada espacio, ya que estos valores pueden provocar deslumbramiento, ocasionando cansancio, dolores de cabeza, lesiones visuales, etc, y con ello un bajo confort lumínico.

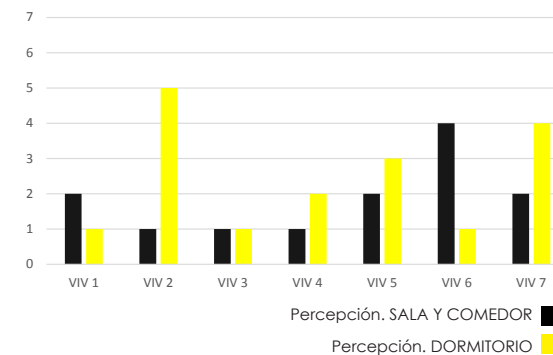


Gráfico 3.23. Rangos de percepción interior LUX.

Elaboración propia.

En el Gráfico 3.23, los resultados nos indican que las personas se encuentran satisfechas con la iluminación de los espacios, con excepción del dormitorio de las viviendas 2 y 7; y la sala

y comedor de la vivienda 6. Esto se debe a la orientación de las viviendas y la ubicación de estos espacios dentro de las mismas, ya que captan poca luz natural durante el día.

3.8.3. CONFORT RESPIRATORIO.

Como se explicó en el capítulo anterior, la norma NEC 11 clasifica en tres rangos la calidad de aire existente en un espacio:

El primero considera el aire de muy buena calidad si tiene un valor hasta de 350ppm, el segundo es de calidad media si está en un rango de 350ppm hasta 650ppm y por último se considera de baja calidad al aire que tiene valor entre 650ppm y 1200ppm, tomando en cuenta esta clasificación, analizamos los resultados del confort respiratorio, según el monitoreo realizado a las viviendas y las encuestas de percepción a sus habitantes.

Podemos observar en el Gráfico 3.24 que la mayoría de los espacios analizados se encuentran en un rango de muy buena calidad de aire, con excepción de los dormitorios de la vivienda 1 y 6, así como la sala-comedor de la vivienda 5 que se encuentran en el rango de una calidad media. Al comparar estos resultados con los de percepción, notamos la diferencia, ya que las personas se sienten

muy satisfechas con la calidad de aire de los espacios analizados. Esto se debe a la ubicación de los mismos en la vivienda, donde todos estos tienen ventanas que se relacionan directamente con el exterior, por lo que pueden obtener una ventilación del ambiente sin dificultad.

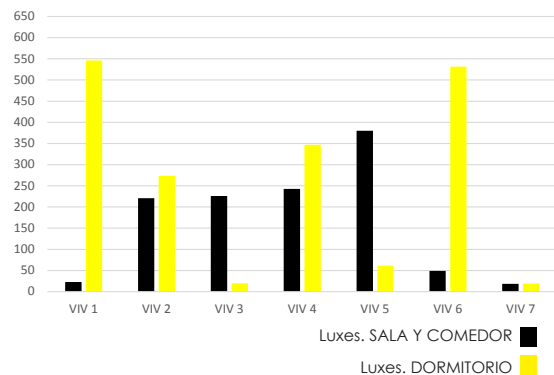


Gráfico 3.24. Rangos de PPM de las diferentes viviendas.
Elaboración propia.

Cabe acotar el por qué la vivienda 7 al estar emplazada en el centro de la ciudad, donde generalmente en el día existe un gran tráfico vehicular tiene resultados menores a 50 lux en los dos espacios analizados. Primero, porque las zonas estudiadas se encuentran en el centro de la vivienda donde los muros de la misma aíslan la contaminación existente; otro factor que influye en los resultados, es que en la semana que se

realizó el monitoreo, la calle que se encuentra frente a la vivienda estaba cerrada, a causa de trabajos que se realizan para el tranvía en la ciudad, por lo tanto no existía tráfico vehicular y con ello un nivel de contaminación bajo.

Caso contrario sucede con el comedor de la vivienda 7 en donde el monitoreo muestra un resultado que se encuentra en el primer rango según la norma pero la persona se encuentra poco satisfecha, esto también se debe por la ubicación del comedor en la vivienda, al ser un espacio encerrado que no cuenta con una ventilación directa hacia el exterior. Sin embargo podemos acotar, que las diferencias no son extremas, y hablando en general los espacios analizados tienen una calidad de aire buena.

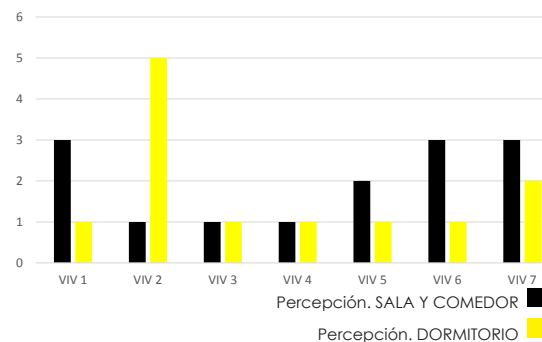


Gráfico 3.25. Rangos de percepción PPM.
Elaboración propia.

3.8.4. TRANSMITANCIA Y AISLAMIENTO TERMICO.

Elemento	Coficiente global U
Paredes en contacto con el aire	1,8
Pisos en contacto con el terreno	1,8
Cubiertas en contacto con el aire	1,5
Paredes adosadas	2,5
Ventanas y lucernarios	5,7

Cuadro 3.7. Datos de valor U máximos en función del tipo de cerramiento y de la zona climática. Fuente: Norma NEC-11.

La Norma Nec-11 "Eficiencia energética en la construcción", establece los valores máximos de transmitancia térmica de la envolvente del edificio (Ver Cuadro 3.7).

Los edificios pierden y ganan calor a través de sus elementos constructivos: Cubierta, paredes y pisos, por lo que es muy importante analizar los materiales de la envolvente de las siete viviendas.

En el Gráfico 3.25 y Gráfico 3.27, se observa que los materiales de paredes y cubierta, respectivamente, sobrepasan el límite establecido por la norma, presentando un comportamiento térmico inadecuado, lo que influye en los análisis anteriores de temperatura, donde se explico que los materiales no mantenían el calor captado durante el día.

Sin embargo, en los Gráficos 3.26 y 3.28, el valor de los elementos constructivos no superan el valor máximo que la Norma NEC-11 indica, esto quiere decir que el comportamiento de estos elementos actúa correctamente en la temperatura interior.

Las ventanas son un punto débil en la construcción, ya que estos elementos permiten que se acumule calor en el interior o que no penetre. Esto se corrobora en el Gráfico 3.28 donde todas las ventanas están al límite del valor que establece la norma, lo que no garantiza el comportamiento adecuado del mismo.

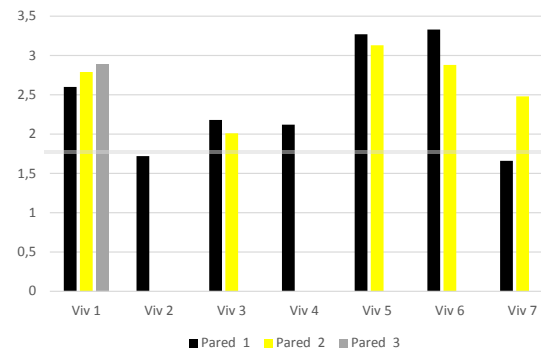


Gráfico 3.26. Datos el valor U PAREDES; de las siete viviendas analizadas. Elaboración propia.

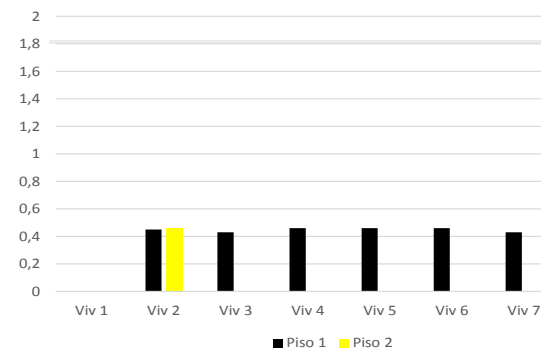


Gráfico 3.27. Datos el valor U PISOS; de las siete viviendas analizadas. Elaboración propia.

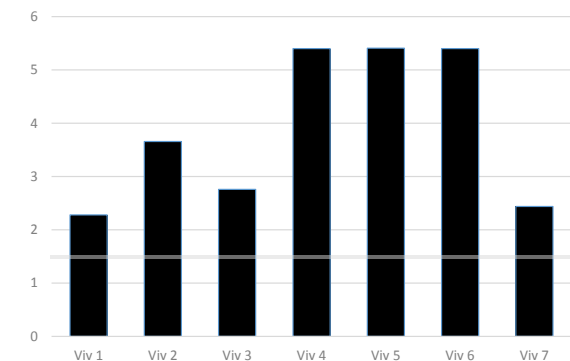


Gráfico 3.28. Datos el valor U CUBIERTA; de las siete viviendas analizadas. Elaboración propia.

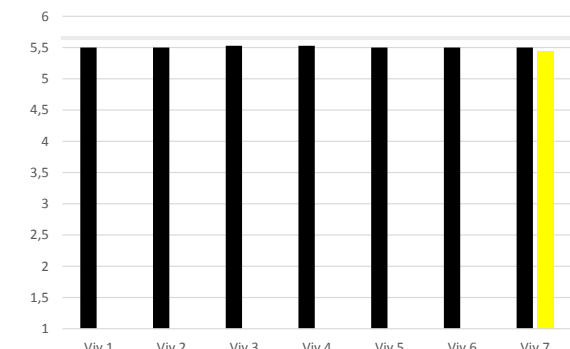


Gráfico 3.29. Datos el valor U VENTANAS; de las siete viviendas analizadas. Elaboración propia.



3.9. CONCLUSIONES

Como resultado del proceso de análisis realizado en este capítulo, se han determinado diferentes aspectos sobre el comportamiento de las viviendas según las Normas Nacionales e Internacionales. Generalmente en algunas viviendas el comportamiento es adecuado y en otras no, esto se debe a los diferentes factores:

La ventilación, orientación y aspecto formal de la edificación, vegetación, materiales y aislamiento, los mismos que serán analizados para proponer el diseño de Vivienda Bioclimática en la ciudad de Cuenca, en el capítulo siguiente.

Todos estos factores mencionados intervienen en el comportamiento de la vivienda, obteniendo diferentes resultados en cada una de ellas. Por lo tanto después de realizar el diagnóstico de las 7 viviendas en donde se analizó a detalle cada una, resaltamos a continuación los problemas y ventajas de los aspectos encontrados en las mismas.

CONFORT TÉRMICO.

Podemos decir que todas las viviendas presentan comportamientos parecidos, según los valores promedio obtenidos en los espacios analizados

(sala, dormitorio). Los mismos que se encuentran dentro del rango de confort durante horas del día, pero en la noche pierden temperatura notablemente, teniendo un comportamiento similar al exterior (temperaturas más altas en el día y bajas en la noche). Este comportamiento se debe a la masa térmica de los materiales con los que fueron construidas las viviendas, ya que estos no almacenan ni transmiten el calor de manera efectiva. Los materiales de las viviendas captan calor pero lo expulsan de manera rápida, “perdiendo” el calor ganado durante el día; es decir no lo almacenan para expulsarlo en la noche donde existen las temperaturas más bajas. (Heywood, 2012).

La vivienda que presenta mejores valores de temperatura interior es la dos, debido al material de ladrillo de la envolvente que tiene poca resistencia térmica y con el que fue construida la misma, por su emplazamiento y orientación. El ladrillo se usó en casi todas las viviendas con excepción de la 7, sin embargo la Vivienda 2 tiene un valor “U” dentro de los límites antes mencionados según la norma NEC-11, lo que no sucede con las demás viviendas.

La vivienda 7 es la que muestra los valores más bajos de temperatura, y esto se debe principalmente al material de los muros. La

pared de adobe tiene un valor U dentro de los límites establecidos por la NEC-11, sin embargo al ser muros anchos y no recibir calor debido a la orientación, consumen el calor interior captado por otros materiales, ya que el calor siempre tiende a ir hacia el frío.

CONFORT LUMÍNICO

Como se explicó anteriormente, la ubicación geográfica de la ciudad, favorece para captar en todo el año luz solar. Sin embargo se debe tomar en cuenta la orientación de la vivienda el momento de diseñar, así como la distribución de los espacios para que puedan captar la luz necesaria. Por lo mismo los espacios analizados de todas las viviendas tienen un buen comportamiento lumínico; la vivienda 4 tiene resultados más altos en general, esto se debe principalmente a la orientación de la vivienda, donde sus fachadas con mayor longitud están orientadas hacia el este y oeste; también por las ventanas existentes, así como los tragaluces en sus cubiertas.

La vivienda 6 tiene los resultados más bajos por varios aspectos; es adosado en tres lados, por lo tanto solo capta iluminación en las mañanas, y



porque en la planta baja no ingresa directamente la luz por una cubierta existente en el retiro. Por eso es importante tomar en cuenta el momento del diseño, en no colocar grandes aleros, voladizos, o cubiertas que impidan o dificulten el ingreso de la luz solar. No se puede definir un porcentaje general de alero para una vivienda por los aspectos mencionados anteriormente (ubicación, emplazamiento, entorno) que para cada caso de vivienda es diferente.

Un punto importante que se debe tomar en cuenta es el poder controlar el ingreso de luz en las viviendas para evitar el deslumbramiento; principalmente con el apantallamiento por medio de cortinas, persianas y otros elementos en las ventanas.

CONFORT RESPIRATORIO.

Según los resultados obtenidos en el monitoreo y la clasificación de la calidad de aire según la norma NEC-11, la calidad de aire existente en los espacios de las viviendas es bueno. Resaltando a la vivienda con mejor confort respiratorio es la número tres, debido a que los espacios que se analizaron cuentan con ventanas que tienen relación directa con el exterior, lo que permite una buena ventilación para el espacio.

Generalmente las viviendas en Cuenca no tienen un buen comportamiento bioclimático, el principal problema se presenta en el aspecto de confort higrotérmico. Este es el más descuidado al momento de diseñar y construir una vivienda, dando prioridad a temas como el aspecto formal, la funcionalidad y otros (que también son importantes en la arquitectura) pero se debe dar una misma importancia a todos estos para evitar los problemas actuales sobre el confort interior de una vivienda. Al no dar la importancia que se merece este tema, genera que las viviendas tengan un comportamiento de temperatura similar entre el exterior e interior, lo que incomoda a los habitantes al no encontrarse siempre dentro del rango de confort y más aún con cambios bruscos de temperatura que suceden en Cuenca durante un solo día.

En cuanto al confort lumínico y respiratorio no existe mayor problema en las viviendas, como se explicó anteriormente por la ubicación geográfica de Cuenca. En el momento de diseñar siempre se piensa en abrir vanos para el ingreso de iluminación y para la ventilación; pero se debe tener en cuenta las dimensiones de estos, recomendadas por la NEC-11 (explicadas en el siguiente capítulo) porque pueden desfavorecer al confort térmico permitiendo que se pierda temperatura interior.

Las recomendaciones para estos problemas mencionados se hacen referencia en el capítulo 4 y 5.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE UNA VIVIENDA CONFORTABLE BASADO EN CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS



Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

CAPÍTULO 04

DISEÑO DE UNA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA.

INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior se obtuvieron varios criterios bioclimáticos y conclusiones, en base a los estudios de campo realizados a varias viviendas de la ciudad de Cuenca. Mediante estos criterios se realizó el diseño del anteproyecto una vivienda Bioclimática en esta ciudad.

Para el diseño de la vivienda, estudiamos el terreno donde va a ser emplazada la misma como primer paso, tomando en cuenta los factores climáticos de la ciudad, como son el soleamiento, dirección de los vientos y temperatura exterior. Después de este análisis se procedió a diseñar la vivienda partiendo de un programa arquitectónico, para posteriormente definir estrategias de diseño que garanticen el confort térmico, lumínico y respiratorio.

Nos enfocamos en estrategias de diseño pasivas, en la utilización de materiales que puedan captar, almacenar y distribuir calor, distribución de vanos en fachadas sin olvidarnos de la protección ante el deslumbramiento

En conjunto con el diseño se trabajo con el software (ecotect), con el cual se comprueba y se prevé la calidad del ambiente interior de la vivienda.

4.1. ANÁLISIS DEL TERRENO

4.1.1. UBICACIÓN



Gráfico 4.1. Mapa de América. Línea Ecuatorial.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el Gráfico 4.1, Ecuador esta sobre la franja central de la zona tórrida, donde factores de relieve y altitud como: la cordillera de los Andes, el nivel del mar, y la selva Amazónica, generan una variedad de Microclimas que van desde el tropical al frío durante todo el año.

Al pasar la cordillera de los Andes por Ecuador, lo divide en tres regiones Costa, Sierra y Amazonía, como se observa en el Gráfico 4.2, la región de



Gráfico 4.2. Mapa de Ecuador. Región Sierra.

Fuente: Elaboración propia.

la Sierra presenta climas diversos, debido a que recibe influencias de la Amazonía y de la Costa.

Según Guillen (2014), la Región interandina Sierra esta dentro de las zonas térmicas 1, 2, 3 y 4, presentando rangos de temperaturas medias anuales que varían de 6°C a 22°C.

Azuay, Cuenca esta en la zona térmica numero 3 (Nec-11 "Eficiencia energética en la construcción



Gráfico 4.3. Mapa de Ecuador. Azuay.

Fuente: Elaboración propia.

en Ecuador") donde los rangos de temperatura van desde 14°C a 18°C con un rango de confort interior en base a 1C_{Lo} de 18.3°C a 23.9°C, que sera un dato importante para establecer las estrategias de diseño.

En el Gráfico 4.4 se observa el sector en donde se emplazará la vivienda. Este sector se encuentra ubicado al Nor-Este de la ciudad de Cuenca, en esta zona esta la panamericana norte, la cual es

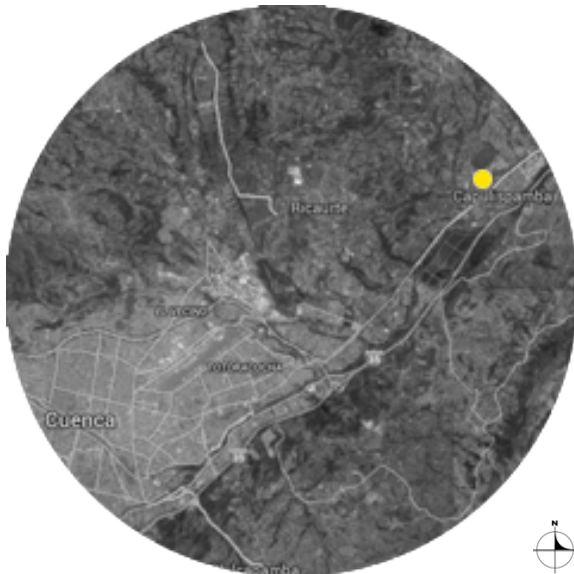


Gráfico 4.4. Mapa de Cuenca. Sector del terreno.

Elaboración propia.

una vía expresa que conecta con otras ciudades del Azuay, también se observa la vía a Llacao, la cual es utilizada para el ingreso a la urbanización.

La Urbanización "Los Nogales", fue propuesta por la empresa pública EMUVI en un lugar destinado para viviendas por parte del Municipio de la ciudad (Gráfico 4.5); cuenta con 2 lotes para comercio, 1 lote para guardería y 191 lotes

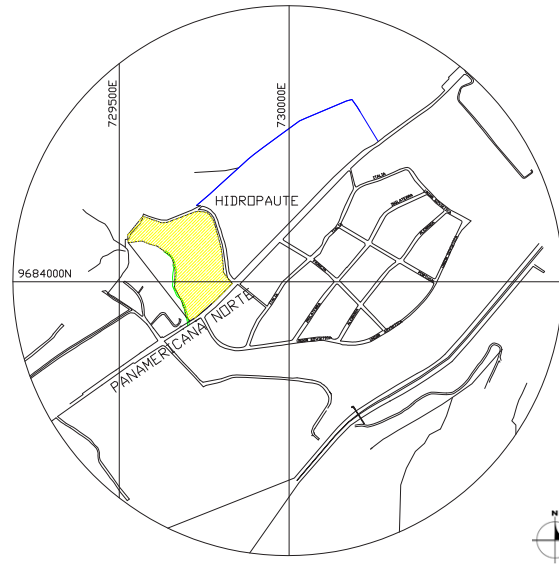


Gráfico 4.5. Ubicación del terreno. Urbanización Los Nogales.

Elaboración propia.

dispuestos para vivienda, de los cuales no se han utilizado 10.

El lote (Gráfico 4.6) que se eligió para el emplazamiento de la Vivienda, esta ubicado en la latitud $2^{\circ}51'35''$ sur y longitud $78^{\circ}56'07''$ con una altura de 2403msnm, presenta un ángulo de inclinación del sol de 72° con dirección hacia el Este, datos que servirán para lograr una correcta orientación.

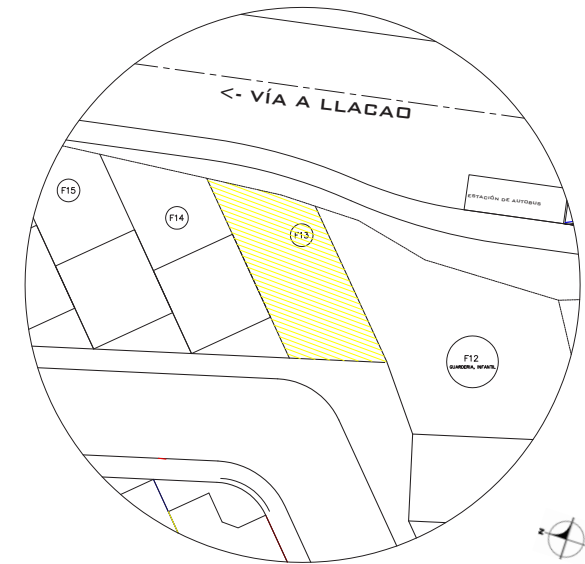


Gráfico 4.6. Ubicación del terreno. Urbanización Los Nogales.

Elaboración propia.



Foto 4.1. Urbanización "Los Nogales". Fuente: Llactalab, 2016.

4.1.2. ANÁLISIS DEL ENTORNO.

ACCESIBILIDAD, se encuentra junto a una vía expresa, la cual conecta con otros sectores de la ciudad, a esta se une la vía a Llacao con un flujo vehicular bajo a comparación de la Panamericana Norte, en esta se encuentra el acceso principal a la Urbanización. Se puede llegar fácilmente desde otros sectores de la ciudad, ya sea en carro propio o en servicio público.

El lote que se utilizó para el proyecto de Vivienda Bioclimática está adosado a una vivienda de 2 pisos con buhardilla y a una guardería, la cual no se ha construido hasta el momento. (Ver Foto 4.1). De acuerdo a la orientación la vivienda adosada no influye en el asoleamiento, esto se explicará más adelante.

No existe vegetación en el sector, debido a que la mayoría se encuentra edificada, sin embargo la presencia de las montañas al Norte, presenta una vegetación nativa (propia del lugar) que contribuirá de cierta manera en la purificación del aire, pero no será adecuada a causa del flujo vehicular de las vías, lo que influirá en el bienestar y salud del residente.



Foto 4.2. Espacio donde se emplazará la vivienda.
Elaboración propia



Foto 4.3. Entorno que existe en el sector.
Elaboración propia



Foto 4.4. Vivienda propuesta por el EMUVI.
Elaboración propia

4.1.3. ANÁLISIS DE SOLEAMIENTO Y SOMBRAS.

Este estudio es uno de los más importantes en el momento de realizar un anteproyecto, porque con el mismo analizamos que planos de la edificación recibe radiación solar directa y por cuanto tiempo durante el día; de esta manera se aprovecha la energía solar pasiva junto con otros factores que se definen posteriormente para brindar un confort térmico y lumínico en los espacios interiores.

Observamos en el Gráfico 4.7, que los lados del terreno que no son adosados, se encuentran orientados hacia el este y oeste. Por lo tanto la vivienda podrá captar radiación solar durante todo el año, tanto en los solsticios como en los equinoccios, a pesar de la variación angular de 23.9° que existe entre estas dos estaciones. Durante las mañanas captará radiación por la fachada posterior, y en las tardes por la fachada frontal.

Todo esto se ratifica en los gráficos del estudio de sombras realizado para el terreno donde se emplazará la edificación del diseño propuesto (Ver Gráficos de 4.8 a 4.23). Mediante el estudio se observa que durante el día las edificaciones adyacentes no influyen ni generan sombra sobre los lados frontal y posterior del terreno.

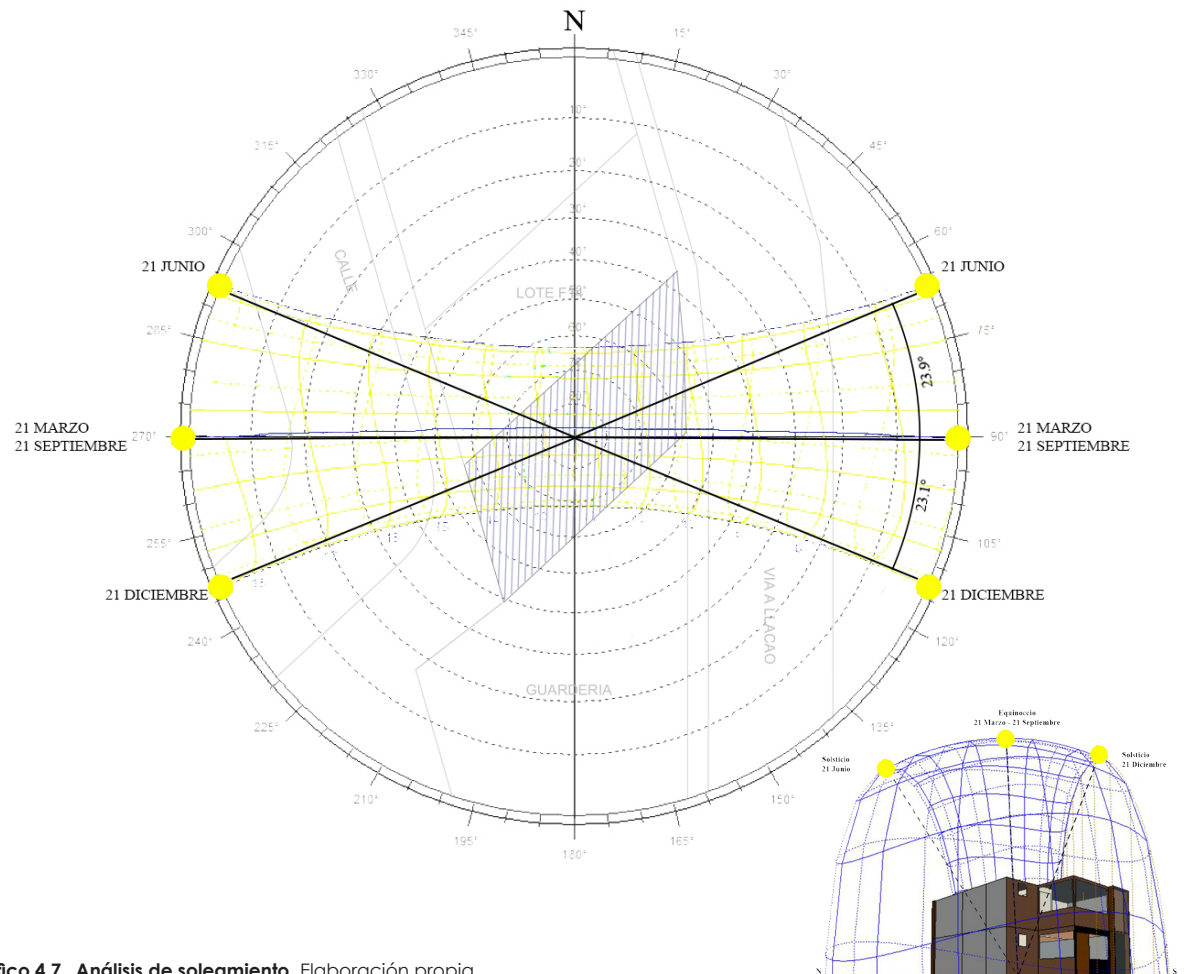


Gráfico 4.7. Análisis de soleamiento. Elaboración propia.

Equinoccio 21 de Marzo.

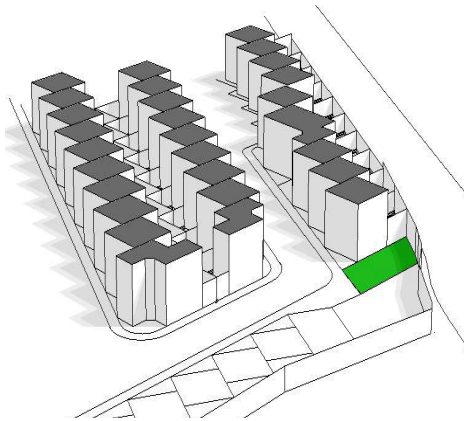


Gráfico 4.8. 09H00. Elaboración propia.

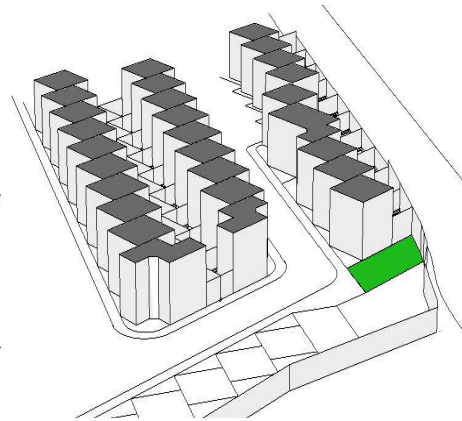


Gráfico 4.9. 12H00. Elaboración propia.

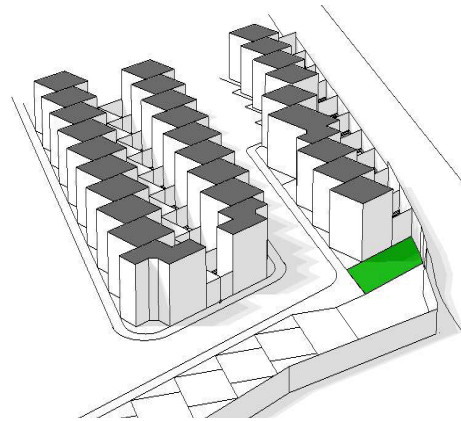


Gráfico 4.10. 15H00. Elaboración propia.

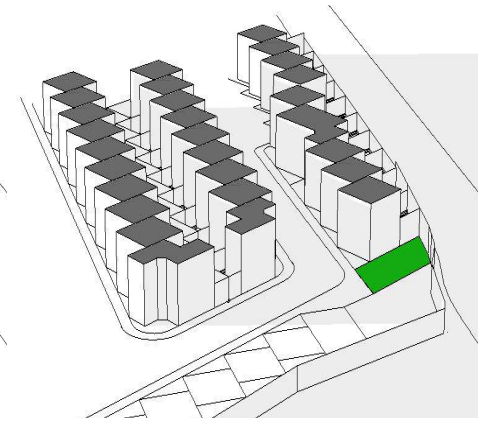


Gráfico 4.11. 18H00. Elaboración propia.

Equinoccio 21 de Septiembre.

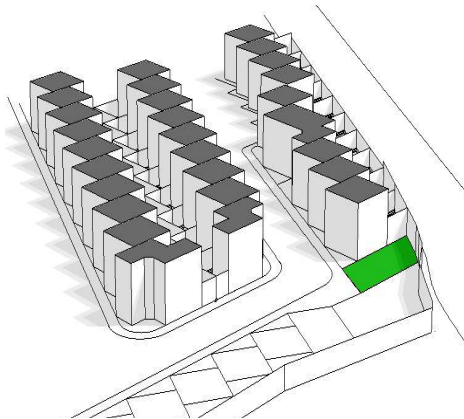


Gráfico 4.12. 09H00. Elaboración propia.

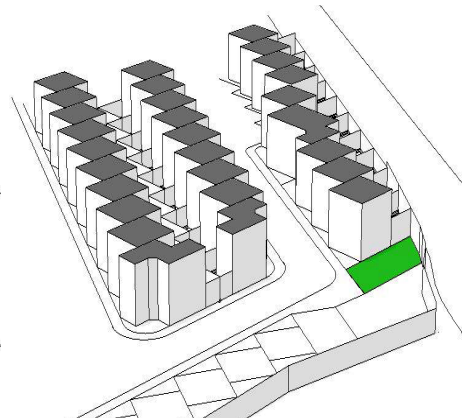


Gráfico 4.13. 12H00. Elaboración propia.

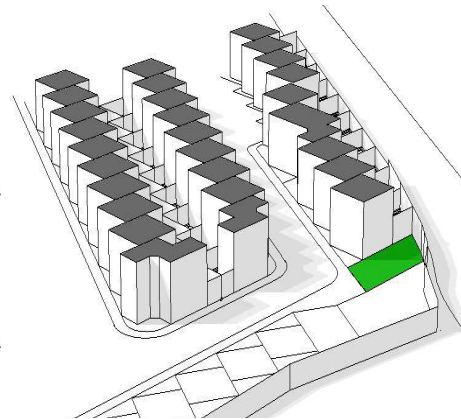


Gráfico 4.14. 15H00. Elaboración propia.

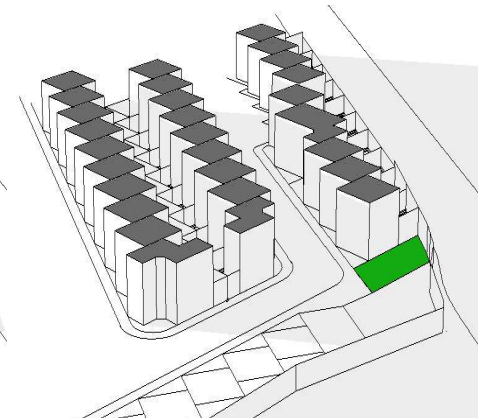


Gráfico 4.15. 18H00. Elaboración propia.

Solsticio 21 de Junio.

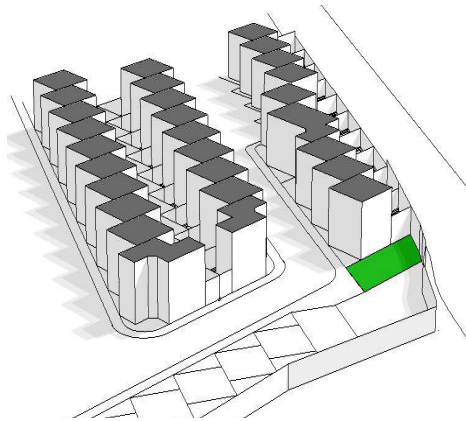


Gráfico 4.16. 09H00. Elaboración propia.

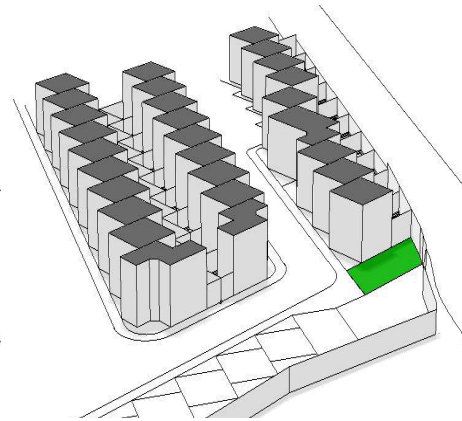


Gráfico 4.17. 12H00. Elaboración propia.

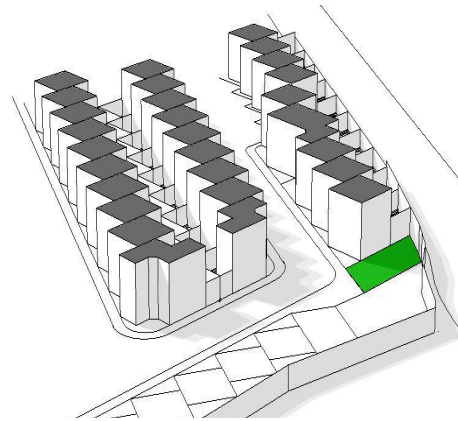


Gráfico 4.18. 15H00. Elaboración propia.

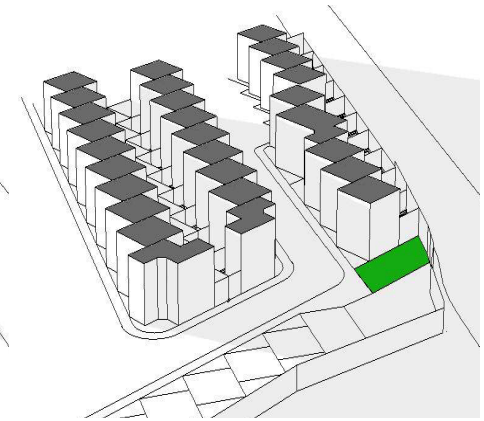


Gráfico 4.19. 18H00. Elaboración propia.

Solsticio 21 de Diciembre.

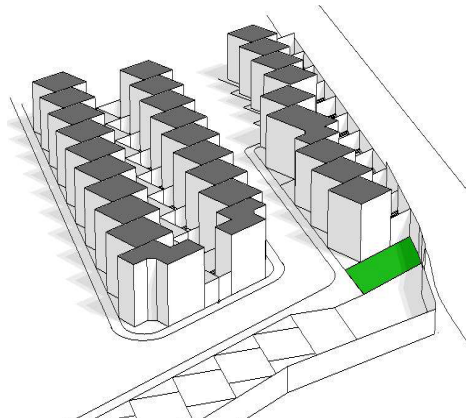


Gráfico 4.20. 09H00. Elaboración propia.

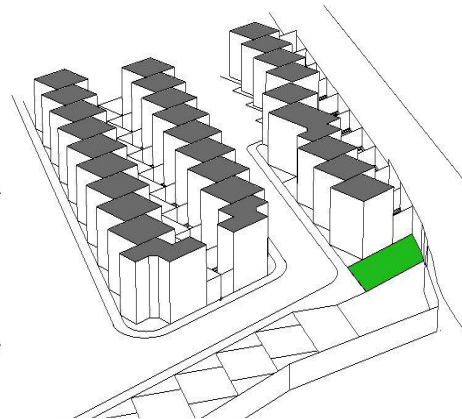


Gráfico 4.21. 12H00. Elaboración propia.

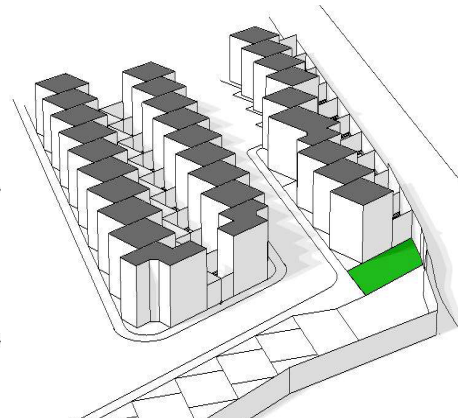


Gráfico 4.22. 15H00. Elaboración propia.

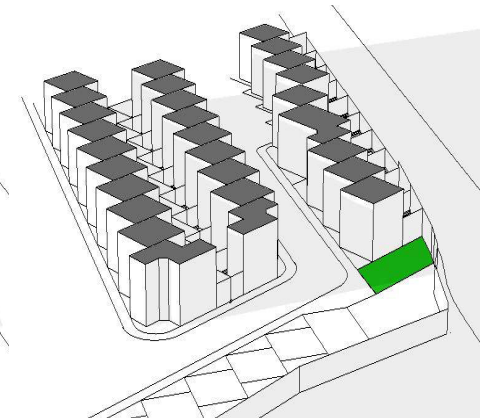


Gráfico 4.23. 18H00. Elaboración propia.

4.2. PROPUESTA DE VIVIENDA

4.1.4. ANÁLISIS DE VIENTOS.

Según la Estación Meteorológica El Vecino - UPS, el viento predominante llega desde el Nor-Este, con fuerzas de 25km/h aproximadamente, esta fuerza al encontrarse con barreras naturales y arquitectónicas, desvía su flujo por las vías de manera que afecta en menor medida a la vivienda propuesta, sin embargo se tuvo un especial cuidado en el diseño, ya que las fachadas expuestas a la dirección del viento presentarían pérdida de calor. Esto se vera reflejado en los resultados finales ya que el ecotect toma la información de vientos, para la validación del proyecto. .

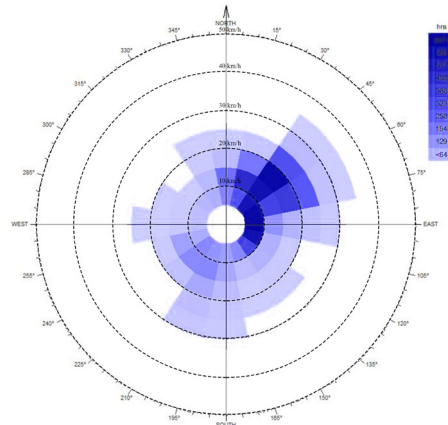


Gráfico 4.24. Vientos predominantes en la Ciudad de Cuenca.
Ecotect. Elaboración propia.

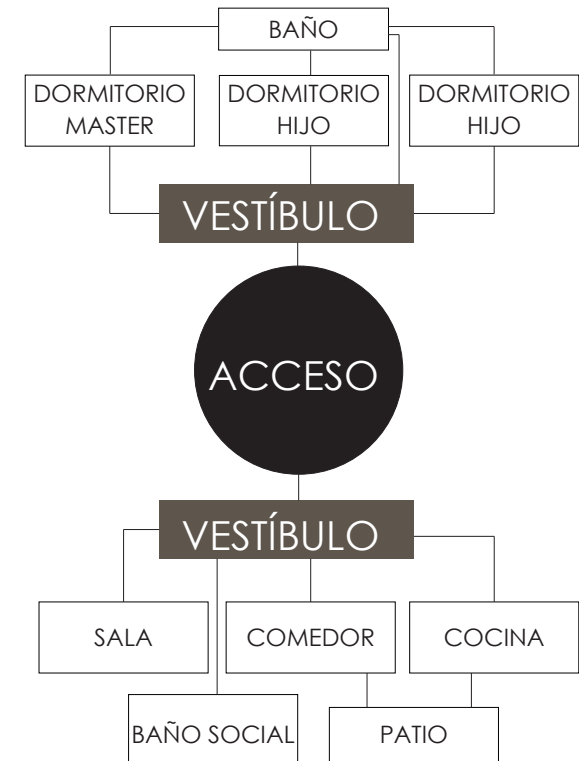
4.2.1. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO Y ORGANIGRAMA FUNCIONAL.

El programa arquitectónico esta apegado al propuesto por la urbanización en donde se encuentra el terreno; la propuesta de Vivienda basada en criterios bioclimáticos esta destinada para una familia de cuatro miembros. Estos espacios están dispuestos de manera que la humedad que existe en algunos espacios, no intervenga en otras zonas que deberían ser más confortables para el residente que otras.

ZONA	ESPACIO	ZONA		ÁREA TOTAL m2
		H	S	
SERVICIOS	Lavandería	X		3.20
	Cocina	X		11.89
	Baño social	X		4.50
	Baño compartido	X		4.62
SOCIAL	Sala		X	23.07
	Comedor		X	15.37
DESCANSO	Dormitorio padres		X	18.66
	Dormitorio hijo1		X	12.58
	Dormitorio hijo 2		X	16.45
				110.34

Cuadro 4.1. Áreas de la Vivienda Bioclimática.

H = húmeda y S = seca.



4.2.2. EMPLAZAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS INTERIORES.

Una vez analizado los diferentes estudios del terreno para el anteproyecto de la edificación, se decidió la forma en que es emplazado el mismo. La zonificación de espacios en la planta baja, han sido dispuestos según las zonas húmedas y secas, para así saber las necesidades de ventilación de los espacios, y así lograr un confort respiratorio adecuado.

Estas zonas a su vez han sido desplazadas, logrando con ello un juego de planos en las fachadas para así captar la mayor cantidad de radiación y una ventilación mejor.

Los espacios interiores se han dispuesto de manera que la captación solar e iluminación natural sea en los espacios que necesitan. La zona social, su uso se da a cualquier hora del día por lo que se han orientado de este a oeste, de manera que reciban rayos solares durante todo el día. La zona de servicios como cocina y lavandería, están dispuestos hacia el este, ya que estos espacios son utilizados mas en las mañanas.

Los espacios de descanso se han dispuesto de manera que capten y almacenen el calor durante el día, para que este se libere en la noche. Los dormitorios de hijos esta dispuesto hacia el este y el dormitorio de padres hacia el oeste.

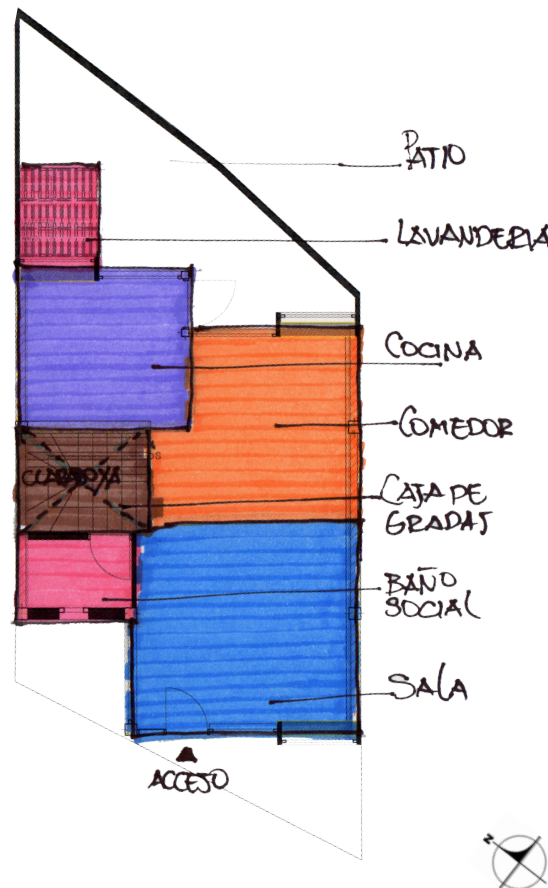


Gráfico 4.25. Disposición de espacios en planta baja.
Elaboración propia.

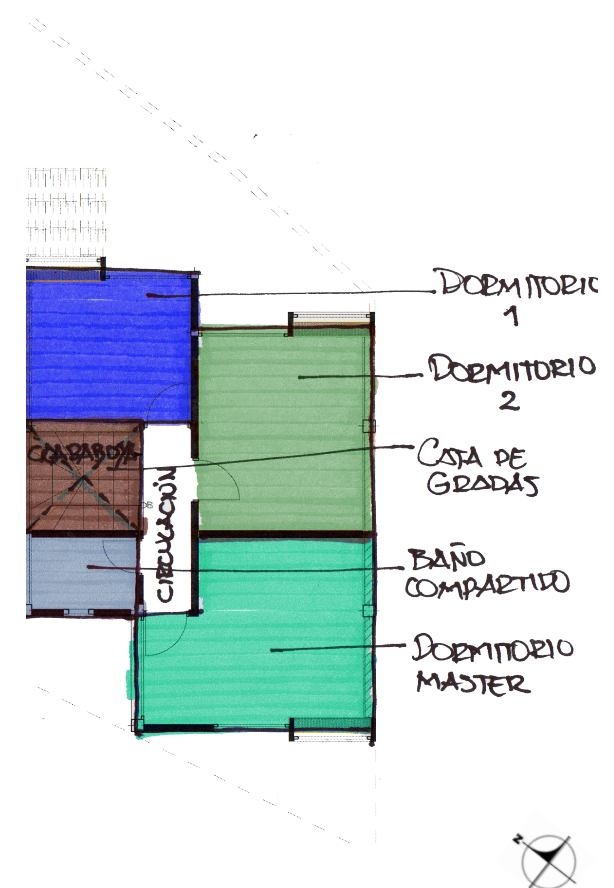


Gráfico 4.26. Disposición de espacios en planta alta.
Elaboración propia.

4.2.3. ESTRATEGIAS DE DISEÑO SOLAR PASIVO.

Los rayos solares se transforman en calor en contacto con cualquier superficie. Heywood H. (2012). A partir de este criterio se ha dispuesto la vivienda de manera que capte la mayor cantidad de rayos solares.

La vivienda Bioclimática propuesta esta diseñada solamente con estrategias de diseño pasivo, es decir que usa solamente los rayos solares, dependiendo totalmente de este factor. Los sistemas pasivos consisten en captar los rayos solares, acumular, mantener y distribuir el calor. La manera de captar rayos solares y transformarlos en calor se puede hacer de manera directa e indirecta.

A. Captación solar directa.

Esta captación depende de las horas solares durante el día, y se la hace mediante ventanas o tragaluces dispuestos de manera de que los rayos solares ingresen directamente en la vivienda la mayor parte del día. Este sistema se observa en todas las viviendas estudiadas, sin embargo no lograban mantener el calor.

Por lo mismo este sistema debe ser adecuado con el fin de minimizar las necesidades energéticas en la vivienda. Según la norma NEC-11, esto depende de la orientación de las superficies receptoras, y del porcentaje de la relación entre

paredes y vanos. Por la orientación y ubicación (zona ZT3) del proyecto de vivienda, la relación de superficie de ventanas con respecto a la fachada no debe ser mayor que 35%.

En el diseño se han propuesto varias estrategias que ayudaran a lograr lo antes mencionado.

Forma y disposición de las ventanas.

Las ventanas están dispuestas en las fachadas este y oeste, de manera que capten los rayos solares durante todo el día y sea transformado en calor al entrar en contacto con los materiales del interior de la vivienda.

La iluminación natural se logra de manera efectiva, ya que las superficies acristaladas permiten el ingreso de luz solar durante todo el día, esto se controla con persianas colocadas en todas las ventanas de la vivienda (Ver Gráfico 4.38).

La ventilación natural se logra a través del mismo elemento, a la hora que el residente lo crea conveniente, para con ello mejorar la percepción del ambiente. (Ver Gráfico 4.39)

Las ventanas a su vez que permiten el ingreso de calor también son elementos que causan la mayor cantidad de pérdida de calor, por lo que se ha propuesto ventanas de doble vidrio,

evitando con esto pérdidas de calor al 100% según Ekoglass, 2016. Para absorber la humedad que se crea en la cámara de aire (Gráfico 4.27), se coloca un tamiz molecular (arcillas, carbones activados), este material puede absorber el 22% de su peso en agua (molecular sieve study).

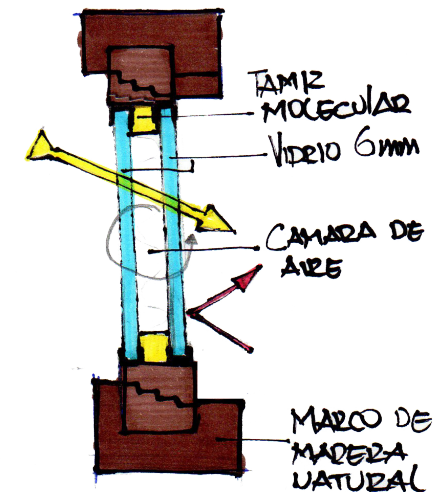


Gráfico 4.27. Estrategia 1_Uso de ventanas con doble vidrio. Elaboración propia.

Estas ventanas están dispuestas en zonas de descanso y en la zona social (Ver Gráfico 4.28), espacios que deben mantener el calor.

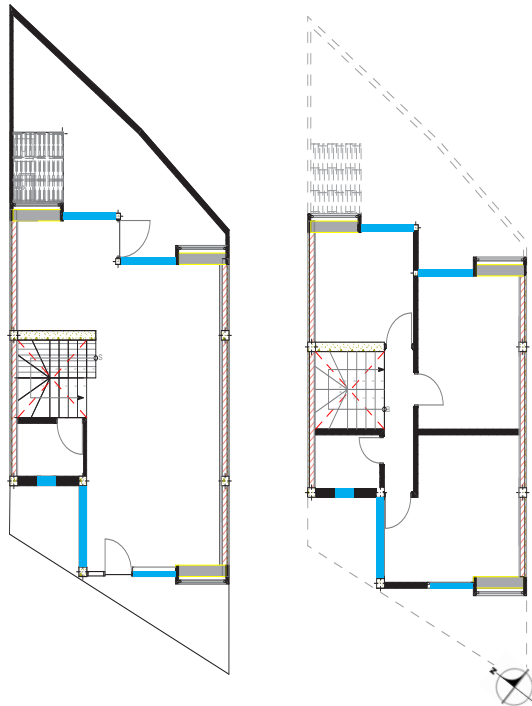


Gráfico 4.28. Disposición de ventanas.

Elaboración propia

Para el marco de las ventanas se ha utilizado madera natural, ya que es un material con alta inercia térmica y ayudara en mantener el calor dentro de la vivienda.

TRAGALUCES

En la vivienda se ha dispuesto de un solo tragaluz o claraboya. Este elemento tiene la capacidad de permitir el ingreso de rayos solares durante todo el día, al igual que iluminación natural.

Estos rayos solares serán aprovechados y absorbidos por las paredes que encierran las gradas, las mismas que son de ladrillo, material que tiene un alto índice de conductividad térmica (Ver Cuadro 4.2), permitiendo que el calor que se capta durante todo el día, sea expulsado en la noche, evitando un salto termico alto y con ello un mejor confort interior.

EL material de las gradas es de madera natural, para que el calor sea absorbido y el ambiente no se enfríe con rapidez.

En esta zona se produce la ventilación por convección (Efecto Chimenea). Se ha colocado doble vidrio en el tragaluz para evitar perdidas de calor ya que el aire caliente tiende a subir por lo que hay que evitar que salga.

Se ha protegido la carpintería de madera (pergola) con otro vidrio para evitar que el sistema falle.

El dormitorio de hijos 1, esta dispuesto (ver plantas arquitectónicas, Gráfico 4.42) de manera que durante la mañana entren rayos solares de manera directa, todo lo contrario sucede en la tarde y noche, donde el calor que ingresa al dormitorio es de manera indirecta a través de la pared que da hacia la claraboya y por el muro trombe que sera explicado mas adelante.

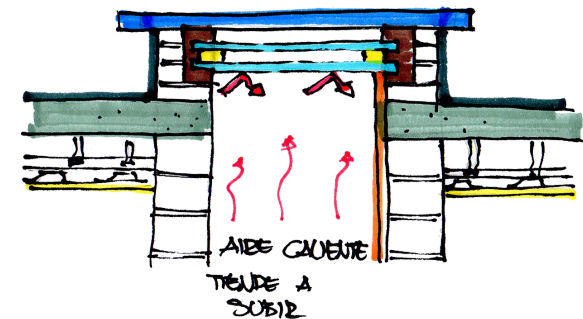


Gráfico 4.29. Estrategia 2_Evitar que el aire caliente salga.

Elaboración propia.

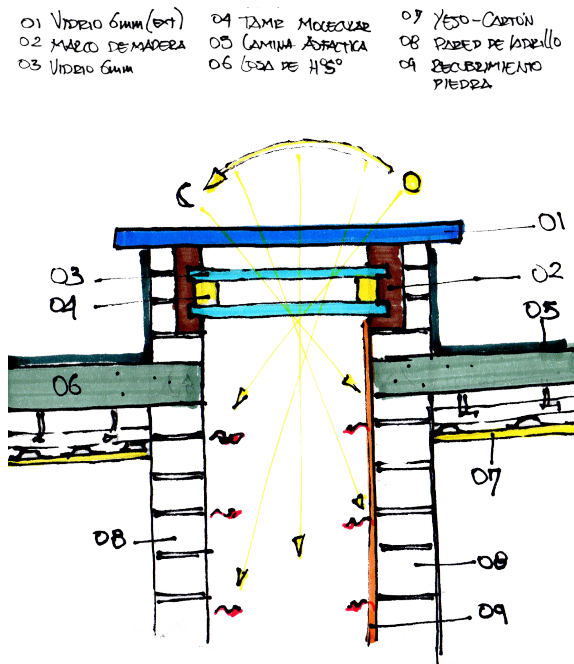


Gráfico 4.30. Estrategia 3_Uso de tragaluz.
Elaboración propia.

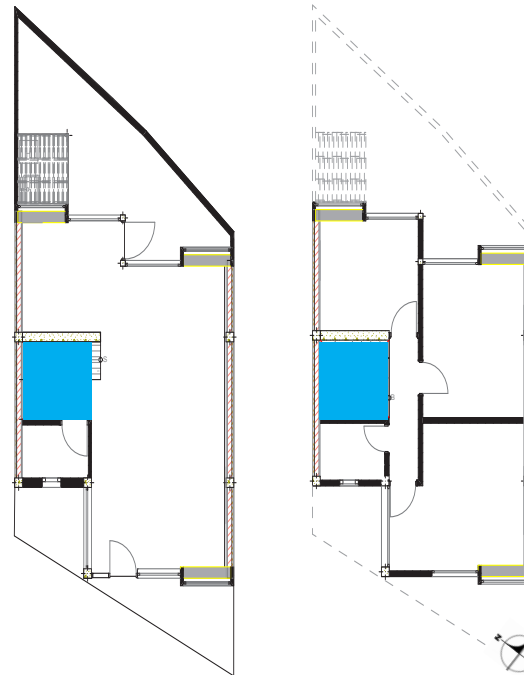


Gráfico 4.31. Disposición del tragaluz. Elaboración propia

B. CAPTACIÓN SOLAR INDIRECTA

Los rayos solares no entran directamente como sucedía en la captación directa a través de superficies acristaladas, aquí la envolvente de la vivienda capta los rayos solares, absorbe estos y los convierte en calor para expulsarlos en el interior.

Los materiales de masa térmica elevada tienen la capacidad de almacenar mayor calor para luego en la noche expulsarlo de forma efectiva. Heywood H, 2012. Pág. 40. Por esta razón se han utilizado materiales con un coeficiente global U dentro de los límites establecidos por la Norma NEC-11. Ver capítulo 3, Cuadro 3.7. Pág: 92

La envolvente de la vivienda esta diseñada con materiales de masa térmica elevada para que al momento de captar calor, lo almacenen y distribuyan de manera efectiva durante todo el día.

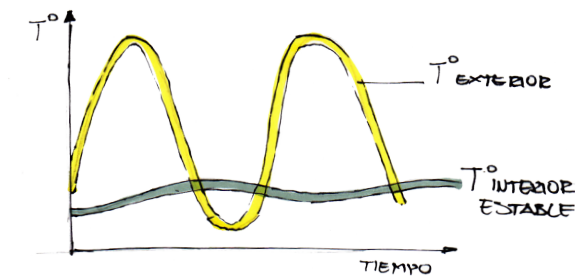


Gráfico 4.32. Estrategia 4_Ambiente térmico estable.
Elaboración propia.

La pared envolvente 1 (Ver cuadro 4.2), de ladrillo, fue propuesta en el diseño por la manera en que el material se comporta térmicamente en la vivienda 2, estudiada anteriormente. Sin embargo en ese caso no se almacena el calor, por lo cual en el diseño se propone el mismo material pero con un espesor mayor, para que así se pueda captar, almacenar y distribuir

el calor durante todo el día, presentando un comportamiento adecuado en la vivienda propuesta, esto se explicara en los resultados mostrados mas adelante.

Para la protección de la cubierta se ha colocado una lamina asfáltica, este material impide el ingreso de agua a la vivienda, para así evitar la

presencia de humedad, porque de lo contrario el ambiente interior no seria adecuado.

El material de pisos en planta alta, para dormitorios es de madera natural, ya que tiene un índice de conductividad bajo, permitiendo una ganancia alta de calor. Se evita la perdida por la cámara de aire que se crea al momento de la colocación de piso. Para pisos de planta baja, en sala y comedor se utiliza el mismo material.

Según la Norma NEC-11, establece que para la zona ZT3 donde se encuentra emplazada la vivienda el índice de reflexión no debe ser mayor al 60% en el interior, razón por la cual se utilizo un color beige en paredes con un índice de reflectividad del 25%. En pisos se utilizaron colores del 32% de reflectancia. Con estos colores se evitan el efecto de deslumbramiento.

A continuación se muestra el Cuadro 4.2, donde se observa los materiales utilizados para la vivienda.

COLOR	% REFLEJADO
Gris cemento	32
Beige	25

Cuadro 4.3. Reflexión de radiación solar en función del color de la superficie. Fuente: Norma NEC-11.

	MATERIAL	ESPESOR (mm)	Densidad (kg/m3)	Calor Especifico (J/kgK)	CONDUC (λ)	VALOR U
Piso de madera	Suelo	1500	1300	1046	0,837	0,4
	Replanteo de piedra	200	1800	1000	0,96	
	Mortero	50	3800	656,9	0,753	
	Cámara de Aire	50	1,3	1004	5,56	
	Duela de madera	15	550	2301	0,343	
Piso de Porcelanato	Suelo	1500	1300	1046	0,837	0,47
	Replanteo de piedra	200	1800	1000	0,96	
	Mortero	50	3800	656,9	0,753	
	Porcelanato	20	2000	850	1200	

Pared envolvente 1	Ladrillo	240	1200	836	0,49	1,42
	Mortero	25	1650	920	0,72	
Pared (Adosada)	Poliestireno	50	46	1130	0,008	0,15
	Ladrillo	150	1200	836	0,49	
	Mortero	25	1650	920	0,72	
	Yeso	10	1200	840	0,52	
Muro Trombe	Mortero	10	1650	920	0,72	1,26
	Ladrillo	280	1200	836	0,49	
	Mortero	10	1650	920	0,72	
	Yeso	10	1200	840	0,52	
Cubierta de losa de hormigón	Lámina Asfáltica impermeabilizante	6	900	1966	0,088	0,86
	Hormigón Armado	150	950	656,9	0,209	
	Cámara de Aire	50	1,3	1004	5,56	
	Yeso	10	1200	840	0,52	

Cuadro 4.2. Estrategia 5_Uso de materiales en el diseño de la Vivienda Bioclimática. Elaboración propia.

Paredes de baja inercia térmica.

Los materiales aislantes no almacenan bien el calor ni lo transmiten, por lo que hemos visto conveniente colocar este tipo de paredes en los laterales de la vivienda donde nos adosaremos, ya que no sabemos que uso se esta dando al otro lado de la pared o la capacidad del material al cual nos adosamos.

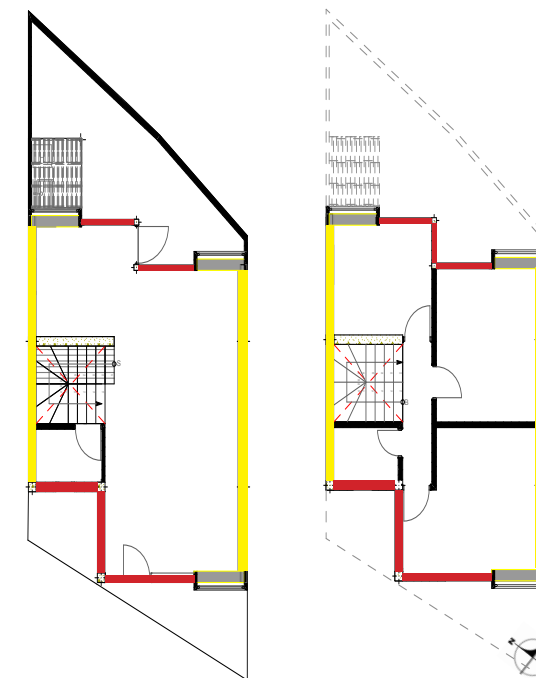


Gráfico 4.33. Disposición de paredes con aislamiento (Amarillo) y paredes inercia térmica alta (Rojo) . Elaboración propia

Con esto podemos mantener el calor ganado durante el día en nuestra vivienda y no perder.

La pared adosada (Ver Cuadro 4.2), es diseñada pensando en la inercia térmica de los materiales. Se necesita de un material con un aislamiento alto, por lo explicado anteriormente, y el poliestireno es un material con esas características, razón por la cual se ha utilizado en el proyecto.

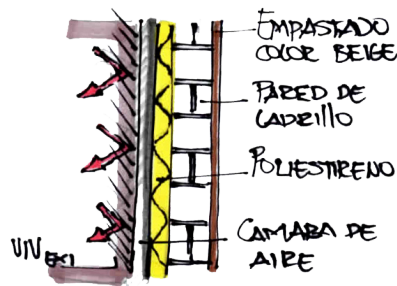


Gráfico 4.34. Estrategia 6_Paredes adosadas con aislamiento térmico. Elaboración propia.

Paredes de alta inercia térmica.

Los materiales que utilizamos para la envolvente fueron muros de 26.5cm de ancho (el espesor de pared juega un papel importante en el Valor U) de ladrillo

La pared envolvente 1 presenta un valor U o

transmitancia térmica de 1.42 (Ver cuadro 4.2), Este valor nos indica que la pared tiene la capacidad de conservar el calor captado durante el día y en la noche poder liberar progresivamente, a su vez cumple con los límites de valor U establecidos por la Norma NEC-11. Ver capítulo 3. Cuadro 3.7. Pág. 92.

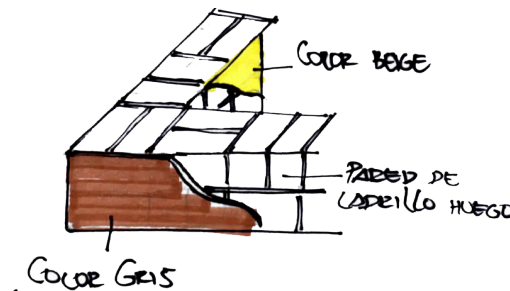


Gráfico 4.35. Estrategia 7_Paredes de alta inercia térmica. Elaboración propia.

Muro trombe.

El muro trombe tiene la función de captar la radiación solar durante el día y expulsarlo lentamente durante la noche, se combina con la estrategia de efecto invernadero, es decir, que captura el calor en la cámara de aire creada a partir de una superficie acristalada y la pared

El muro trombe propuesto en la vivienda esta

conformado por una pared de alta inercia térmica de 30cm recubierta con pintura negra para absorber mas calor, una cámara de aire de 10cm y una superficie acristalada de 6mm de espesor. El muro capta los rayos solares durante la mañana en las paredes de dos cuartos, cocina y comedor, y durante la tarde capta en el dormitorio principal y en la sala.

Este muro trombe no es ventilado ya que este diseño permite que la temperatura que se encuentra en la cámara de aire sea mayor que la de un muro ventilado, es decir que permite un mayor almacenamiento durante el día y con ello una mejor y mayor transmitancia de calor al interior.

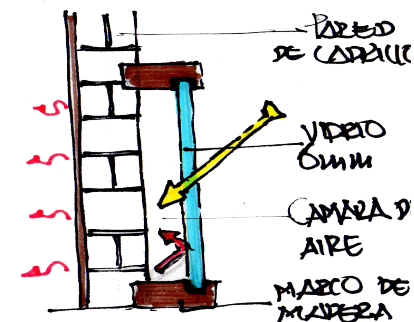


Gráfico 4.36. Estrategia 8_Muro trombe no ventilado. Elaboración propia.

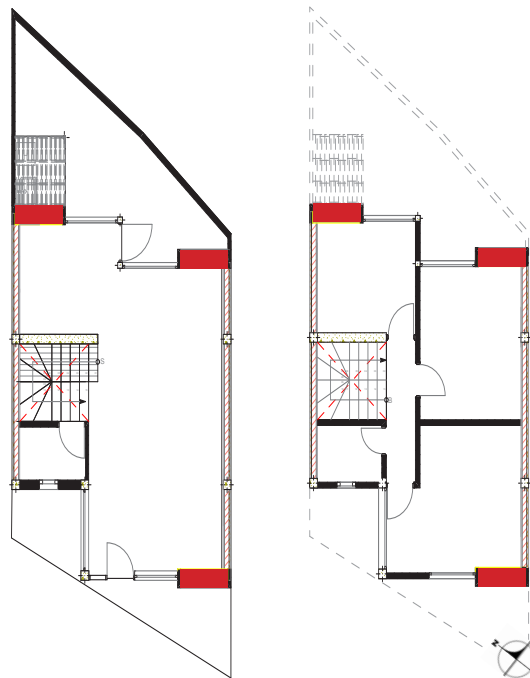


Gráfico 4.37. Disposición del Muro trombe.

Elaboración propia

Persianas

Este elemento es colocado en todas las ventanas de la vivienda, para que el residente lo utilice cuando lo crea conveniente. Este elemento impide el ingreso de los rayos solares en épocas muy calientes.

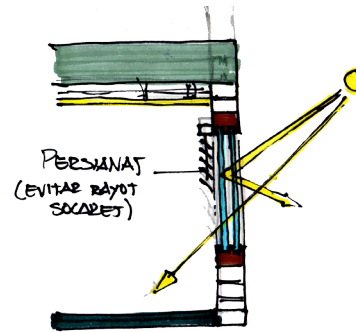


Gráfico 4.38. Estrategia 9_ Uso de persianas para evitar los rayos solares. Elaboración propia.

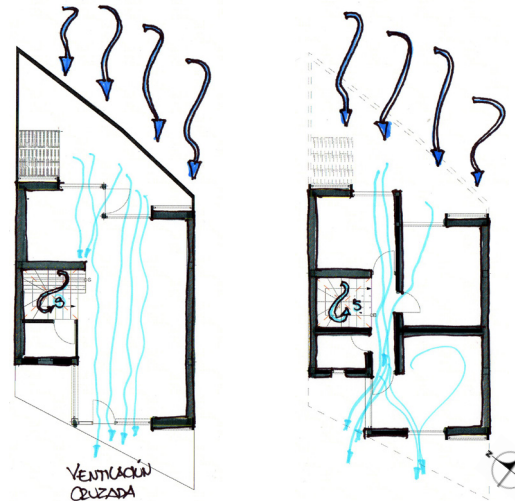


Gráfico 4.39. Estrategia 10_ Ventilación cruzada.

Elaboración propia.

Análisis de vientos

Es importante tomar en cuenta la manera en que influyen los vientos dentro de la edificación (Ver Gráfico 4.39), de manera positiva o negativa si no se los sabe controlar adecuadamente. Positivamente porque mediante el recorrido del viento se aprovecha para ventilar naturalmente la vivienda. Como estrategia de diseño y disposición de los espacios en la planta arquitectónica, se realiza una ventilación cruzada; pero si no se controla el ingreso y salida del aire, o si existen infiltraciones, los espacios interiores pueden perder calor. En caso de que se genere pérdidas considerables de calor, se recomienda utilizar ventilaciones independientes de cada espacio.

El tener una ventilación adecuada es positivo en varios aspectos: por salubridad, por confort (calidad de aire), renueva el aire necesario para respirar, evita concentración de contaminantes molestos (olores, humedad relativa).

Cabe recalcar en este punto, que el software no nos permite realizar una simulación para obtención de datos acerca de la calidad del ambiente interior, por lo mismo no se ha profundizado en el tema.

Sin embargo, podemos obtener la dirección de los vientos, para una correcta ventilación cruzada. (Ver Gráfico 4.24. Pág. 106)

4.3. ANTEPROYECTO

4.3.1. PLANTAS ARQUITECTÓNICAS

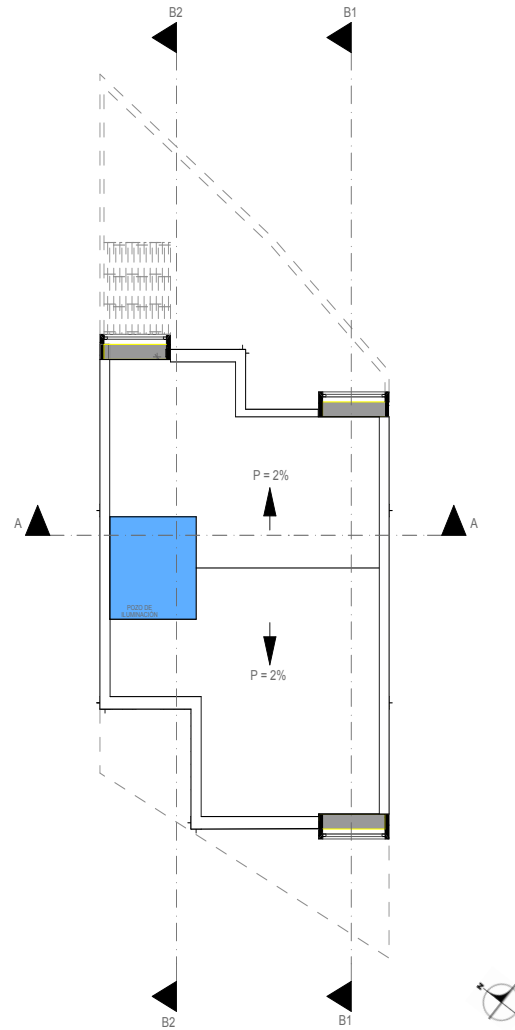


Gráfico 4.40. Planta CUBIERTAS _sin escala. Elaboración propia.

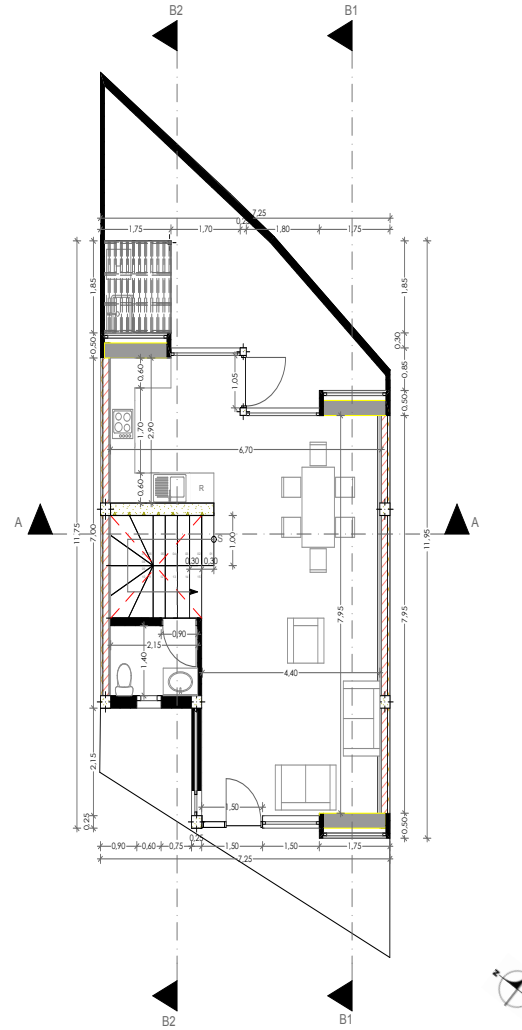


Gráfico 4.41. Planta BAJA _sin escala. Elaboración propia.

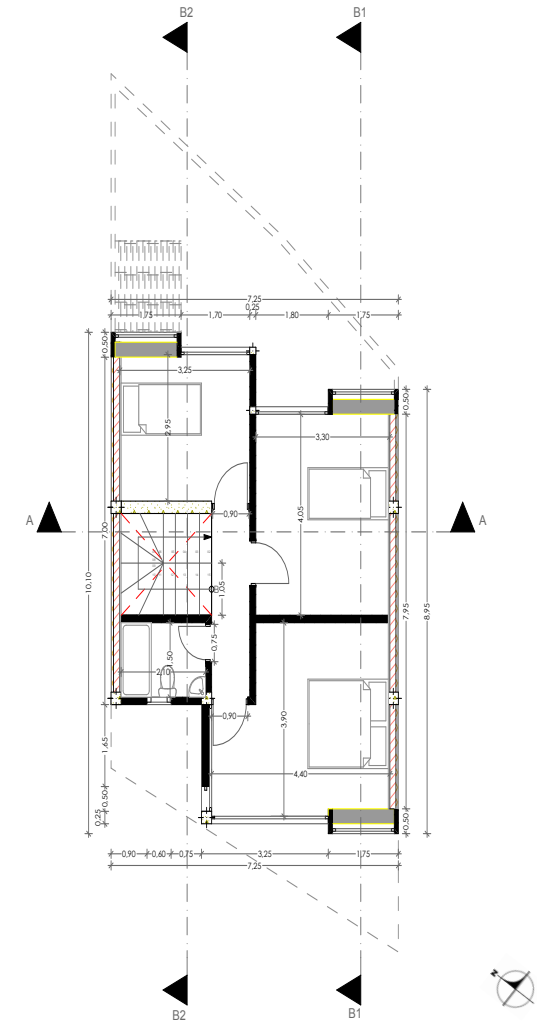


Gráfico 4.42. Planta ALTA _sin escala. Elaboración propia.

4.3.2. ELEVACIONES

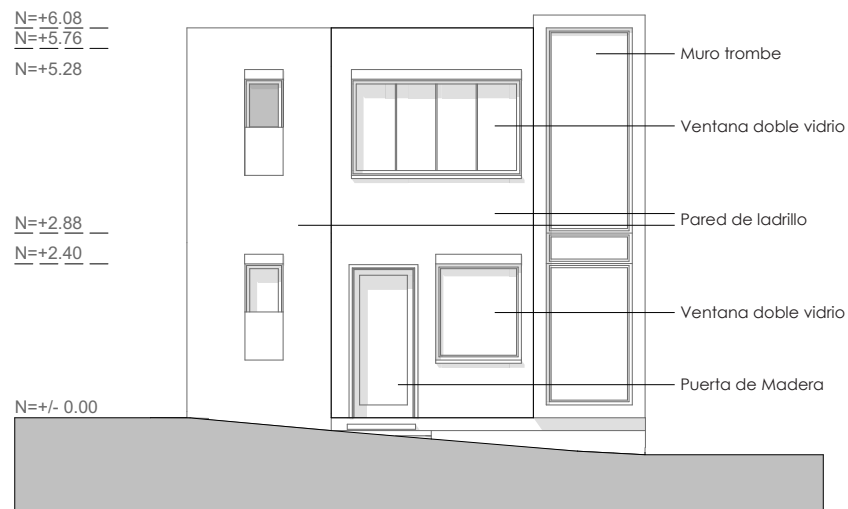


Gráfico 4.43. Elevación FRONTAL _ sin escala. Elaboración propia

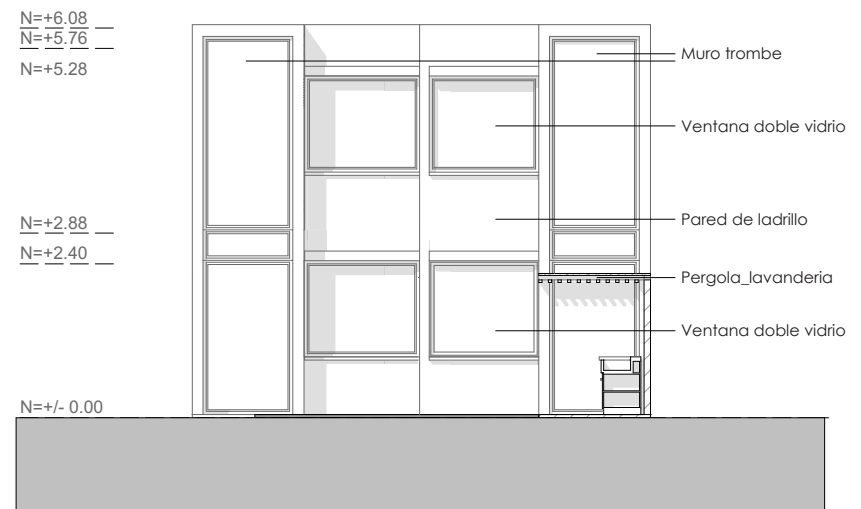


Gráfico 4.44. Elevación POSTERIOR _ sin escala. Elaboración propia

4.3.3. RELACIÓN FACHADA _ VENTANA

Como se puede observar la relación entre ventana y fachada cumple con lo indicado anteriormente (ver Pág.108) donde el porcentaje de esta relación tanto en fachada frontal como en posterior es menor del 35%, optimizando el ingreso de luz natural y evitando la pérdida de calor. Este valor no significa que mientras mas bajo sea el porcentaje es mejor, debido a que si bien se evita la pérdida de calor también se pierde el ingreso de luz natural, lo que conlleva al uso de luz artificial. Las simulaciones realizadas posteriormente nos dio valores óptimos para ambos casos. La dimensión de las ventanas se combina con ventanas de doble vidrio para evitar pérdidas de calor.

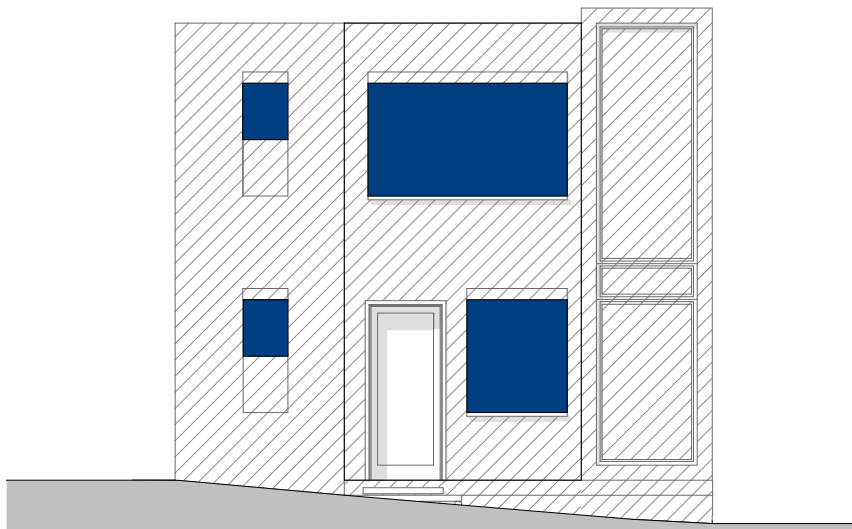


Gráfico 4.45. Relación fachada frontal_vano. Elaboración propia

Superficie de fachada =45.95 m2

Superficie de ventanas =6.87 m2

Relación ventanas-paredes= 15%

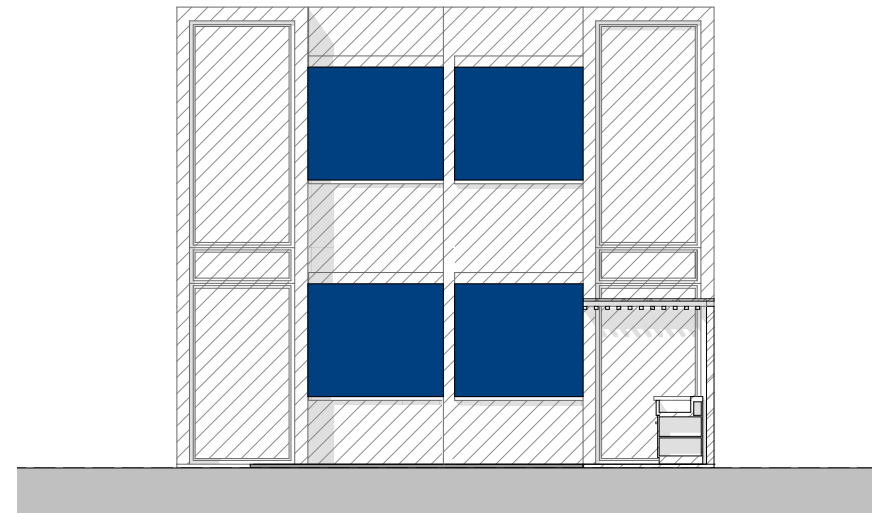


Gráfico 4.46. Relación fachada posterior_vano. Elaboración propia

Superficie de fachada =43.80 m2

Superficie de ventanas =10.53 m2

Relación ventanas-paredes= 24%

4.3.4. SECCIONES CONSTRUCTIVAS

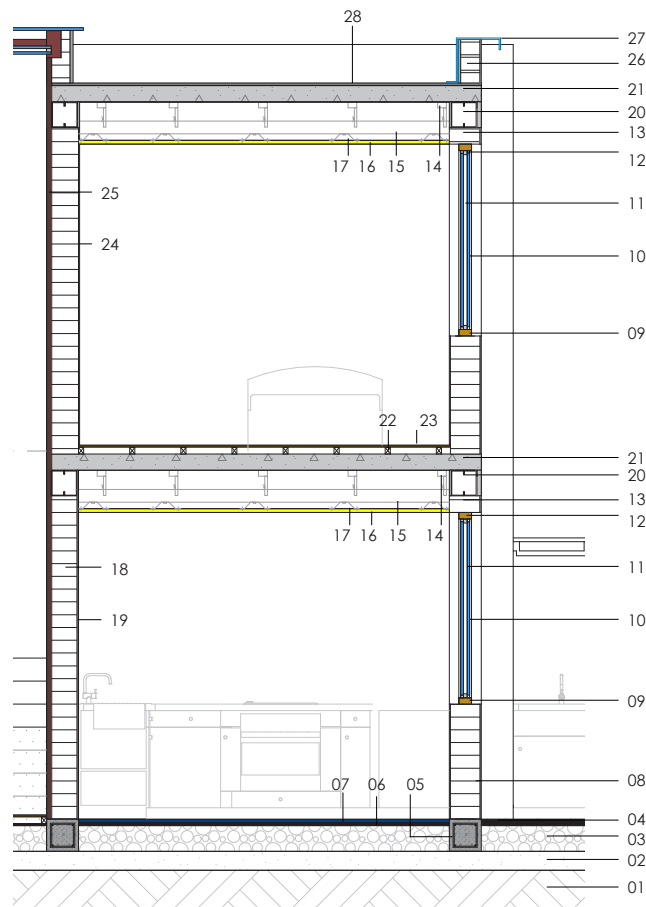


Gráfico 4.47. Sección constructiva B2. Ventanas y materiales.
Elaboración propia.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 01 Suelo compactado
- 02 Material de mejoramiento $h = 15\text{cm}$
- 03 Replanteo de piedra $h = 20\text{cm}$
- 04 Suelo natural (cesped)
- 05 Cadena de H°A° ($25\text{cm} \times 25\text{cm}$)
- 06 Mortero $e = 5\text{cm}$
- 07 Piso de porcelanato color oscuro (evitar deslumbramiento)
- 08 Pared de ladrillo. Color gris. $e = 25\text{cm}$
- 09 Marco de ventana. Madera natural
- 10 Vidrio $e = 6\text{mm}$
- 11 Cámara de aire $e = 7\text{mm}$
- 12 Tamiz molecular absorbente de humedad. (Ekoglass, 2016). (Arcilla y carbones activos)
- 13 Pared de ladrillo. Aparejo holandes. Gráfico 4.35
- 14 Perfil de aluminio para anclaje hacia losa
- 15 Estructura de aluminio. Soporte
- 16 Plancha de yeso cartón
- 17 Perfil Omega para anclaje entre plancha y perfilera
- 18 Pared de ladrillo. Aparejo holandes. Gráfico 4.35
- 19 Empastado
- 20 2 Perfil "G" de $200 \times 50 \times 15$. $e = 2\text{mm}$
- 21 Losa de Hormigón de $210\text{kg}/\text{cm}^2$. $e = 15\text{cm}$. Rasanteada
- 22 Tiras de madera de eucalipto de 4×5
- 23 Piso de madera natural.
- 24 Empastado y pintado. Color Beige
- 25 Recubrimiento de piedra caliza
- 26 Pared de Ladrillo. Cierre
- 27 Goteron de aluminio
- 28 Lamina Asfáltica impermeabilizante



Gráfico 4.48. Esquema de rayos solares en el interior de la vivienda. Elaboración propia.

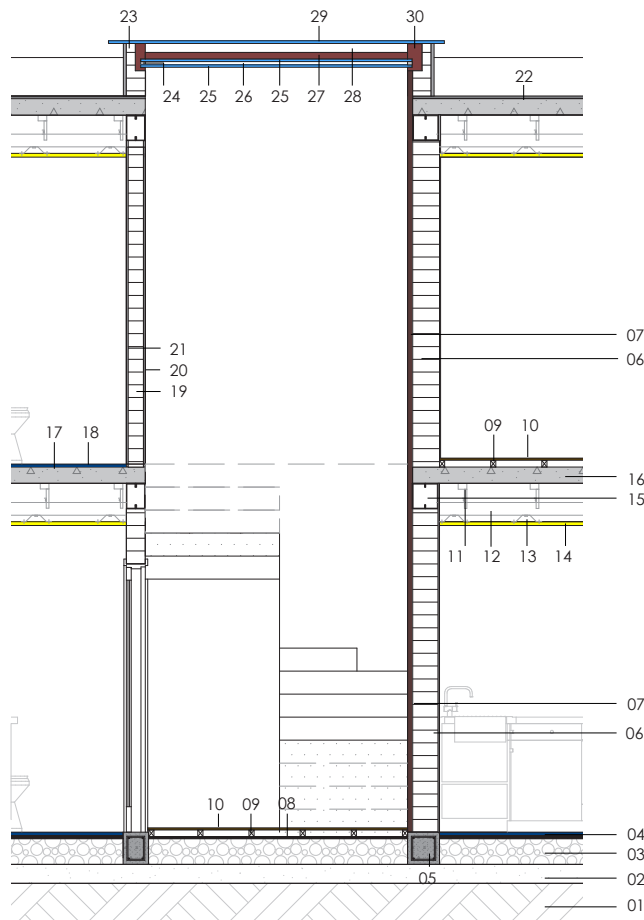


Gráfico 4.49. Sección constructiva B2. Tragaluz y materiales.
Elaboración propia.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 01 Suelo compactado
- 02 Material de mejoramiento h = 15cm
- 03 Replanteo de piedra h = 20cm
- 04 Piso de porcelanato color oscuro (evitar deslumbramiento)
- 05 Cadena de H°A° (25cm x 25cm)
- 06 Pared de ladrillo e=20cm
- 07 Empastado
- 08 Mortero e = 5cm
- 09 Tiras de madera de eucalipto de 4x5cm
- 10 Piso de madera natural.
- 11 Perfil de aluminio para anclaje hacia losa
- 12 Estructura de aluminio. Soporte
- 13 Perfil Omega para anclaje entre plancha y perfilera
- 14 Plancha de yeso cartón
- 15 2 Perfil "G" de 200x50x15. e = 2mm
- 16 Losa de Hormigón de 210kg/cm²
- 17 Pegante para porcelanato
- 18 Porcelanato claro
- 19 Pared de ladrillo. Aparejo a soga
- 20 Empastado y pintado. Color Beige
- 21 Recubrimiento de porcelanato
- 22 Lamina Asfáltica impermeabilizante
- 23 Pared de Ladrillo. Empotrar madera de pergola
- 25 Tamiz molecular absorbente de humedad. (Ekoglass, 2016)
- 26 Vidrio e = 6mm
- 27 Cámara de aire e = 7mm
- 28 Madera natural de 7x5cm
- 29 Cámara de aire
- 30 Vidrio e = 6mm
- 30 Marco de madera natural, para soporte de vidrio



Gráfico 4.50. Esquema de rayos solares en el interior de la vivienda.
Elaboración propia.

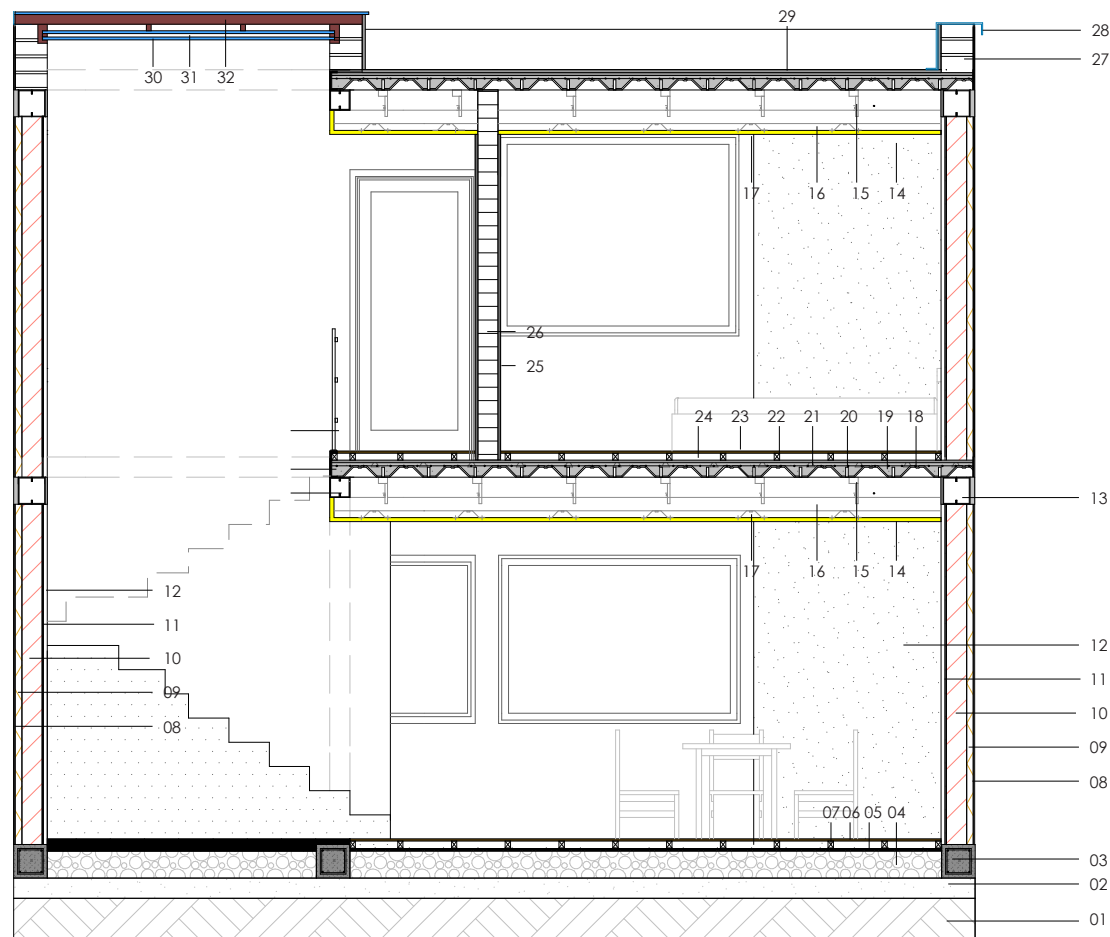


Gráfico 4.51. Sección constructiva A. Paredes de baja conductividad térmica. Elaboración propia.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 01 Suelo compactado
- 02 Material de mejoramiento h = 15cm
- 03 Cadena de H°A° (25cm x 25cm)
- 04 Replantillo de piedra h = 20cm
- 05 Mortero de cemento e = 5cm
- 06 Piso de madera natural.
- 07 Tiras de madera de eucalipto de 4x5cm
- 08 Mortero
- 09 Poliestireno expandido(material aislante)
- 10 Pared de ladrillo.
- 11 Empastado y pintado. Color Beige.
- 12 Cara interior del muro trombe.
- 13 2 Perfil "G" de 200x50x15 e=2mm
- 14 Plancha de Yeso cartón
- 15 Perfil de aluminio para anclaje hacia losa
- 16 Estructura de aluminio. Soporte
- 17 Perfil omega para anclaje entre plancha y perfilería
- 18 Placa colaborante h = 10cm
- 19 Losa de Hormigón de 210kg/cm2
- 20 Perno conector de corte
- 21 Malla de retracción
- 22 Tiras de madera de eucalipto de 4x5cm
- 23 Piso de madera.
- 24 Rasanteado
- 25 Empastado y pintado. Color beige
- 26 Pared de ladrillo. e = 15cm
- 27 Pared de Ladrillo. Cierre
- 28 Goteron de aluminio
- 29 Lamina asfáltica impermeabilizante
- 30 Vidrio de 6mm
- 31 Cámara de aire e = 7mm
- 32 Madera natural

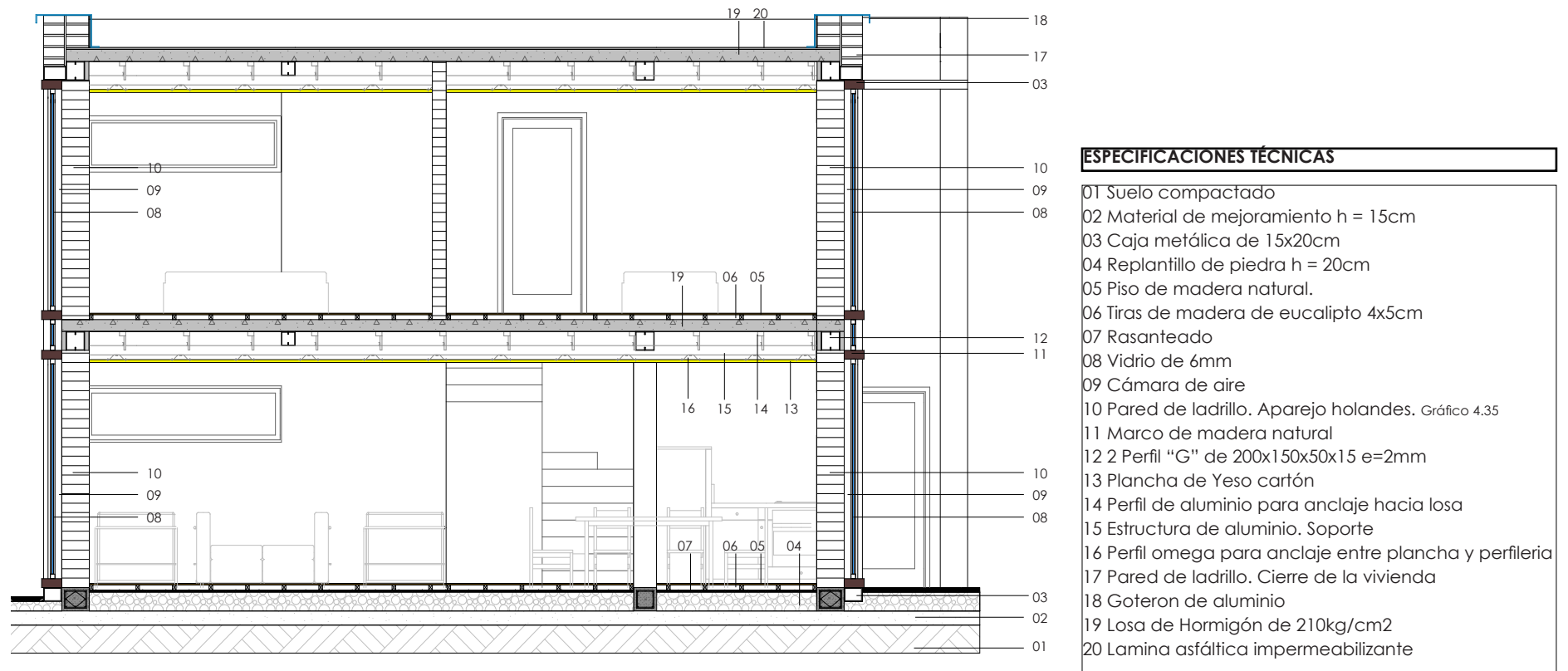


Gráfico 4.52. Sección constructiva B1. Muro trombe. **Elaboración propia.**



4.3.5. PERSPECTIVAS DEL PROYECTO



Foto 4.5. Perspectivas externas e internas de la propuesta. Elaboración propia.

4.4. VALIDACIÓN DE LA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA.

Para la validación de la propuesta de la vivienda bioclimática, como se explicó en capítulos anteriores, esta se va a realizar mediante el software "Ecotect". El cual nos permite realizar la simulación del comportamiento energético, térmico, lumínico y de humedad relativa. Todos estos análisis se realizaron en base a las fichas que se obtuvieron de las siete viviendas estudiadas anteriormente.

En primer lugar, se realizó la modelación de la vivienda propuesta en base a zonas térmicas (espacios cerrados) según el diseño de la misma. Se define en cada elemento las características y propiedades del material y sistema constructivo, como son espesor, densidad, conductividad térmica, calor específico, color; todos estos con un resultado del valor "U" dentro del margen que la norma NEC-11 nos indica.

Antes de proceder a la validación y obtención de las gráficas resultantes, se ingresan los datos meteorológicos de la ciudad como son; temperatura, humedad relativa, radiación, dirección y velocidad de los vientos; así como los datos de ubicación que son; orientación, latitud, longitud y altitud. Los resultados de las simulaciones se realizaron en los dos equinoccios (21 de marzo y 21 de septiembre) y en los dos solsticios (21 de junio y 21 de diciembre) que son los días más representativos de la trayectoria solar.

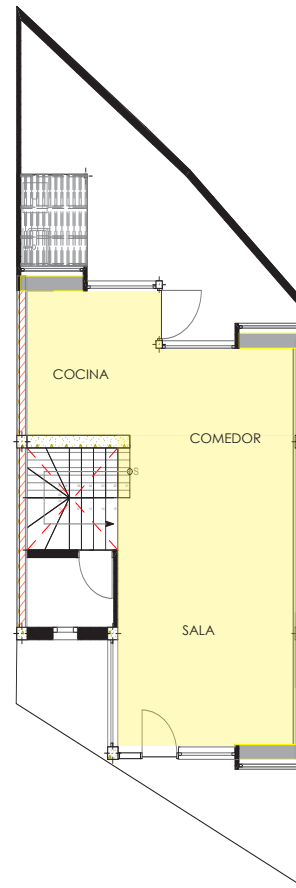


Gráfico 4.53. Espacios analizados en la validación del proyecto
PLANTA BAJA. Elaboración propia

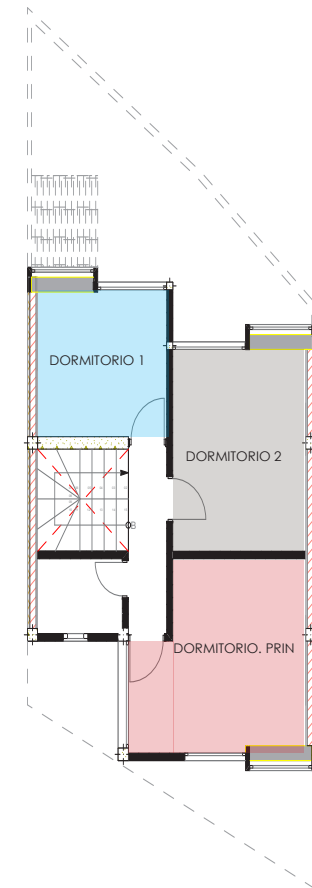


Gráfico 4.54. Espacios analizados en la validación del proyecto
PLANTA ALTA. Elaboración propia

4.4.1. COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LAS ZONAS DE LA VIVIENDA.

Dentro del cálculo térmico, el software determina el flujo de calor que existe entre zonas adyacentes, es decir considera las ganancias de calor inter-zonales que se generan.

Este análisis se realizó en las zonas donde los habitantes generalmente se encuentran mayor tiempo: en el área social (sala-comedor-cocina) y en el área de descanso (dormitorio principal y dos dormitorios de hijos).

Posteriormente se observan los gráficos obtenidos de estos espacios con los valores resultantes a lo largo del día, donde los espacios en los dos solsticios y dos equinoccios se encuentran dentro de la franja de confort. La temperatura promedio mínima en los equinoccios es 19°C y la promedio máxima 21°C ; en los solsticios la temperatura promedio mínima es 18.62°C y la temperatura promedio máxima es 21°C . También observamos que en la mayoría de horas, la temperatura interior es mayor a la exterior y esta se mantiene constante, evitando saltos térmicos que existen en el exterior.

Estos resultados nos indican que las estrategias propuestas funcionan correctamente (capta-almacena-distribuye) el calor al interior de la vivienda.

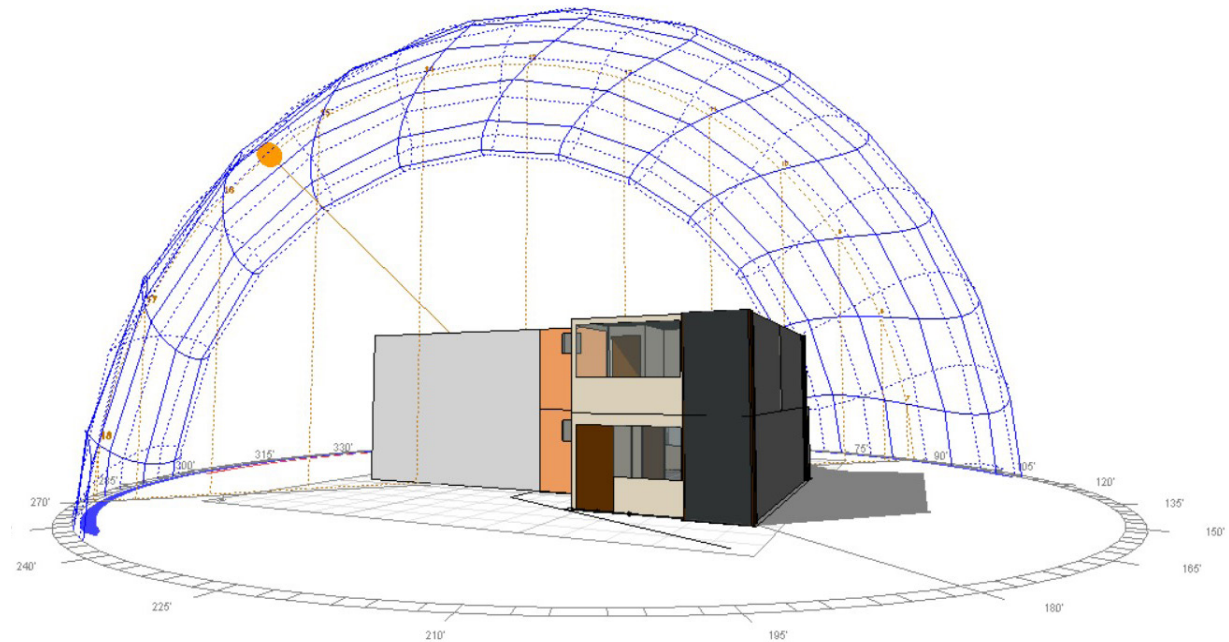


Gráfico 4.55. Perspectiva de la vivienda con criterios bioclimáticos. Elaboración propia.

EQUINOCCIO 21 DE MARZO

SALA, COMEDOR Y COCINA

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	20.2	20.2	20.2	20.2	20.1	20.1	20.1	20.3	20.4	21.4	21.5	21.3	21.3	21.8	21.5	21.1	20.7	21	20.5	20.4	20.4	20.4	20.4	20.3	21
	EXTERIOR (°C)	15	14.9	14.8	14.7	14.6	14.6	14.6	14.8	14.9	15.7	16.1	16.3	16.5	16.8	16.9	16.9	16.6	16.6	16.3	16	15.7	15.4	15.1	14.8	15.5
	TEM.DIF (°C)	5.2	5.3	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.7	5.4	5	4.8	5	4.6	4.2	4.1	4.4	4.2	4.4	4.7	5	5.3	5.5	5

Cuadro 4.4. Rangos de temperatura de sala, comedor y cocina. Elaboración propia.

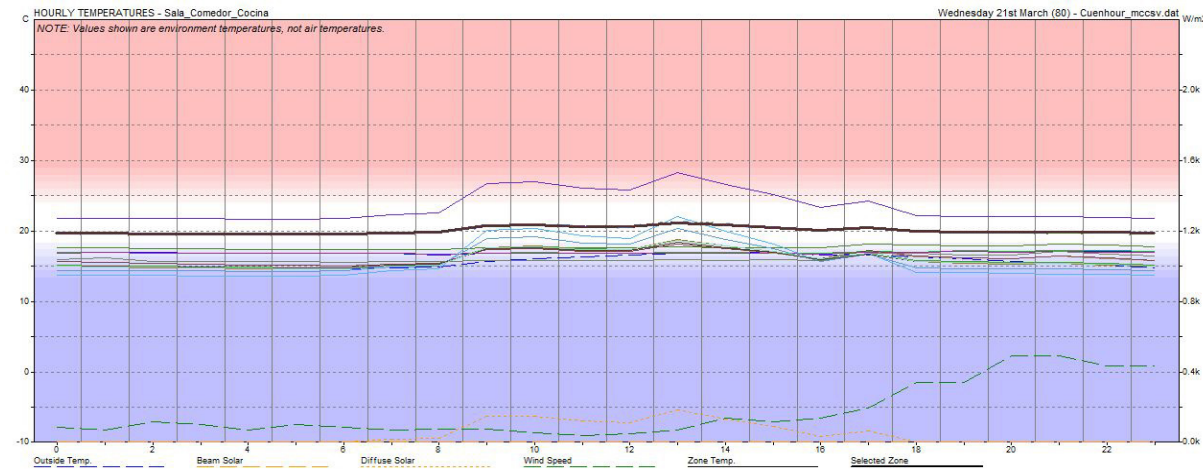


Gráfico 4.56. Resultados de temperatura de sala, comedor y cocina. Elaboración propia. ECOTECT.

DORMITORIO PRINCIPAL

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	19	19	18.9	18.9	18.9	18.8	18.8	18.9	18.6	18.8	18.9	18.8	18.9	19	18.9	18.9	18.8	19	18.9	19.2	19.1	19.2	19.1	19	19
	EXTERIOR (°C)	15	14.9	14.8	14.7	14.6	14.6	14.6	14.8	14.9	15.7	16.1	16.3	16.5	16.8	16.9	16.9	16.6	16.6	16.3	16	15.7	15.4	15.1	14.8	15.5
	TEM.DIF (°C)	4	4.1	4.1	4.2	4.3	4.2	4.2	4.1	3.7	3.1	2.8	2.5	2.4	2.2	2	2	2.2	2.4	2.6	3.2	3.4	3.8	4	4.2	3

Cuadro 4.5. Rangos de temperatura de Dormitorio principal. Elaboración propia.

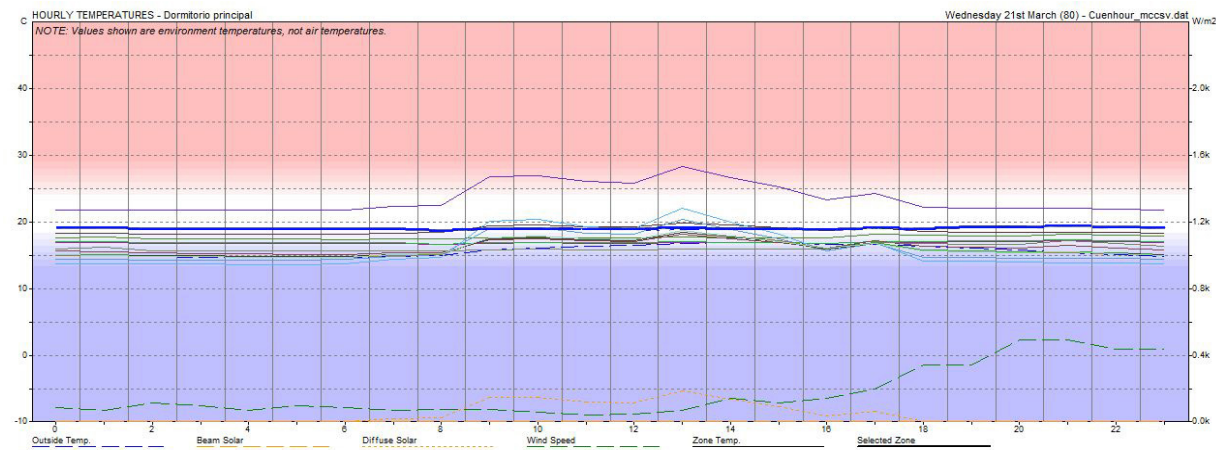


Gráfico 4.57. Resultados de temperatura del dormitorio principal. Elaboración propia. ECOTECT.

DORMITORIO 1

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	18.9	19	18.9	18.9	18.8	18.8	18.8	18.8	18.6	18.9	18.9	18.9	18.8	19	18.9	18.9	18.8	19.1	19	19.1	19.1	19.3	19.1	19	19
	EXTERIOR (°C)	15	14.9	14.8	14.7	14.6	14.6	14.6	14.8	14.9	15.7	16.1	16.3	16.5	16.8	16.9	16.9	16.6	16.6	16.3	16	15.7	15.4	15.1	14.8	15.5
	TEM.DIF (°C)	3.9	4.1	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4	3.7	3.2	2.8	2.6	2.3	2.2	2	2	2.2	2.5	2.7	3.1	3.4	3.9	4	4.2	3

Cuadro 4.6. Rangos de temperatura del dormitorio 1. Elaboración propia.

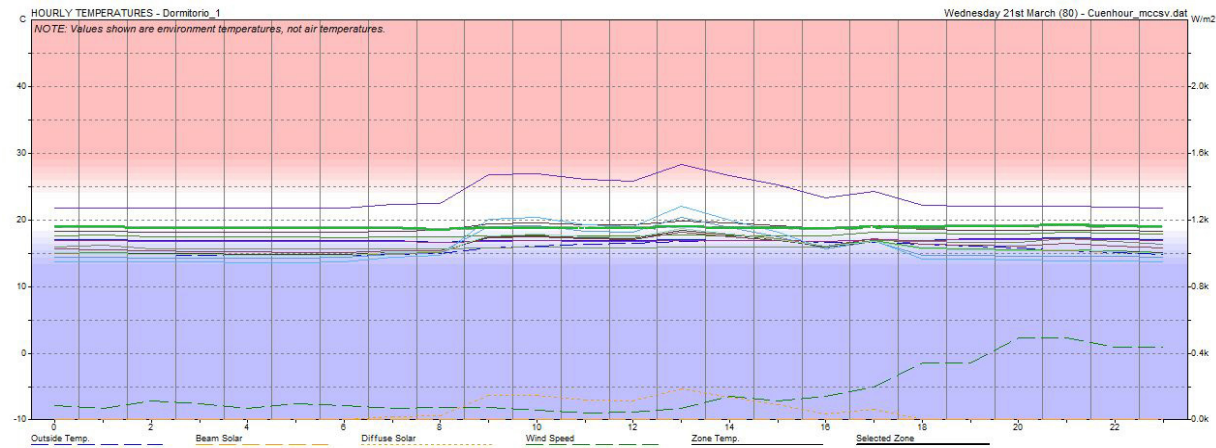


Gráfico 4.58. Resultados de temperatura del dormitorio 1. Elaboración propia. ECOTECT.

DORMITORIO 2

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	18.8	18.9	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.6	18.8	18.8	18.8	18.8	18.9	18.9	18.9	18.7	19	18.9	19	19	19.1	19	18.9	19
	EXTERIOR (°C)	15	14.9	14.8	14.7	14.6	14.6	14.6	14.8	14.9	15.7	16.1	16.3	16.5	16.8	16.9	16.9	16.6	16.6	16.3	16	15.7	15.4	15.1	14.8	15.5
	TEM.DIF (°C)	3.8	4	4	4.1	4.2	4.2	4.2	4	3.7	3.1	2.7	2.5	2.3	2.1	2	2	2.1	2.4	2.6	3	3.3	3.7	3.9	4.1	3.17

Cuadro 4.7. Rangos de temperatura del dormitorio 2. Elaboración propia.

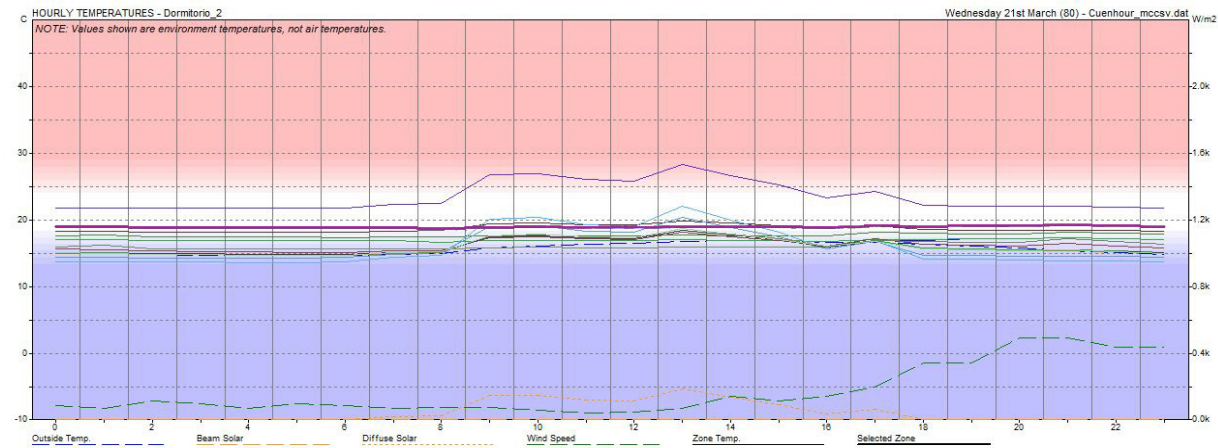


Gráfico 4.59. Resultados de temperatura del dormitorio 2. Elaboración propia. ECOTECT.

EQUINOCCIO 21 DE SEPTIEMBRE

SALA, COMEDOR Y COCINA

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	19.2	19	18.9	18.9	18.8	18.7	19.1	19.4	20.4	21.9	22.4	23.1	21.3	22.5	22.8	22.1	21.1	20.2	19.9	20	19.7	19.8	19.8	19.7	19.5
	EXTERIOR (°C)	12.5	11.9	11.3	10.7	10	9.4	10.6	11	12.3	14.5	16	17.7	17.5	18	18.7	18.7	18	16.8	16.4	16.1	15.7	15.3	15	14.6	14.67
	TEM.DIF (°C)	6.7	7.1	7.6	8.2	8.8	9.3	8.5	8.4	8.1	7.4	6.4	5.4	3.8	4.5	4.1	3.4	3.1	3.4	3.5	3.9	4	4.5	4.8	5.1	4

Cuadro 4.8. Rangos de temperatura de sala, comedor y cocina. Elaboración propia.

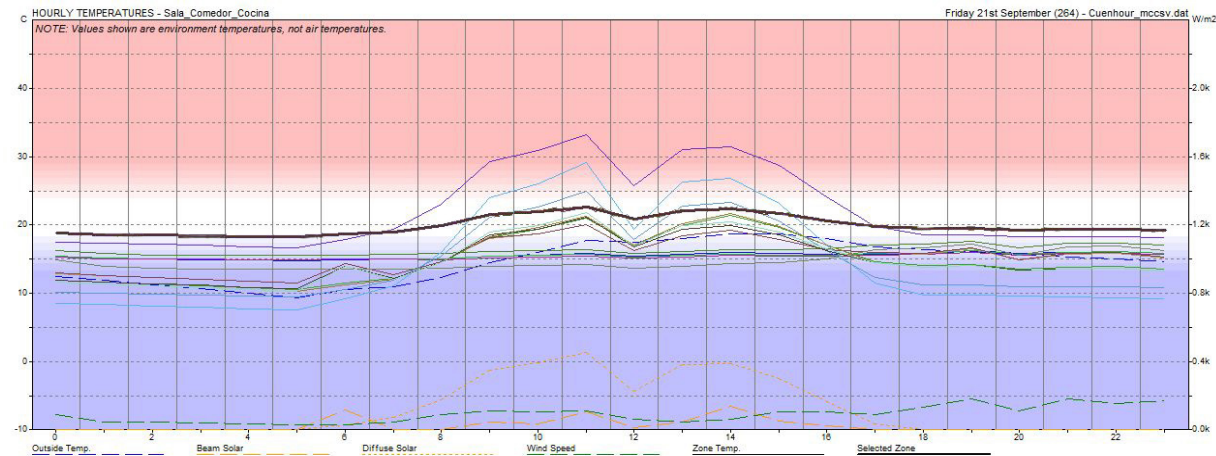


Gráfico 4.60. Resultados de temperatura de sala, comedor y cocina. Elaboración propia. ECOTECT.

DORMITORIO PRINCIPAL

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM
	INTERIOR (°C)	19.4	19.1	19	19	18.9	18.8	19	19	19	19.4	19.6	19.8	19.4	19.7	20	19.8	19.7	19.7	19.8	20.2	19.8	20	20.1	19.9	19.29
	EXTERIOR (°C)	12.5	11.9	11.3	10.7	10	9.4	10.6	11	12.3	14.5	16	17.7	17.5	18	18.7	18.7	18	16.8	16.4	16.1	15.7	15.3	15	14.6	14.67
	TEM.DIF (°C)	6.9	7.2	7.7	8.3	8.9	9.4	8.4	8	6.7	4.9	3.6	2.1	1.9	1.7	1.3	1.1	1.7	2.9	3.4	4.1	4.1	4.7	5.1	5.3	8

Cuadro 4.9. Rangos de temperatura de Dormitorio principal. Elaboración propia.

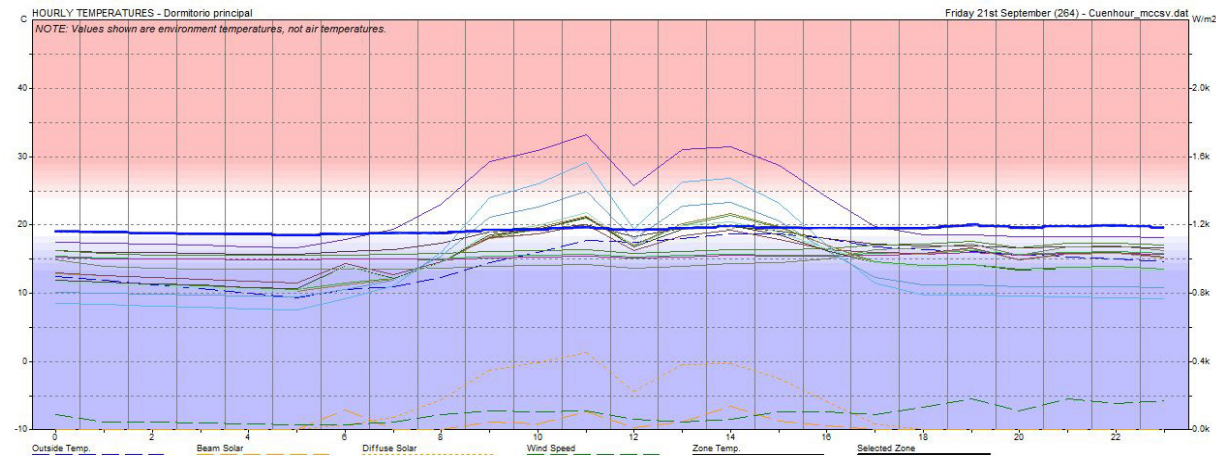


Gráfico 4.61. Resultados de temperatura del dormitorio principal. Elaboración propia. ECOTECT.



DORMITORIO 1

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	19.4	19.1	19	19	18.9	18.9	19.1	19.1	19	19.4	19.5	19.7	19.3	19.5	19.8	19.6	19.6	19.8	19.9	20.3	19.7	20.1	20.1	19.9	19
	EXTERIOR (°C)	12.5	11.9	11.3	10.7	10	9.4	10.6	11	12.3	14.5	16	17.7	17.5	18	18.7	18.7	18	16.8	16.4	16.1	15.7	15.3	15	14.6	14.67
	TEM.DIF (°C)	6.9	7.2	7.7	8.3	8.9	9.5	8.5	8.1	6.7	4.9	3.5	2	1.8	1.5	1.1	0.9	1.6	3	3.5	4.2	4	4.8	5.1	5.3	3

Cuadro 4.10. Rangos de temperatura del dormitorio 1. Elaboración propia.

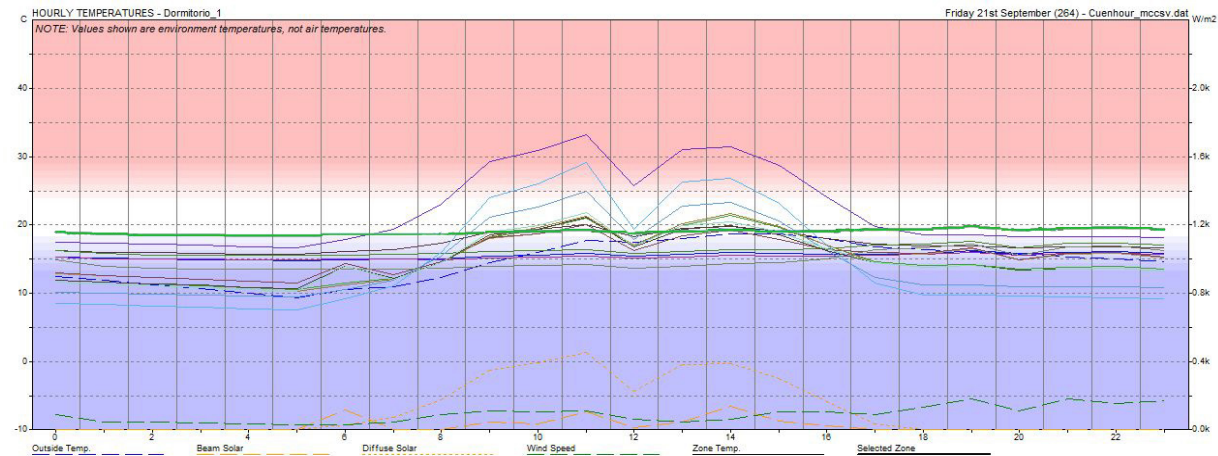


Gráfico 4.62. Resultados de temperatura del dormitorio 1. Elaboración propia. ECOTECT.

DORMITORIO 2

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	19.3	19.1	19	19	18.9	18.9	19.1	19	18.9	19.2	19.3	19.5	19.2	19.3	19.6	19.4	19.4	19.6	19.7	20	19.6	19.8	19.8	19.7	19.25
	EXTERIOR (°C)	12.5	11.9	11.3	10.7	10	9.4	10.6	11	12.3	14.5	16	17.7	17.5	18	18.7	18.7	18	16.8	16.4	16.1	15.7	15.3	15.8	14.6	14.67
	TEM.DIF (°C)	6.8	7.2	7.7	8.3	8.9	9.5	8.5	8	6.6	4.7	3.3	1.8	1.7	1.3	0.9	0.7	1.4	2.8	3.3	3.9	3.9	3.5	3.2	2.9	8

Cuadro 4.11. Rangos de temperatura del dormitorio 2. Elaboración propia.

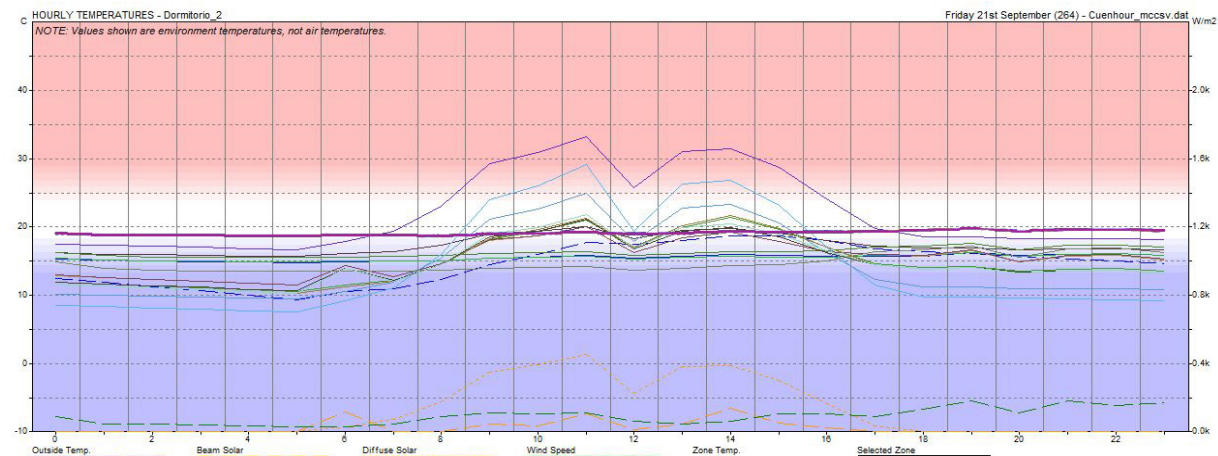


Gráfico 4.63. Resultados de temperatura del dormitorio 2.

Elaboración propia. ECOTECT.

SOLSTICIO 21 DE JUNIO

SALA, COMEDOR Y COCINA

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	20.1	20	20	19.9	19.8	19.8	19.8	20.6	21	21.3	22.3	22	21.5	20.7	20.8	20.5	20.3	20.2	20.3	20.2	20.1	19.9	19.9	19.8	20.75
	EXTERIOR (°C)	17	16.5	15.9	15.4	14.9	14.4	14.6	15.5	16.1	16.6	17.4	17.8	17.8	17.5	17.3	16.9	16.6	16.2	15.9	15.6	15.4	15.1	14.8	14.5	17
	TEM.DIF (°C)	3.1	3.5	4.1	4.5	4.9	5.4	5.2	5.1	4.9	4.7	4.9	4.2	3.7	3.2	3.5	3.6	3.7	4	4.4	4.6	4.7	4.8	5.1	5.3	4

Cuadro 4.12. Rangos de temperatura de sala, comedor y cocina. Elaboración propia.

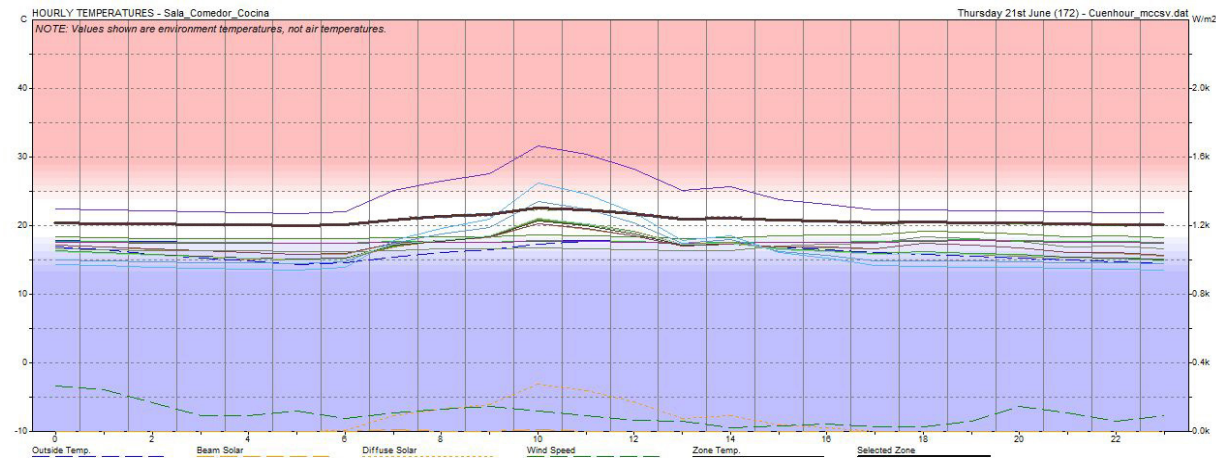


Gráfico 4.64. Resultados de temperatura de sala, comedor y cocina. Elaboración propia. ECOTECT.

DORMITORIO PRINCIPAL

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	18.9	18.8	18.7	18.6	18.5	18.6	18.8	18.6	18.7	18.9	18.9	18.7	18.5	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.8	19	18.9	18.7	18.7	18.6	19
	EXTERIOR (°C)	17	16.5	15.9	15.4	14.9	14.4	14.6	15.5	16.1	16.6	17.4	17.8	17.8	17.5	17.3	16.9	16.6	16.2	15.9	15.6	15.4	15.1	14.8	14.5	17
	TEM.DIF (°C)	1.9	2.3	2.8	3.3	3.7	4.1	4	3.3	2.5	2.1	1.5	1.1	0.9	0	1.3	1.7	2	2.4	2.9	3.4	3.5	3.6	3.9	4.1	2

Cuadro 4.13. Rangos de temperatura de Dormitorio principal. Elaboración propia.

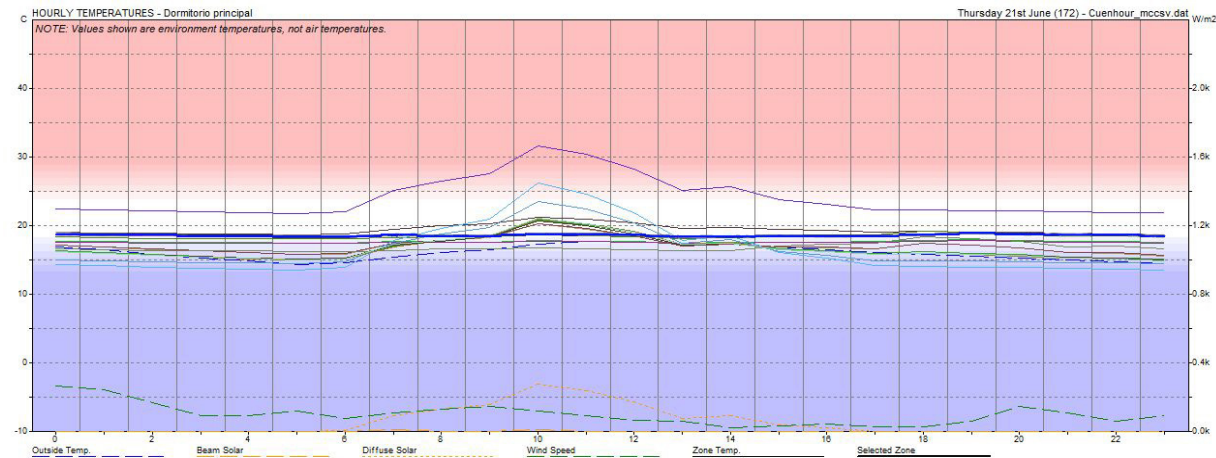


Gráfico 4.65. Resultados de temperatura del dormitorio principal. Elaboración propia. ECOTECT.

DORMITORIO 1

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	18.8	18.7	18.7	18.6	18.6	18.5	18.6	18.7	18.6	18.7	18.9	18.8	18.7	18.5	18.6	18.7	18.7	18.7	19	19.1	19	18.7	18.7	18.6	19
	EXTERIOR (°C)	17	16.5	15.9	15.4	14.9	14.4	14.6	15.5	16.1	16.6	17.4	17.8	17.8	17.5	17.3	16.9	16.6	16.2	15.9	15.6	15.4	15.1	14.8	14.5	17
	TEM.DIF (°C)	1.8	2.2	2.8	3.2	3.7	4.1	4	3.2	2.5	2.1	1.5	1	0.9	1	1.3	1.8	2.1	2.5	3.1	3.5	3.6	3.6	3.9	4.1	2

Cuadro 4.14. Rangos de temperatura del dormitorio 1. Elaboración propia.

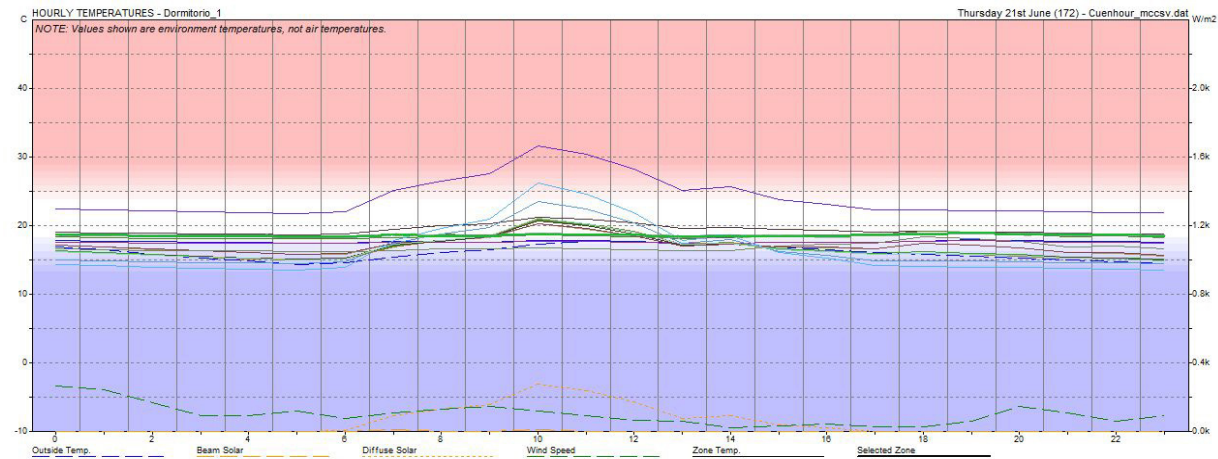


Gráfico 4.66. Resultados de temperatura del dormitorio 1. Elaboración propia. ECOTECT.

DORMITORIO 2

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	18.7	18.6	18.6	18.6	18.5	18.5	18.5	18.6	18.6	18.6	18.8	18.7	18.6	18.5	18.5	18.6	18.6	18.6	18.8	18.9	18.8	18.6	18.6	18.5	18.62
	EXTERIOR (°C)	17	16.5	15.9	15.4	14.9	14.4	14.6	15.5	16.1	16.6	17.4	17.8	17.8	17.5	17.3	16.9	16.6	16.2	15.9	15.6	15.4	15.1	14.8	14.5	17
	TEM.DIF (°C)	1.7	2.1	2.7	3.2	3.6	4.1	3.9	3.1	2.5	2	1.4	0.9	0.8	1	1.2	1.7	2	2.4	2.9	3.3	3.4	3.5	3.8	4	2.25

Cuadro 4.15. Rangos de temperatura del dormitorio 2. Elaboración propia.

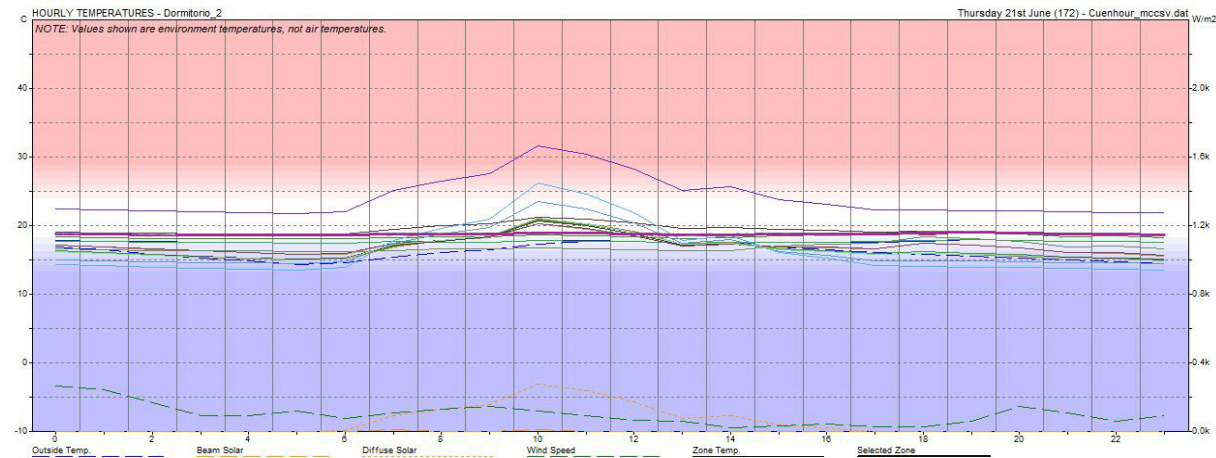


Gráfico 4.67. Resultados de temperatura del dormitorio 2.

Elaboración propia. ECOTECT.

SOLSTICIO 21 DE DICIEMBRE

SALA, COMEDOR Y COCINA

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	20.7	20.4	20.1	20	19.8	19.7	20.1	21	21.9	22.3	22.7	22.3	22.5	22.5	22.4	22.5	22.3	22.1	21.2	20.9	20.9	20.8	20.8	20.7	21
	EXTERIOR (°C)	12.6	11.5	10.3	9.2	8	6.9	7.9	9.4	11.6	13.8	16	17.9	19.3	20.1	20.5	20.3	19.4	17.7	16.9	16.1	15.3	14.5	13.7	12.9	12
	TEM.DIF (°C)	8.1	8.9	9.8	10.8	11.8	12.8	12.2	11.6	10.3	8.5	6.7	4.4	3.2	2.4	1.9	2.2	2.9	4.4	4.3	4.8	5.6	6.3	7.1	7.8	6.28

Cuadro 4.16. Rangos de temperatura de sala, comedor y cocina. Elaboración propia.

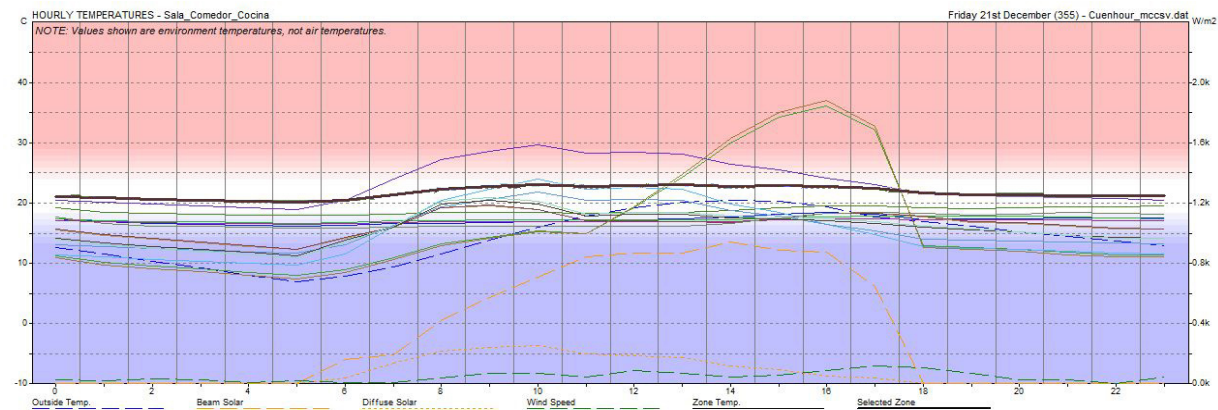


Gráfico 4.68. Resultados de temperatura de sala, comedor y cocina. Elaboración propia. ECOTECT.

DORMITORIO PRINCIPAL

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	19.5	18.9	18.6	18.5	18.3	18.2	18.3	18.6	18.6	18.7	18.9	19	19.3	20.1	19.8	20.2	20.4	20.2	19.2	19.4	19.4	19.5	19.5	19.6	19
	EXTERIOR (°C)	12.6	11.5	10.3	9.2	8	6.9	7.9	9.4	11.6	13.8	16	17.9	19.3	20.1	19.6	19.9	19.4	17.7	16.9	16.1	15.3	14.5	13.7	12.9	12
	TEM.DIF (°C)	6.9	7.4	8.3	9.3	10.3	11.3	10.4	9.2	7	4.9	2.9	1.1	0	0	0.3	0.3	1	2.5	2.3	3.3	4.1	5	5.8	6.7	2.6

Cuadro 4.17. Rangos de temperatura de Dormitorio principal. Elaboración propia.

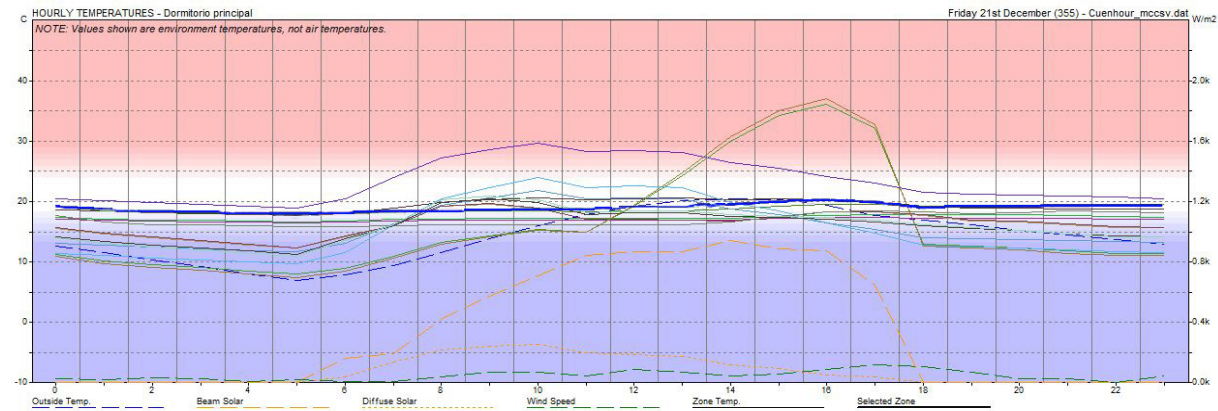


Gráfico 4.69. Resultados de temperatura del dormitorio principal. Elaboración propia. ECOTECT.

DORMITORIO 1

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	19.3	19.2	19.0	18.9	18.8	18.7	18.8	19.0	19.1	19.2	19.3	19.2	19.3	20.3	20.1	20.1	19.8	19.8	19.8	19.9	19.8	19.7	19.5	19.4	19.76
	EXTERIOR (°C)	12.6	11.5	10.3	9.2	8.0	6.9	7.9	9.4	11.6	13.8	16.0	17.9	19.3	20.1	19.6	19.9	19.4	17.7	16.9	16.1	15.3	14.5	13.7	12.9	12
	TEM.DIF (°C)	6.7	7.7	8.7	9.7	10.8	11.8	10.9	9.6	7.5	5.4	3.3	1.3	0	0.2	0.5	0.2	0.4	2.1	2.9	3.8	4.5	5.2	5.8	6.5	0.23

Cuadro 4.18. Rangos de temperatura del dormitorio 1. Elaboración propia.

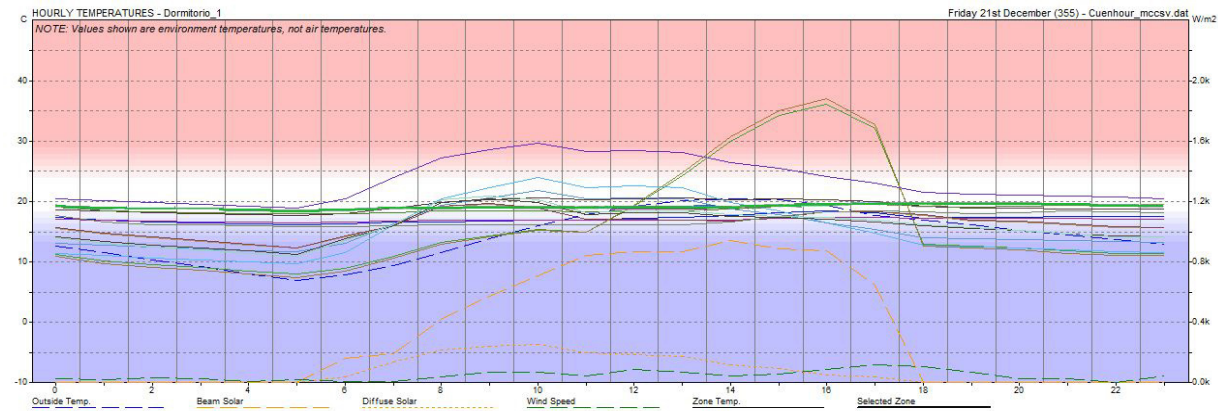


Gráfico 4.70. Resultados de temperatura del dormitorio 1.

Elaboración propia. ECOTECT.

DORMITORIO 2

CUADRO DE RESULTADOS																										
TEMPERATURA	HORAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	PROM.
	INTERIOR (°C)	19.1	18.9	18.7	18.7	18.6	18.5	18.6	18.8	18.9	18.9	19.0	18.9	19.6	20.6	20.0	20.0	19.6	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.2	19.1	19.8
	EXTERIOR (°C)	12.6	11.5	10.3	9.2	8	6.9	7.9	9.4	11.6	13.8	16	17.9	19.3	20.1	19.6	19.9	19.4	17.7	16.9	16.1	15.3	14.5	13.7	12.9	12
	TEM.DIF (°C)	6.5	7.4	8.4	9.5	10.6	11.6	10.7	9.4	7.3	5.1	3	1	0.3	0.5	0.6	0.1	0.2	1.6	2.4	3.2	4	4.8	5.5	6.2	3.11

Cuadro 4.19. Rangos de temperatura del dormitorio 2. Elaboración propia.

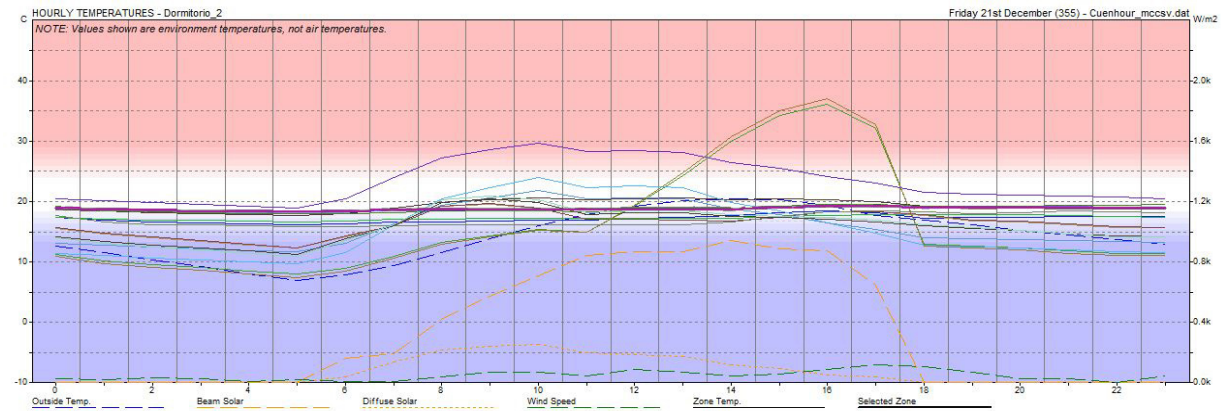


Gráfico 4.71. Resultados de temperatura del dormitorio 2.

Elaboración propia. ECOTECT.

4.4.2. COMPORTAMIENTO LUMÍNICO DE LAS ZONAS DE LA VIVIENDA.

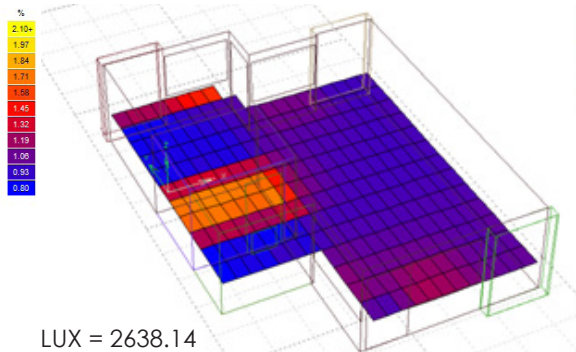


Gráfico 4.72. Iluminación PLANTA BAJA
Elaboración propia. ECOTECT

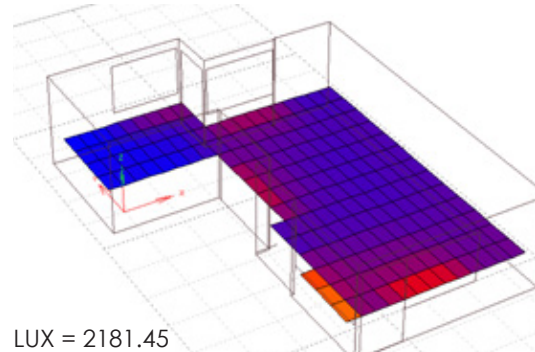


Gráfico 4.74. Iluminación SALA, COMEDOR Y COCINA
Elaboración propia. ECOTECT

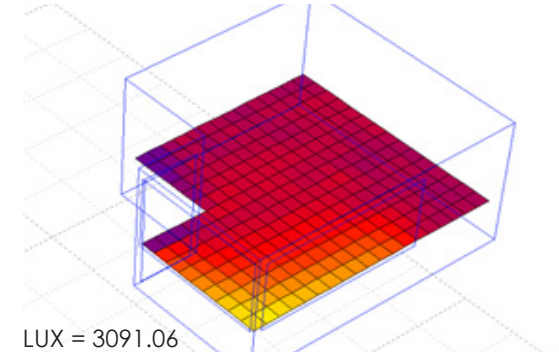


Gráfico 4.76. Iluminación DORMITORIO PRINCIPAL
Elaboración propia. ECOTECT

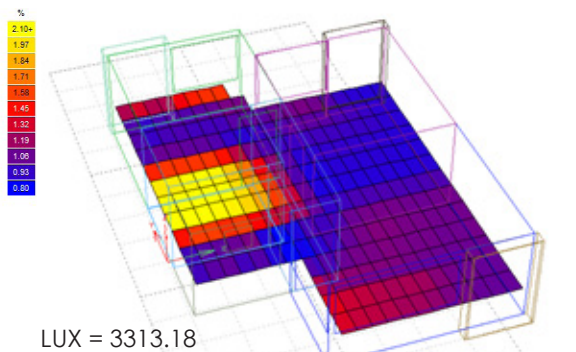


Gráfico 4.73. Iluminación PLANTA ALTA
Elaboración propia. ECOTECT

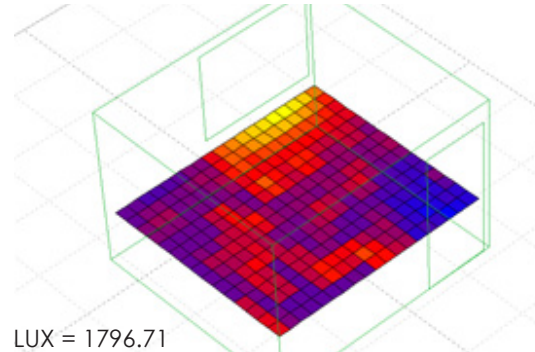


Gráfico 4.75. Iluminación DORMITORIO 1
Elaboración propia. ECOTECT

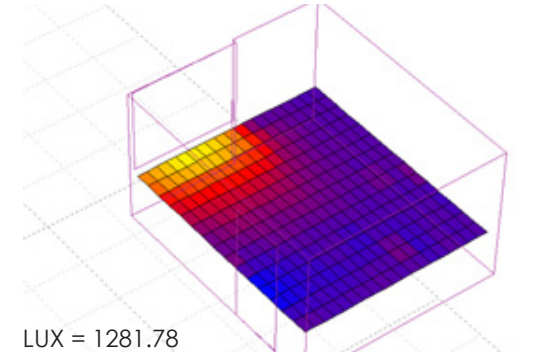


Gráfico 4.77. Iluminación DORMITORIO 2
Elaboración propia. ECOTECT

Del análisis lumínico se obtienen datos promedio de iluminación de día/año, en los Gráficos antes mostrados, podemos observar que la cantidad de LUX en todas las zonas están de manera adecuada, sin embargo estos valores superan al establecido por la Norma, por lo que hay que tener un cuidado especial en el ingreso de luz.

Hemos dispuesto de persianas en toda la vivienda para que el residente pueda intervenir en la cantidad de luz que desea que ingrese.

CUADRO DE RESULTADOS	Iluminación Total (Lux)
Toda la Vivienda (PB)	2638.14
Toda la Vivienda (PA)	3313.18
Sala-comedor-Cocina	2181.46
Dormitorio Principal	3091.06
Dormitorio 1	1796.71
Dormitorio 2	1281.78

Cuadro 4.20. Resultados de la iluminación total de los diferentes espacios de la vivienda. Elaboración propia.

4.4.3. DEMANDA ENERGÉTICA DE TODA LA EDIFICACIÓN (KWH/M2 AÑO)

Esta se refiere al valor energético que se utilizaría en la vivienda si se colocaría un sistema mecánico, el cual serviría para mantener a la vivienda dentro del rango de confort cuando el sistema solar pasivo no mantenga a la misma dentro de este rango. Comparamos el valor

resultante de la vivienda propuesta, con el promedio de las 7 viviendas analizadas y se ha logrado reducir el valor total en un 65.34%. Por lo tanto en el diseño de la vivienda bioclimática propuesta solo se utilizan estrategias pasivas para lograr el confort del ambiente interior; porque no justifica realizar instalaciones mecánicas para la demanda energética resultante que se observan en los gráficos a continuación.

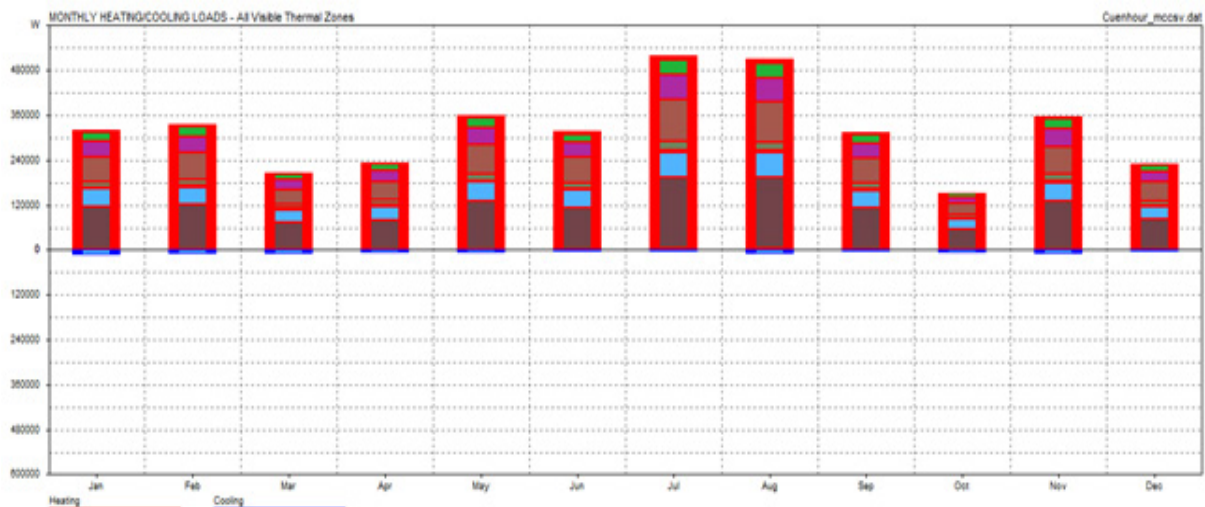


Gráfico 4.78. Demanda energética de toda la vivienda durante todo el año. Elaboración propia. ECOTECT



CUADRO DE RESULTADOS_ ÁREA DE PLANTA = 56.851m2													TOTAL	POR M2	TOTAL kWh/m2año
	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC			
CALEFACCIÓN (WH)	320182	337364	206127	233602	361440	316807	519473	509659	314887	153307	358313	231036	3.862.197	67.935	69,661
REFRIGERACIÓN (WH)	13331	11294	9232	7131	8542	5094	4154	9606	5802	8202	11375	4382	98.145	1.726	
TOTALES (WH)	333514	348658	215359	240733	369982	321901	523627	519265	320689	161509	369688	235418	3.960.342	69.661	

Gráfico 4.79. Resultados de la demanda energética de toda la vivienda durante todo el año. Elaboración propia.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y

BIBLIOGRAFIA



5.1. CONCLUSIONES

La arquitectura en su mayoría es pensada principalmente en criterios formales y funcionales, y no en la percepción del ser humano, por este motivo se diseñó un proyecto que responda también a criterios bioclimáticos, para que el residente pueda sentirse bien al interior de la vivienda.

Para proponer un proyecto adecuado, es indispensable identificar y analizar problemas presentes en las viviendas de la ciudad de Cuenca, para mejorar el ambiente interior de la edificación.

Según el primer análisis realizado mediante el Diagrama Psicométrico, se debe promover la ganancia solar y restringir la conducción. El segundo análisis realizado en la tesina, fue más amplio y confiable, durante una semana se colocaron en siete viviendas equipos de medición de diferentes variables que influyen en el confort interior (Temperatura, humedad, radiación y CO₂), de donde se obtuvieron varias conclusiones.

Analizando estos resultados se lograron plantear diferentes estrategias que mejoren la calidad de vida de las personas, y con ello un nuevo proyecto de vivienda confortable basado en criterios bioclimáticos. Esto se logró después de

varias pruebas realizadas, como son:

Emplazamiento y orientación del proyecto.- En este punto es donde se inician los problemas en cuanto a confort, porque no siempre se puede elegir el emplazamiento de la edificación en el terreno, en la mayoría de los casos son terrenos pequeños, los cuales ya determinan la orientación de la edificación. Claro que ante eso se debe utilizar otro tipo de estrategias para poder captar radiación solar, pero no se puede comparar con una orientación directa de las principales fachadas hacia el este y oeste.

En nuestro proyecto al tener un frente de poca longitud, se desplazaron las zonas una de otra, obteniendo más planos por donde se pudo captar mayor radiación solar directa, aprovechando la orientación del terreno que sus lados no adosados se orientaban hacia el este y oeste.

Materiales.- es uno de los aspectos más importantes para que la vivienda pueda funcionar correctamente para brindar un confort interior. De estos depende el captar o aislar el calor o frío del exterior o de ambientes adyacentes. Por lo mismo se probaron varias combinaciones de materiales en paredes, pisos, cubierta, ventanas, puertas y otros, para poder llegar a un resultado

positivo. Al colocar muros de ladrillo con mayor espesor que las viviendas analizadas de la ciudad de Cuenca, estos captan el calor durante el día para poder almacenar y distribuir en la noche. En los muros adosados al no tener contacto directo con la radiación solar y no saber que función tienen las zonas adyacentes de las otras viviendas, se colocó un material aislante el mismo que evitaría que se transmita calor ganado hacia los ambientes de las otras viviendas adyacentes.

Vanos.- los vanos que se realizan en las fachadas deben ser estudiadas, primeramente cumpliendo con el porcentaje que indica la norma NEC-11 de la relación ventanas-fachada que no debe ser mayor a 35%. Después realizando simulaciones donde comprobemos que las dimensiones de los vanos permitan el ingreso suficiente de luz natural para lograr un confort lumínico controlando que no exista deslumbramiento; y el comportamiento térmico esté dentro del rango de confort en todas las horas del día. Los vanos también permiten obtener una ventilación de la vivienda para brindar una buena calidad de aire al habitante, pero si es excesivo esto puede provocar la pérdida de calor ganado y almacenado durante el día, lo que no permitiría distribuirlo en la noche, evitando que los espacios interiores se mantengan en confort.



Un aspecto importante que se debe tomar en cuenta, es que no existe una precisión de los resultados obtenidos, porque solo se logró realizar un monitoreo en las viviendas en uno de los meses con menor temperatura del año; esto por temas limitantes al tiempo de presentación de la tesis. Cuando lo ideal debería ser realizar dos monitoreos al año, uno en época más fría y otro en la más caliente; o si se dispone con mayor tiempo realizar monitoreos con periodos más amplios para lograr mejores resultados, mayor precisión y conclusiones más cercanas a la realidad.

Cabe recalcar que los temas de Confort interior y criterios bioclimáticos para una vivienda son muy extensos e intervienen varios factores más que los principales estudiados en esta tesis. Factores como son: la percepción del habitante, la edad, la vestimenta, la salud, estado de ánimo, factores psicológicos y otros. Así como los aleros de una vivienda, que intervienen directamente con el paso de luz natural, ganancia de calor, los mismos que pueden aportar o perjudicar al proyecto según las dimensiones que tengan. Para todos estos factores mencionados se necesitaría de una investigación y estudio más profundo, para obtener conclusiones de como exactamente afectan estos temas y obtener soluciones factibles aplicables a proyectos.

También algo que se debe tener en cuenta, es el uso del software Ecotect, el cual tiene un margen de error en cuanto a los resultados, porque se comparó entre los resultados obtenidos de la modelación de las siete viviendas en Ecotect y los resultados del monitoreo realizados en campo con equipos específicos para medir los diferentes aspectos analizados. Sin embargo al ser un margen de error pequeño no significa que no pueda ser una herramienta con la que se valida el diseño de proyecto propuesto. Con los resultados obtenidos en la validación se logró el objetivo inicial propuesto, cumpliendo también con lo que la Norma Ecuatoriana de la Construcción nos indica.



5.2. BIBLIOGRAFÍA

Apogee instruments (27 de Marzo de 2016). Obtenido de: <http://www.apogeeinstruments.com/thermistor-temperature-sensor-st-100/>

Apogee instruments (27 de Marzo de 2016). Obtenido de: <http://www.apogeeinstruments.com/pyranometer/>

Apogee instruments (27 de Marzo de 2016). Obtenido de <http://www.apogeeinstruments.co.uk/amplified-0-2-5-volt-pyranometer-sp-212/>

Arias, P. y Seilles, M. (2014). "Módulo de información ambiental en hogares". Cuenca, Ecuador.

ASHRAE. (2004). Norma ASHRAE 55-2004. Atlanta.

Astudillo, M. (2012). Caracterización del contaminante Ozono y NO₂ en la ciudad de Cuenca. Quito, Ecuador.

Bustamante, W. (2009). Guía de Diseño para la eficiencia Energética en la vivienda social. Santiago de Chile.

Bluyssen, P. (2009). Toward an integrative approach of improving indoor air quality. Building and environment. Convenio MIDUVI, & Cámara de la Const. de Quito. (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11 Capítulo 13. Quito.

Castejón, E. (1983). Confort térmico-Método de Fanger para su evaluación.

Climate Consultant 5.3. Programa de Pc

DATEANDTIME. (28 de Marzo de 2016). Obtenido de <http://dateandtime.info/es/citycoordinates.php?id=3658666>.

Douglasdreher. (03 de Abril de 2016). Obtenido de http://www.douglasdreher.com/proyectos/vivienda_bioclimatica.asp#1

Ekoglass. (05 de Junio de 2016). Obtenido de: <http://www.construsur.com.ar/index.php?name=News&file=article&sid=3>

Ecuaworld.com.ec. (2010). Variedad de climas. Obtenido de: http://www.ecuaworld.com.ec/clima_ecuador.htm

Efergy. (28 de Marzo de 2016). Obtenido de <http://nergiza.com/revisamos-el-monitor-energetico-efergy-e2-v2-0/>

Guerra, M. (2009). Arquitectura Bioclimática. Quito, Ecuador.

Guillén, V y Cordero, X. (2012). "Criterios Bioclimáticos para el Diseño de Viviendas Unifamiliares de la Ciudad de Cuenca. Cuenca, Ecuador."

Guillén, V (2014). "Metodología de evaluación de confort termico exterior para diferentes pisos climáticos en Ecuador".

Gutiérrez, C (2010). Ecotect: Software de Diseño de Construcción sustentable. Plataforma Arquitectura. Obtenido de: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-62481/ecotect-software-de-diseno-de-construccion-sustentable>.

Heywood H. (2012). 101 Rules of Thumb, For Low Energy Architecture. Londres.

IERSE, & Universidad del Azuay. (2009). Atlas de la Provincia del Azuay. Cuenca.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2009). Norma INEN 2506 Eficiencia Energética Edificaciones. Quito.

Mapas del Mundo. (28 de Marzo de 2016). Obtenido de <http://espanol.mapsofworld.com/continentes/sur-america/ecuador/latitud-y-longitud-de-ecuador.html>
NEC. (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción. Quito, Ecuador.

Mazria E. (1978). Energia solar pasiva. Mexico.

Norma Chilena NCH 352 (2000) Aislación Acústica.

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC.



(04 de Abril de 2016). Obtenido de <http://www.normaconstruccion.ec/index.php/14-sample-data-articles/78-socializacion-de-la-norma-ecuatoriana-de-la-construccion-nec-11-en-quito>

Olaya, V. (2011). Sistemas de información geográfica. España: Bubok.

Olesen, B. W. (2007). La filosofía detrás de EN15251: criterios ambientales para el diseño interior y cálculo de la eficiencia energética de los edificios.

Omega (27 de Marzo de 2016). Obtenido de: <http://es.omega.com/pptst/HX71.html>

ONI. (27 de Marzo de 2016). Obtenido de <http://www.oni.escuelas.edu.ar/2008/CORDOBA/1324/trabajo/radiacionsolar.html>

Rodríguez Viqueira, M. (2008). Introducción a la Arquitectura Bioclimática. Mexico: Limusa.
SERRA, R.(1999). Arquitectura y climas, Barcelona, España.

Sherman, M. H. (1999). ASHRAE'S RESIDENTIAL VENTILATION STANDARD:. Berkeley.

Siddharta. (2013). La guía máxima: iluminación en el acuario plantado. Acuaristas. Recuperado de: <http://www.acuaristas.cl/phpbb/viewtopic.php?t=99326>

Universidad del Bío Equipo Consultor. (2007). Evaluación Bioclimática de proyectos de Viviendas programa fondo solidario de Vivienda 2007. Chile.

Universidad Politécnica de Valencia. (2006-2015). Fanger - Evaluación de la Sensación Térmica. Valencia, España.

Valencia, N (2015). "Construye Solar: Casa Tempero, sistemas bioclimáticos pasivos en viviendas sociales". Plataforma arquitectura. Obtenido de: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/761370/construye-solar-casa-tempero-sistemas-bioclimaticos-pasivos-en-viviendas-sociales>.

Vernier. (28 de Marzo de 2016). Obtenido de <http://www.vernier.com/products/sensors/co2-bta/>

Villalobos, R., Cartes, I., Trebilcock, M., García, R., & Pavez, C. (2007). Evaluación Bioclimática de proyectos de Viviendas Programa Fondo Solidario de Vivienda 2007. Concepción: Grupo Formas.

ANEXOS



Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

A N E X O 1

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA”**

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva 1202, Cuenca.

DATOS DE LA VIVIENDA

NOMBRE : Martha_Tejar

DIRECCIÓN : CALLE DEL APIO Y GUABISAY

Nº VIVIENDA : 01

CÓD. PREDIAL: 0701023096000

I. ANTECEDENTES

El presente documento informa sobre los resultados de las simulaciones realizadas en una vivienda, como parte del trabajo de investigación del proyecto: “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda.” ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación de la Universidad de Cuenca. Esta actividad forma parte de las simulaciones de 10 viviendas ubicadas dentro de la ciudad de Cuenca y que se detalla en la metodología de dicho proyecto.

Dentro de la actividad se contempla lo siguiente:

- Modelado de la vivienda
- Análisis de resultados

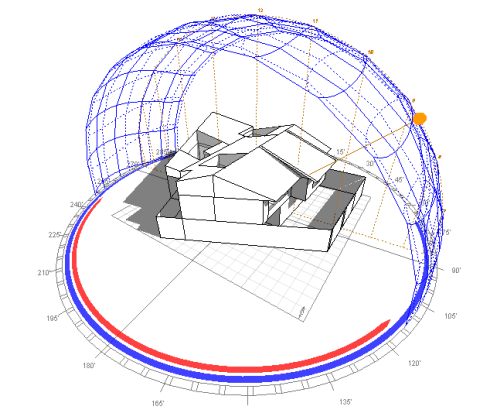
El presente informe da cuenta de los resultados de las simulaciones de la vivienda 1 En esta vivienda además se realizaron levantamientos arquitectónicos.

II. OBJETIVO

- Realizar la modelación de una vivienda típica de la ciudad de Cuenca para determinar el rendimiento del edificio existente en una amplia gama de simulaciones y análisis del funcionamiento energético.

III. ANTECEDENTES VIVIENDA EVALUADA.

a) Perspectiva general del proyecto modelado en Ecotect.



b) Esquema de simulación

Se simulan los valores de:

1. Demanda energética:

- Toda la vivienda

2. Factores de la envolvente:

- Valor U

Unidades:

Demanda energética, kWh/m2año

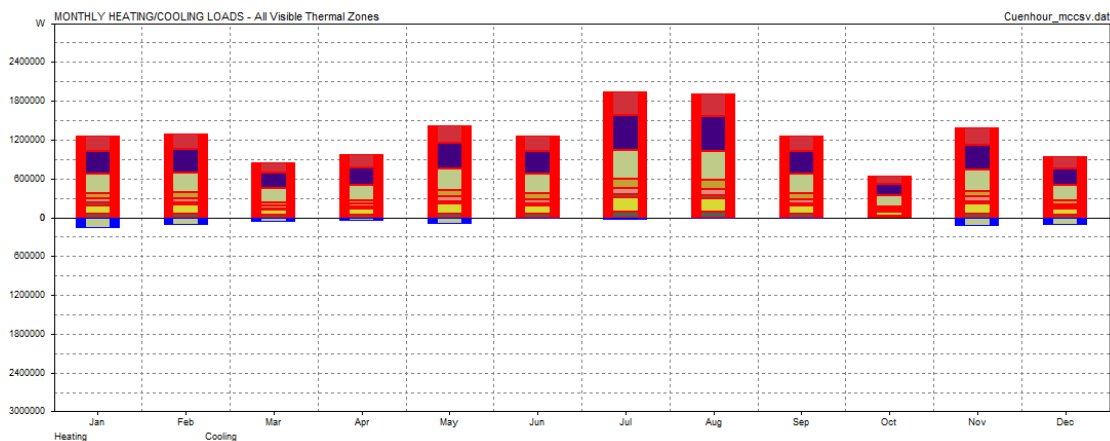
Factor U, W/m2k

IV. TÉCNICAS Y SOFTWARE.

Nombre del software	Análisis	Técnica / Norma
AUTODESK® ECOTECT® Analysis, 2011 versión educativa	Energético, Térmico, Lumínico y de Agua,	Basado en el Método de las Admitancias desarrollado por el Chatered Institute of Building Service Engineers (CIBSE)

V. RESULTADOS

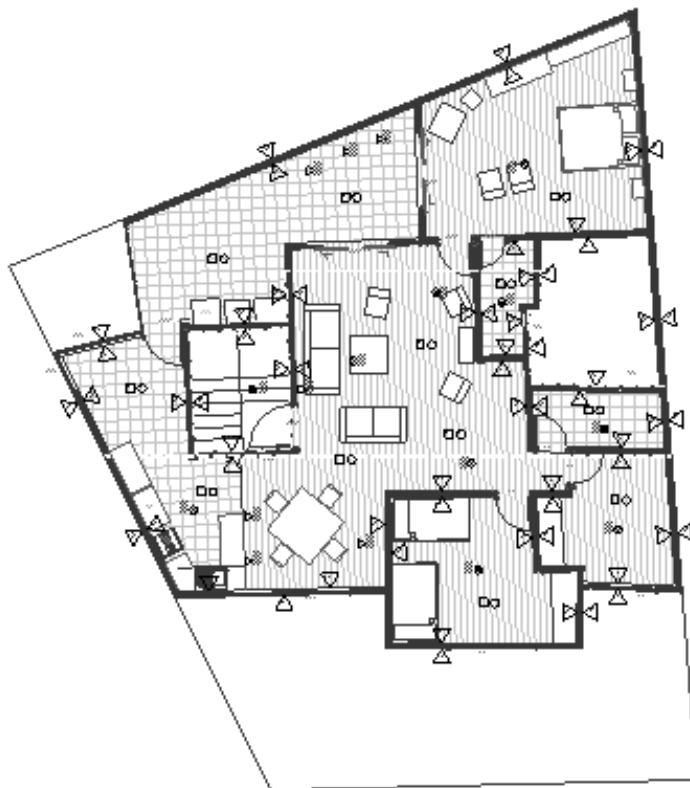
SIMULACIONES DEMANDA ENERGÉTICA DE TODA LA EDIFICACIÓN

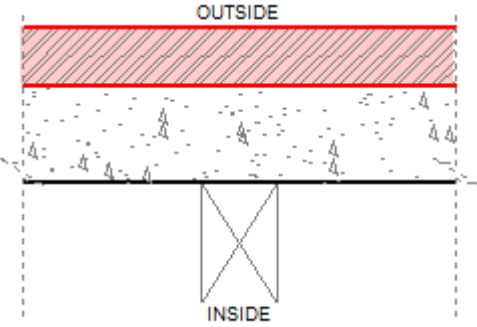
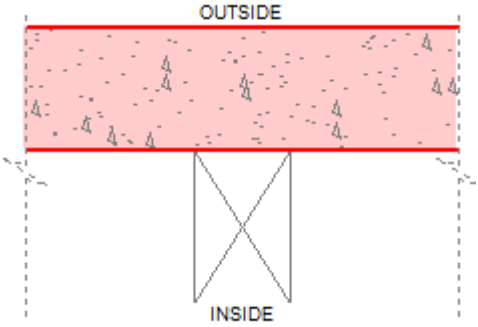


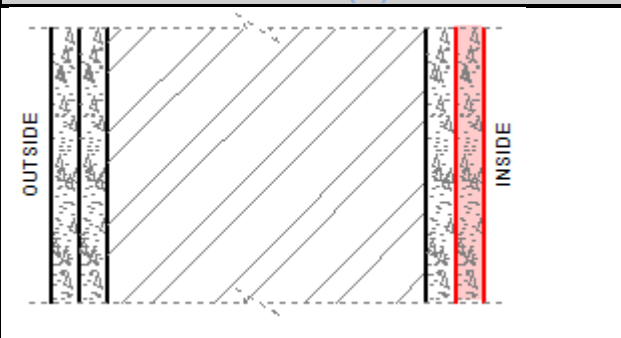
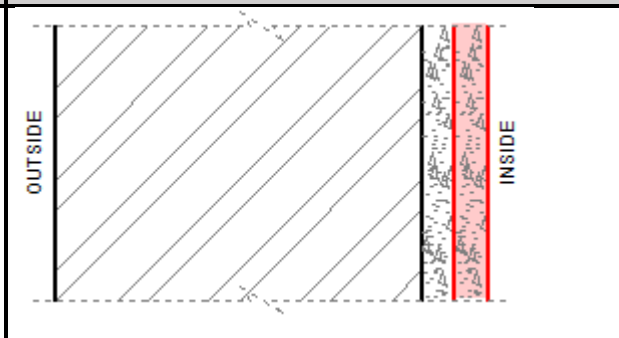
CUADRO DE RESULTADOS												
	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
CALEFACCIÓN (WH)	1256287	1297485	855489	971124	1422986	1265566	1944522	1918525	1261517	650463	1388034	937458
REFRIGERACIÓN (WH)	166446	115729	65661	57687	102357	25097	40205	21108	29283	15472	139011	112839
TOTALES (WH)	1422733	1413214	921150	1028811	1525343	1290663	1984727	1939633	1290800	665936	1527045	1050297
	TOTAL		POR M2		TOTAL kWh/m2año							
ÁREA DE PLANTA*	149.677				107.300			*Datos tomados del Ecotect				
CALEFACCIÓN (WH)	15169456		101348									
REFRIGERACIÓN (WH)	890896		5952									
TOTAL (WH)	18060352		107300									

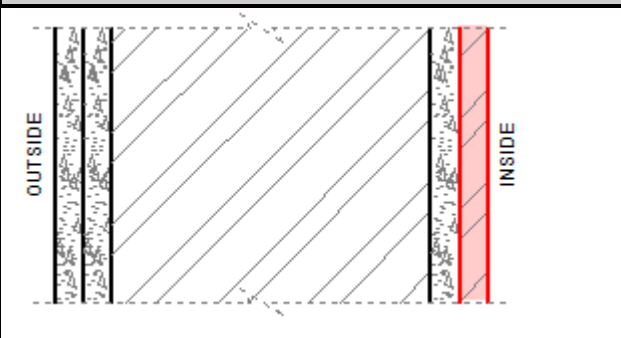
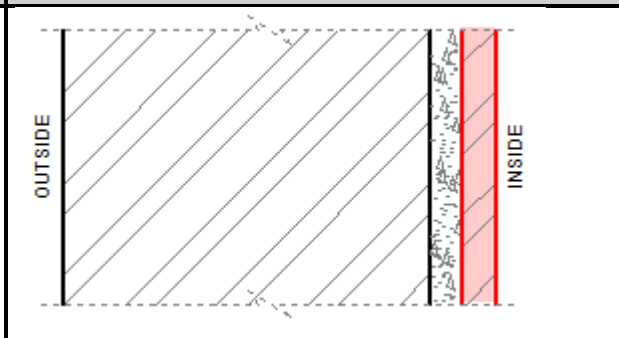
*Datos tomados del Ecotect

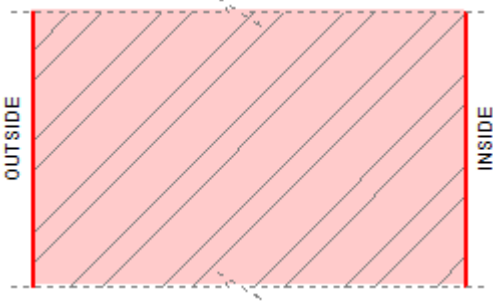
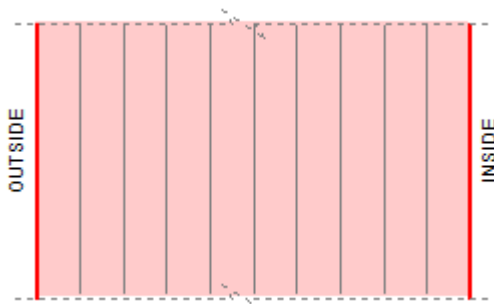
FACTORES DE LA ENVOLVENTE

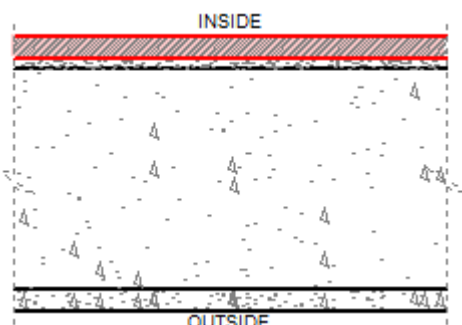
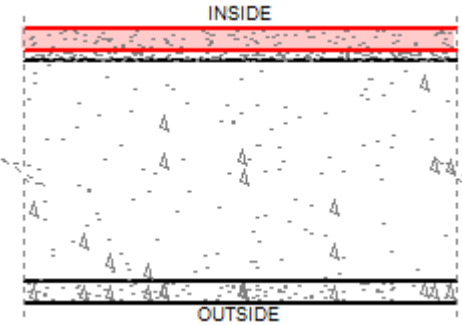


CUBIERTA CON TEJA					CUBIERTA SIN TEJA				
									
CAP A N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CAP A N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)
1.	TEJA	50	2760	836.8	1.	ASBESTO CEMENTO	80	1750	840
2.	ASBESTO CEMENTO	80	1750	840	2.	VACÍO(MADERA)	100	1.3	1004
3.	VACÍO(MADERA)	100	1.3	1004					
VALOR U=			2.280		VALOR U=			2.290	

PAREDES (P7)						PAREDES					
											
CAP A N°	MATERIA L	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CAP A N°	MATERIA L	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)
1.	EMPASTE	10	1200	840	35	1.	LADRILLO	110	2000	836.8	25
2.	ENLUCIDO	10	1900	840	35	2.	ENLUCIDO	10	1900	840	35
3.	LADRILLO	110	2000	836.8	25	3.	EMPASTE	10	1200	840	35
4.	ENLUCIDO	10	1900	840	35	4.					
5.	EMPASTE	10	1200	840	35	5.					
VALOR U=		2.600				VALOR U=		2.790			

PAREDES (P6)						PAREDES					
											
CAP A N°	MATERIA L	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CAP A N°	MATERIA L	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)
1.	EMPASTE	10	1200	840	35	1.	LADRILLO	110	2000	836.8	25
2.	ENLUCIDO	10	1900	840	35	2.	ENLUCIDO	10	1900	840	35
3.	LADRILLO	110	2000	836.8	25	3.	CERÁMICA	10	2000	850	25
4.	ENLUCIDO	10	1900	840	35	4.					
5.	CERÁMICA	10	2000	850	25	5.					
VALOR U=		2.680				VALOR U=		2.880			

PAREDES (P1)						VENTANAS					
											
CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)
1.	LADRILLO	110	2000	836.8	25	1.	VIDRIO	4	2300	836.8	75
2.											
						FACTOR SOLAR =					
VALOR U=		2.89				VALOR U=		5.50			

PISO CERÁMICA						PISOS FLOTANTE					
											
CA PA N°	MATERIAL	ESPES OR (mm)	DENSIDA D (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CA PA N°	MATERIAL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVID AD (λ)
1.	CIELO RASO (GYPSUM)	10	1120	960	35	1.	CIELO RASO (GYPSUM)	10	1120	960	35
2.	ENTREPISO HORMIGON	100	2300	0.753	35	2.	ENTREPISO HORMIGON	100	2300	0.753	35
	RASANTEADO MORTERO	5	2000	0.753	119	3.	RASANTEADO MORTERO	5	2000	0.753	119
	CERÁMICA	10	1700	.850	25	4.	PISO FLOTANTE	10	650	.140	115
VALOR U=		2.970				VALOR U=		2.450			

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA”

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva 1202, Cuenca.

DATOS DE LA VIVIENDA

NOMBRE : Alex_Río Amarillo

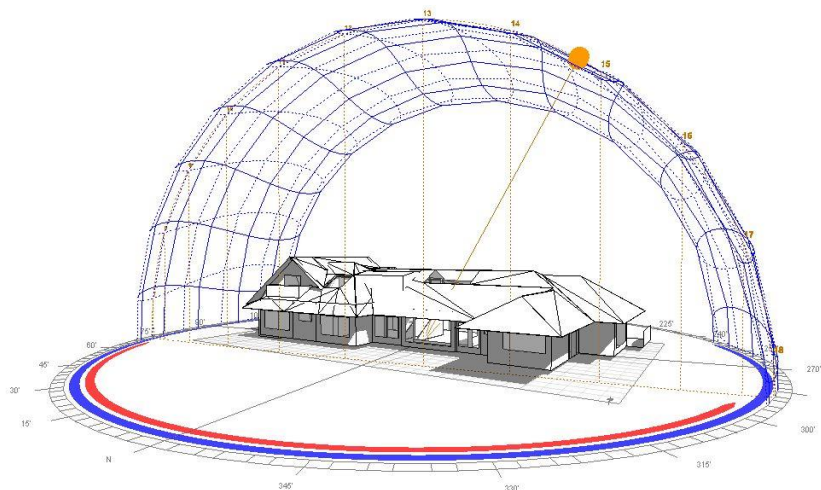
DIRECCIÓN : Ordoñez Lasso. Urbanización Río Amarillo. Casa 6.

N° VIVIENDA : 02

CÓD. PREDIAL: 0704002066000

I. ANTECEDENTES VIVIENDA EVALUADA

a) Perspectiva general del proyecto modelado en Ecotect.



b) Esquema de simulación

Se simulan los valores de:

1. Demanda energética:

-Toda la vivienda

2. Factores de la envolvente:

-Valor U

Unidades:

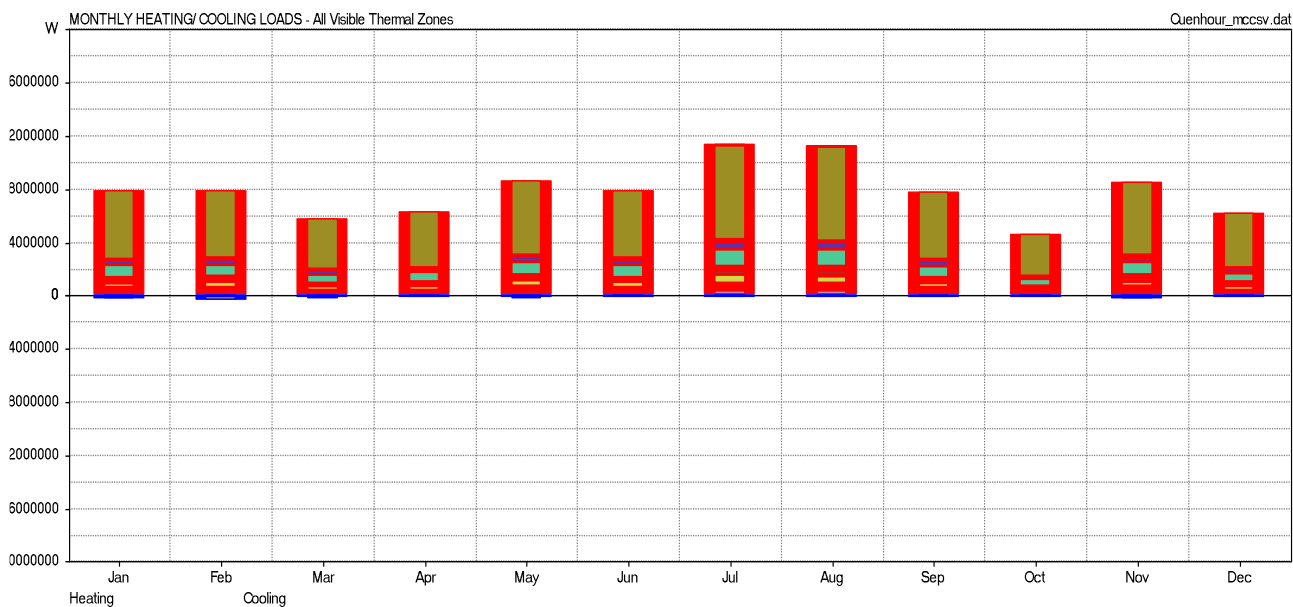
Demanda energética, kWh/m2año
Factor U, W/m2k

IV. TÉCNICAS Y SOFTWARE.

Nombre del software	Análisis	Técnica / Norma
AUTODESK® ECOTECT® Analysis, 2011 versión educativa	Energético, Térmico, y Lumínico	Basado en el Método de las Admitancias desarrollado por el Chatered Institute of Building Service Engineers (CIBSE)

V. RESULTADOS

SIMULACIONES DEMANDA ENERGÉTICA DE TODA LA EDIFICACIÓN

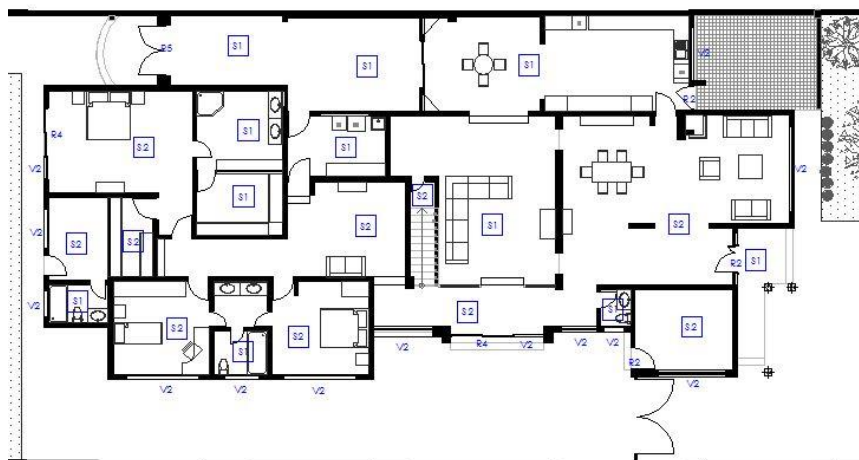


CUADRO DE RESULTADOS

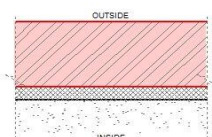
	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
CALEFACCIÓN (WH)	7898692	7901826	5766821	6273354	8674226	7869131	11380810	11229127	7777700	4610208	8559103	6195349
REFRIGERACIÓN (WH)	290093	319828	193270	54322	157955	44861	6657	50043	50290	48005	288980	82792
TOTALES (WH)	8188785	8221654	5960092	6327676	8832181	7913992	11387467	11279170	7827990	4658214	8848083	6278141
	TOTAL		POR M2		TOTAL kWh/m2año							
ÁREA DE PLANTA*	380.300		-		251,705			*Datos tomados del Ecotect				
CALEFACCIÓN (WH)	94136352		247532									
REFRIGERACIÓN (WH)	1587096		4173									
TOTAL (WH)	95723448		251705									

*Datos tomados del Ecotect

FACTORES DE LA ENVOLVENTE

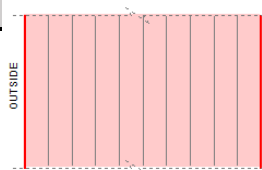
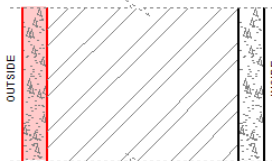


CUBIERTA

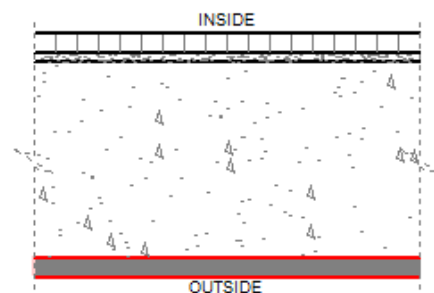
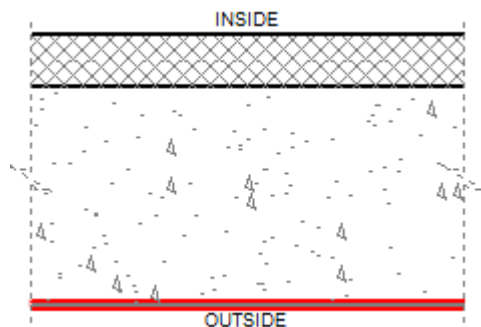


CAPA N°	MATERIAL	ESPEJOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)
1.	Teja	50	2760	836,8
2.	Plastico	10	1050	840
3.	Madera	25	550	2301
VALOR U=			3,66	

PAREDES



CAP A N°	MATERIAL	ESPEOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)	CAP A N°	MATERIAL	ESPEOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	Mortero de cemento	20	950	656,9	0,209	1.	Vidrio	4	2300	836,8	1,046
2.	Mampostería de ladrillo	150	2000	836,8	0,711						
3.	Mortero de cemento	20	950	656,9	0,209						
						FACTOR SOLAR =			0,94		
VALOR U=		1,72				VALOR U=			5,5		
PISOS (S2)						PISOS (S1)					



CAPA N°	MATERIAL	ESPE- SOR (mm)	DENSID- AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI- CO (J/kgK)	CONDUCTIVI- DAD (λ)	CAP A N°	MATERI- AL	ESPE- SOR (mm)	DENSID- AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI- CO (J/kgK)	CONDUCTIVI- DAD (λ)
1.	Suelo	1500	1300	1046	0,837	1.	Suelo	1500	1300	1046	0,837
2.	Losa de concreto	100	2300	656.9	0.753	2.	Losa de concreto	100	2300	656.9	0.753
3.	Madera	25	825	2385	0,209	3.	Mortero de pega	20	2000	656.9	0.753
						4.	Cerámica	10	1900	656.9	0.309
VALOR U=			0.45			VALOR U=			0.46		

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA”

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva 1202, Cuenca.

DATOS DE LA VIVIENDA

NOMBRE : Martha Bustamante_ sector Universidad de Cuenca

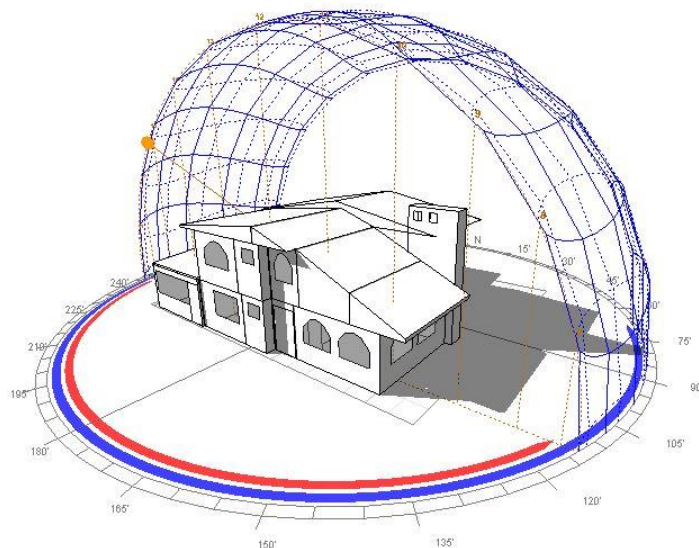
DIRECCIÓN : Calle Remigio Romero y Honorato Loyola (sector universidad de cuenca)

Nº VIVIENDA : 03

CÓD. PREDIAL: 0802012001000

I. ANTECEDENTES VIVIENDA EVALUADA

a) Perspectiva general del proyecto modelado en Ecotect.



b) Esquema de simulación

Se simulan los valores de:

1. Demanda energética:

-Toda la vivienda

2. Factores de la envolvente:

-Valor U

Unidades:

Demanda energética, kWh/m2año

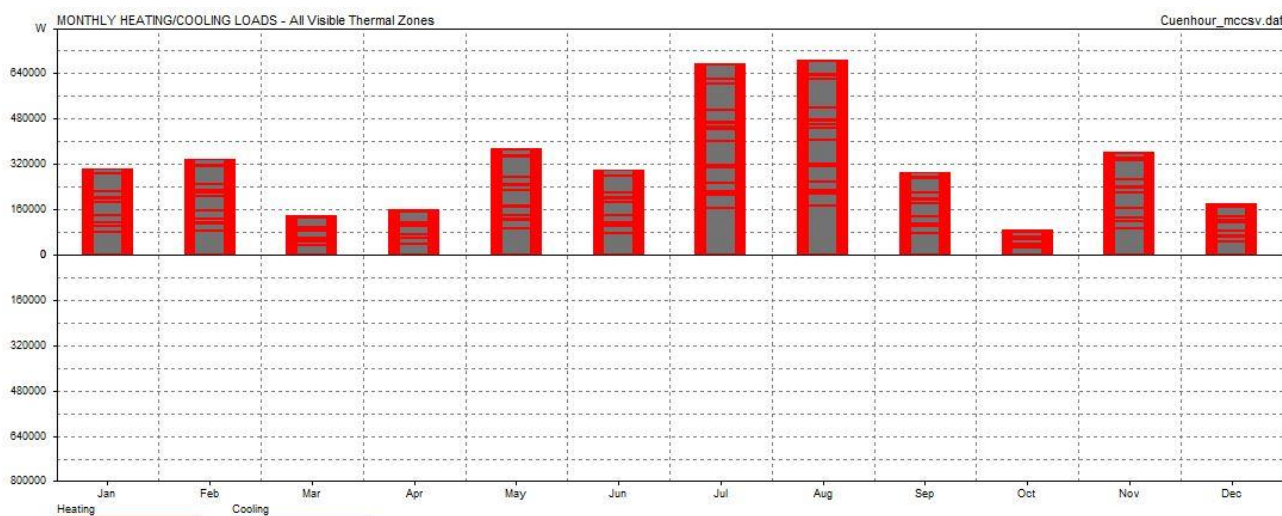
Factor U, W/m2k

IV. TÉCNICAS Y SOFTWARE.

Nombre del software	Análisis	Técnica / Norma
AUTODESK® ECOTECT® Analysis, 2011 versión educativa	Energético, Térmico y Lumínico	Basado en el Método de las Admitancias desarrollado por el Chartered Institute of Building Service Engineers (CIBSE)

V. RESULTADOS

SIMULACIONES DEMANDA ENERGÉTICA DE TODA LA EDIFICACIÓN

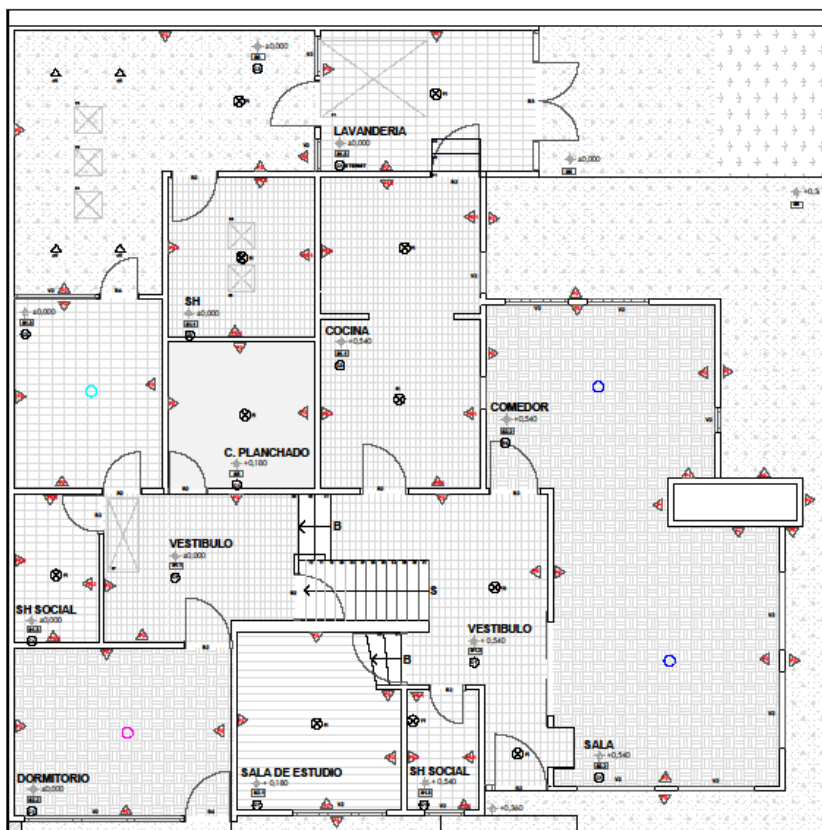


CUADRO DE RESULTADOS

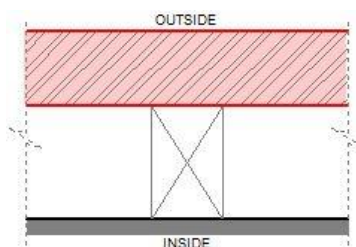
	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
CALEFACCIÓN (WH)	305187	337960	137476	159482	374011	300297	677165	690051	293048	87370	361239	182336
REFRIGERACIÓN (WH)	81	0	193	122	0	16	0	0	18	1724	0	58
TOTALES (WH)	305268	337960	137669	159604	374011	300312	677165	690051	293066	89094	361239	182394
	TOTAL		POR M2		TOTAL kWh/m2año							
ÁREA DE PLANTA*	686.340				56.91			*Datos tomados del Ecotect				
CALEFACCIÓN (WH)	3905622		5691									
REFRIGERACIÓN (WH)	2212		3									
TOTAL (WH)	3907834		5694									

*Datos tomados del Ecotect

FACTORES DE LA ENVOLVENTE

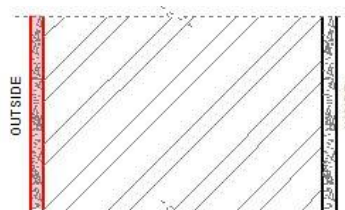


CUBIERTA



CAP A Nº	MATERIAL	ESPE- SOR (mm)	DENSIDA D (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)
1.	TEJA	50	2760	836.8
2.	CAMARA DE AIRE (madera)	75	1.3	1004.0
3.	ESTUCO	10	1250	1088.0
VALOR U=			2.760	

PAREDES (P5)



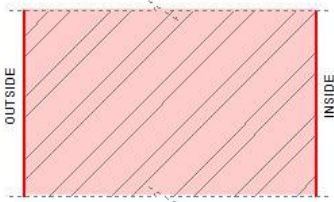
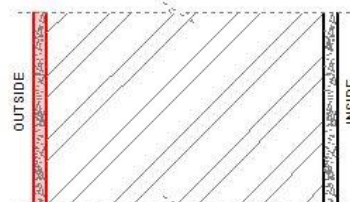
CAP A Nº	MATERIAL	ESPE- SOR (mm)	DENSIDA D (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)
1.	EMPASTADO	10	1200	840.0	0.520
2.	LADRILLO	200	2000	836.8	0.711
3.	EMPASTADO	10	1200	840.0	0.520
VALOR U=			2.01		

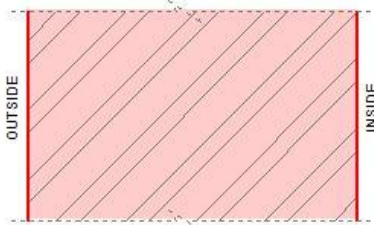
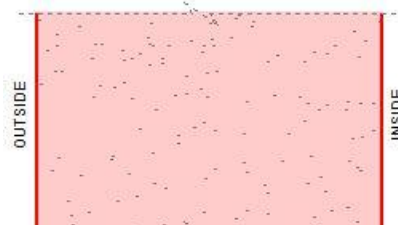
INFORME DE DATOS

N° INFORME

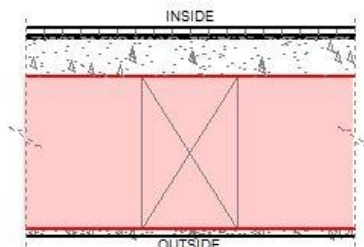
FECHA EMISION

N° DE PAGINA

PAREDES (P1)						PAREDES (P2)					
											
CAP A N°	MATERIAL	ESPEOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)	CAP A N°	MATERIAL	ESPEOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	LADRILLO	200	2000	836.8	0.711	1.	EMPASTADO	10	1200	840.0	0.520
						2.	LADRILLO	200	2000	836.8	0.711
						3.	EMPASTADO	10	1200	840.0	0.520
VALOR U=		2.180				VALOR U=		2.01			

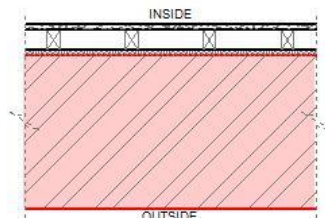
PAREDES (P3)						PAREDES (P4)					
											
CAP A N°	MATERIAL	ESPEOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)	CAP A N°	MATERIAL	ESPEOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	PIEDRA	200	2000	836.8	0.711	1.	MADERA	15	45.0	1380	0.043
VALOR U=		2.180				VALOR U=		1.90			

ENTREPISO DE CERAMICA



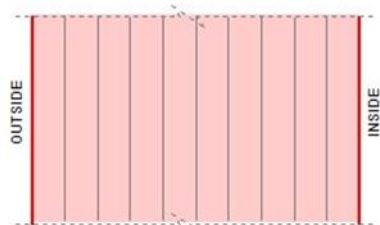
CAP A Nº	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m ³)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	GYPSUM	0.10	1200	940	0.420
2.	CAMARA DE AIRE	200	1.3	1004	5.560
3.	CONCRETE	50	3800	656.9	0.753
4.	MORTERO	0.5	2000	656.9	0.753
5.	CERAMICA	10	1900	656.9	0.309
VALOR U=		2.050			

PISO DE MADERA



CAP A Nº	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m ³)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	SUELO	1500	1300	1046.0	0.837
2.	PIEDRA	5	1800	1000.0	0.960
3.	CAMARA DE AIRE	20	1.3	1004.0	5.560
4.	TIRAS DE MADERA	40	550	2301	0.343
5.	DUELAS DE MADERA	10	550	2301	0.343
VALOR U=		0.43			

VENTANAS



CAP A Nº	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m ³)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	VIDRIO	3	2300	836.800	1.046
FACTOR SOLAR =					
VALOR U=		5.530			

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA”

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva 1202, Cuenca.

DATOS DE LA VIVIENDA

NOMBRE : Maite_Don Bosco

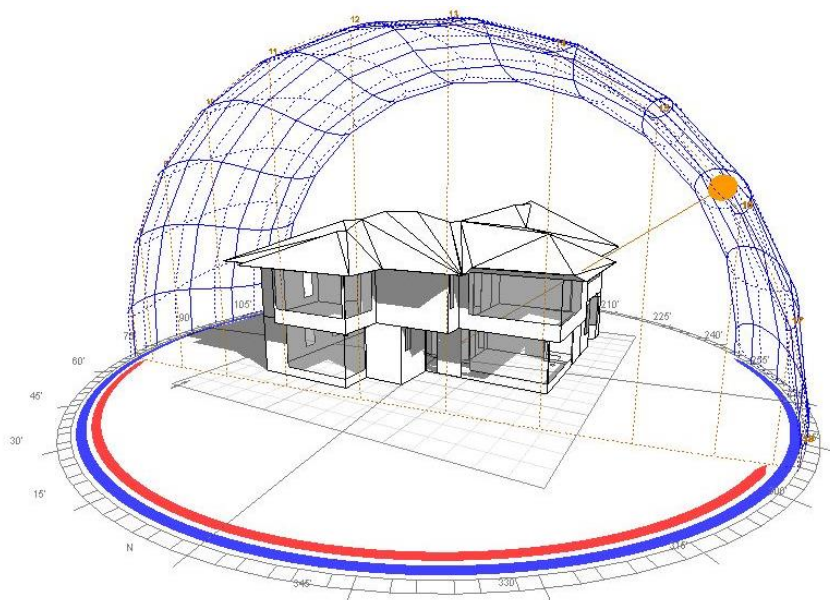
DIRECCIÓN : Calle de retorno y Diego de Velazquez

Nº VIVIENDA : 04

CÓD. PREDIAL: 090410301000

I. ANTECEDENTES VIVIENDA EVALUADA

a) Perspectiva general del proyecto modelado en Ecotect.



b) Esquema de simulación

Se simulan los valores de:

1. Demanda energética:

-Toda la vivienda

2. Factores de la envolvente:

-Valor U

Unidades:

Demanda energética, kWh/m2año

Factor U, W/m2k

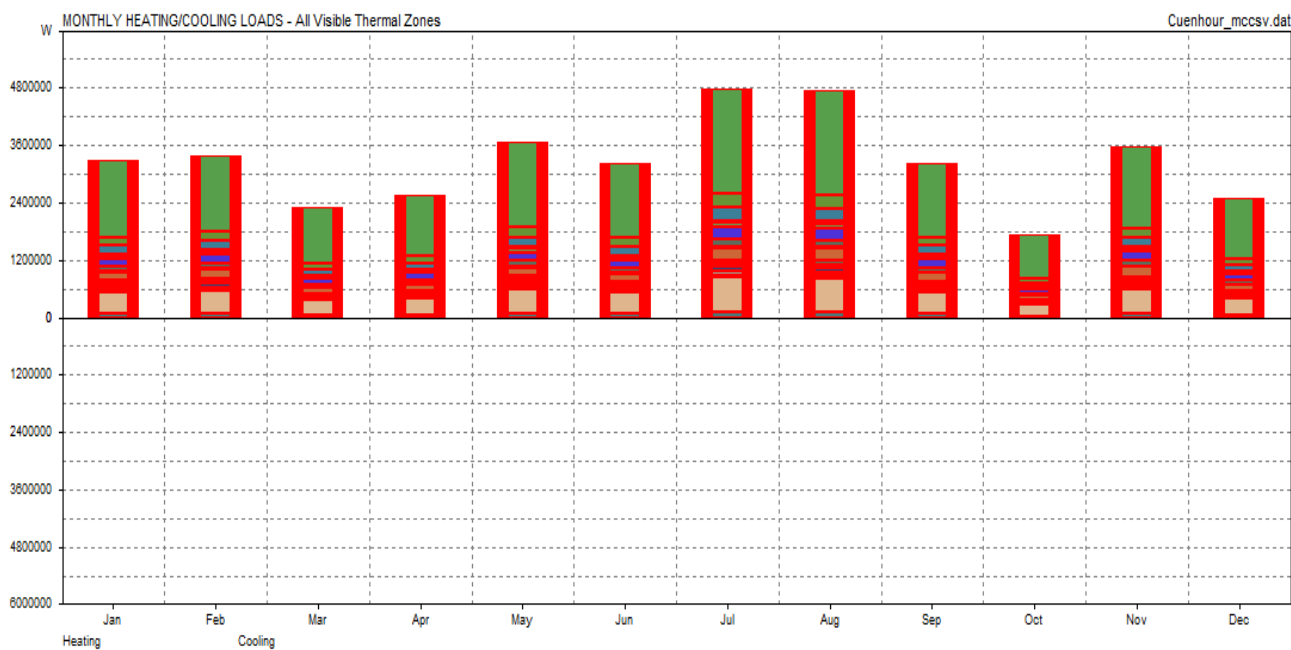
IV. TÉCNICAS Y SOFTWARE.

Nombre del software	Análisis	Técnica / Norma
AUTODESK® ECOTECT® Analysis, 2011 versión educativa	Energético, Térmico, Lumínico.	Basado en el Método de las Admitancias desarrollado por el Chatered Institute of Building Service Engineers (CIBSE)

V. RESULTADOS

SIMULACIONES

a. DEMANDA ENERGÉTICA DE TODA LA EDIFICACIÓN

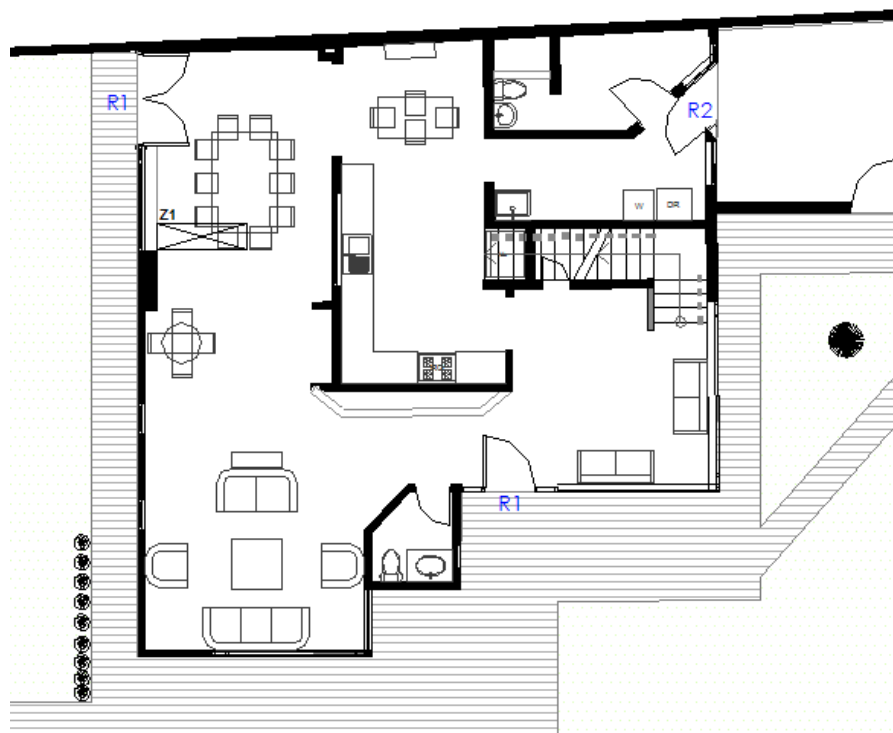


CUADRO DE RESULTADOS

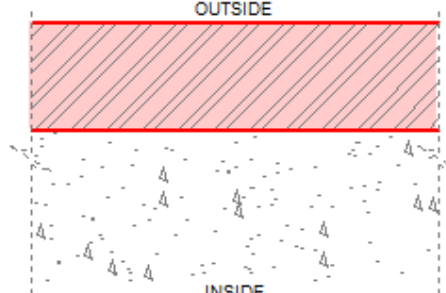
	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOS T	SEPT	OCT	NOV	DIC
CALEFACCIÓN (WH)	329166 2	338245 4	228741 8	256091 3	367050 8	321917 8	479065 8	473956 3	321742 5	173900 7	358580 5	248876 0
REFRIGERACIÓN (WH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES (WH)	329166 2	338245 4	228741 8	256091 3	367050 8	321917 8	479065 8	473956 3	321742 5	173900 7	358580 5	248876 0
	TOTAL		POR M2		TOTAL kWh/m2año							
ÁREA DE PLANTA*	116.485				334.577			*Datos tomados del Ecotect				
CALEFACCIÓN (WH)	38973352		334577									
REFRIGERACIÓN (WH)	0		0									
TOTAL (WH)	38973352		334577									

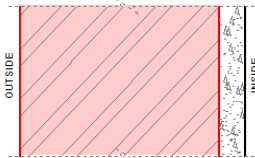
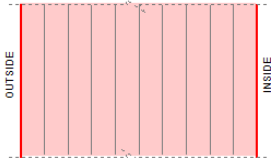
*Datos tomados del Ecotect

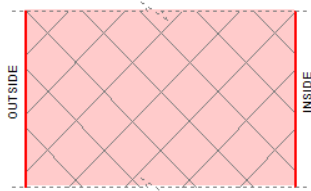
FACTORES DE LA ENVOLVENTE

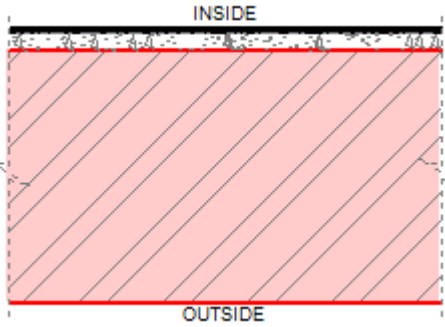


Planta Baja

CUBIERTA					
					
CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)
1.	Teja	5	2760	836.8	18.828
2.	Asbesto cemento	7	1750	840	1.02
VALOR U=		5.40			

PAREDES						VENTANAS					
											
CAP A N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m ³)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)	CAP A N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m ³)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	Mampostería de ladrillo	140	2000	836,8	0,711	1.	Vidrio	3	2300	836,8	1,046
2.	Mortero de cemento	20	950	656,9	0,209						
VALOR U=						FACTOR SOLAR =		0,94			
						VALOR U=		5,5			

PUERTAS (R2)					
					
CAP A N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m ³)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	Madera	40	550	2301	0,343
VALOR U=		3.39			

PISO					
					
CAP A N°	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m ³)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	Suelo	1500	1300	1046	0,837
2.	Losa de concreto	100	3800	656.9	0,753
3.	Mortero de cemento	20	2000	656.9	0,753
2.	Cerámica	10	1900	656.9	0,309
VALOR U=		0.46			

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA”

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva 1202, Cuenca.

DATOS DE LA VIVIENDA

NOMBRE : Javier_Las Orquídeas

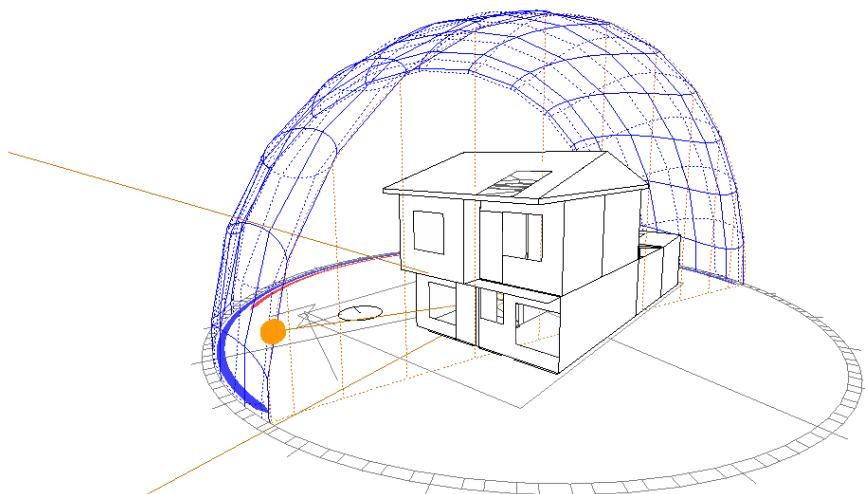
DIRECCIÓN : Los Trigales Bajos manzana U222 Calle Tomás Clavo de Curto

Nº VIVIENDA : 05

CÓD. PREDIAL: 1408055003000

I. ANTECEDENTES VIVIENDA EVALUADA

a) Perspectiva general del proyecto modelado en Ecotect.



b) Esquema de simulación

Se simulan los valores de:

1. Demanda energética:

-Toda la vivienda

2. Factores de la envolvente:

-Valor U

Unidades:

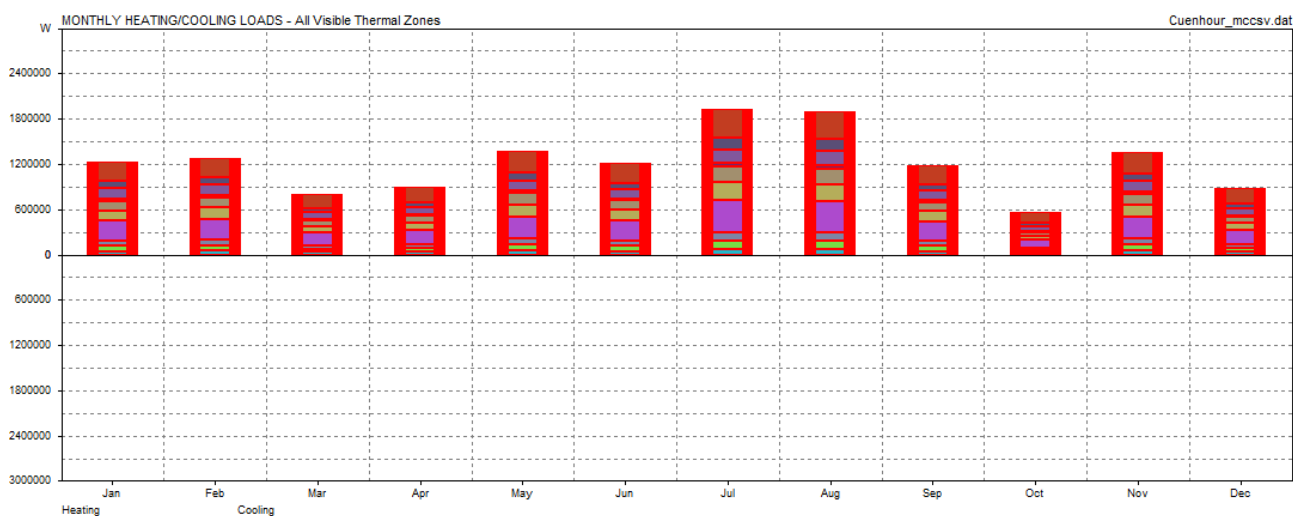
Demanda energética, kWh/m2año
Factor U, W/m2k

IV. TÉCNICAS Y SOFTWARE.

Nombre del software	Análisis	Técnica / Norma
AUTODESK® ECOTECT® Analysis, 2011 versión educativa	Energético, Térmico y Lumínico	Basado en el Método de las Admitancias desarrollado por el Chatered Institute of Building Service Engineers (CIBSE)

V. RESULTADOS

SIMULACIONES DEMANDA ENERGÉTICA DE TODA LA EDIFICACIÓN

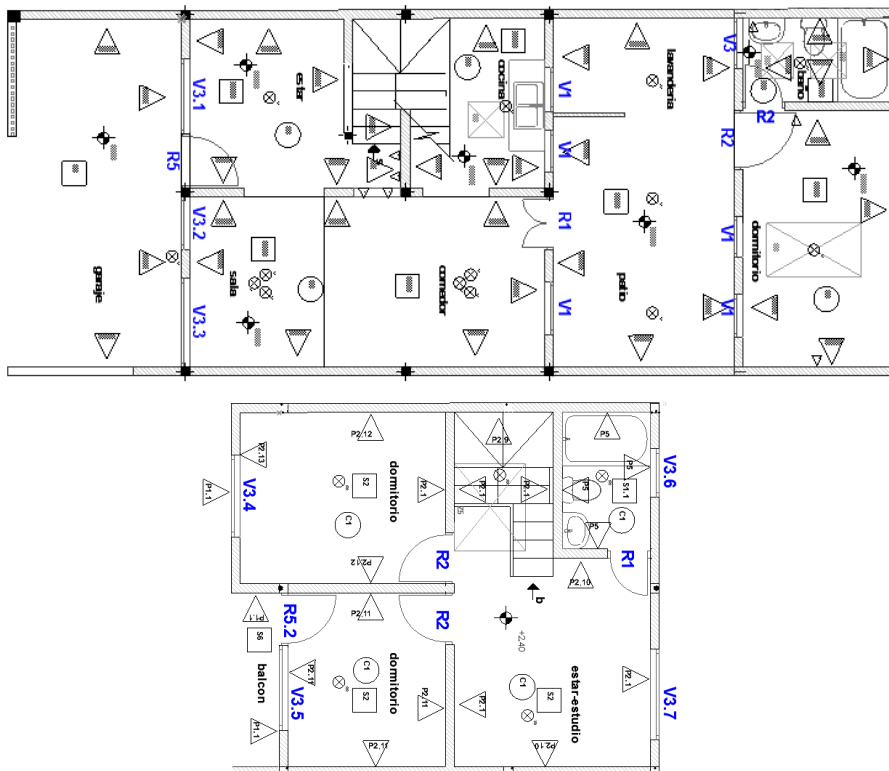


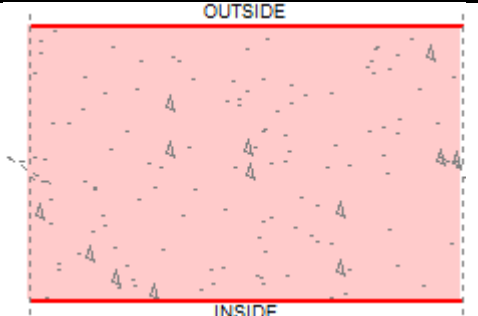
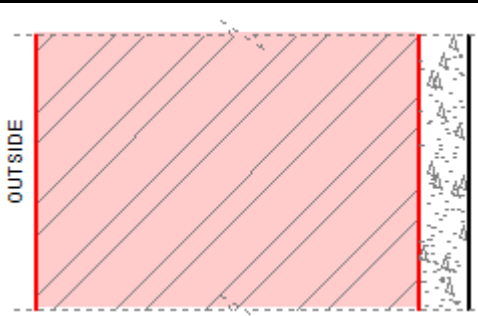
CUADRO DE RESULTADOS

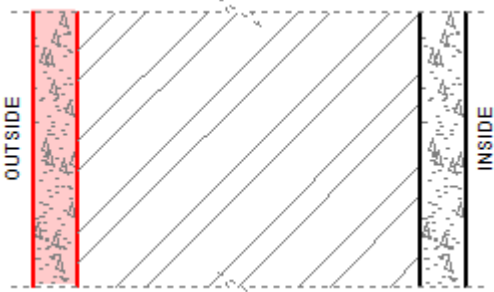
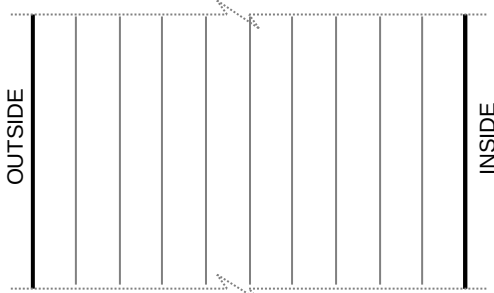
	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
CALEFACCIÓN (WH)	1231254	1281406	797421	892469	1372315	1208575	1924583	1902792	1189250	558164	1363810	876492
REFRIGERACIÓN (WH)	1984	1623	2841	846	969	139	93	632	508	532	2418	221
TOTALES (WH)	1233237	1283029	800262	893315	1373284	1208714	1924675	1903424	1189758	558696	1366229	876713
	TOTAL		POR M2		TOTAL kWh/m2año							
ÁREA DE PLANTA*	136.248				107,241			*Datos tomados del Ecotect				
CALEFACCIÓN (WH)	14598528		107147									
REFRIGERACIÓN (WH)	12806		94									
TOTAL (WH)	14611334		107241									

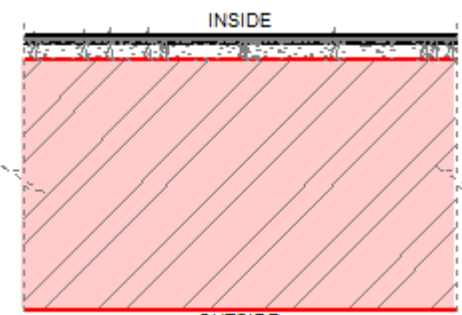
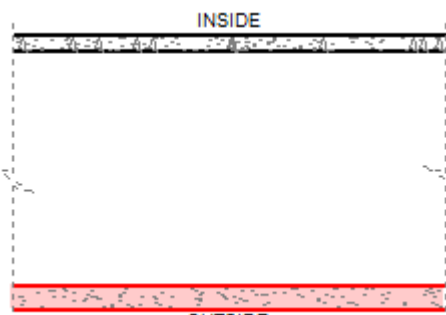
*Datos tomados del Ecotect

FACTORES DE LA ENVOLVENTE



CUBIERTA						PAREDES (P1.1)					
											
CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVID AD (λ)	CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVID AD (λ)
1.	Asbesto cemento	7	1750	840	1.02	1.	Ladrillo macizo	150	2080	921	1,31
						2.	Enlucido de cemento	20	1900	840	1.5
VALOR U=		5.41				VALOR U=		3.27			

PAREDES (P2.1)						VENTANAS					
											
CAP A N°	MATERI AL	ESPE SOR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVID AD (λ)	CAP A N°	MATERI AL	ESPE SOR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVID AD (λ)
1.	Enlucido de cemento	20	1900	840	1.5	1.	Vidrio	4	2300	836,8	1,046
2.	Ladrillo macizo	150	2080	921	1,31						
3.	Enlucido de cemento	20	1900	840	1.5						
VALOR U=						VALOR U=					
3.13						5,5					
						FACTOR SOLAR =					
						0,94					

PISOS ladrillo s1.1 s1.4 s1.2 s1.3						Entrepiso					
											
CAP A N°	MATERI AL	ESPE SOR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVID AD (λ)	CAP A N°	MATERI AL	ESPE SOR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVID AD (λ)
1.	Suelo	1500	1300	1046	0.837	1.	Mader a	15	540	2301	0.13
2.	Concreto	100	2300	656.9	0.753	2.	Cámar a de Aire	150	1.3	1004	5.56
3.	Mortero	20	1650	920	0.720	3.	Gypsu m	10	1200	940	0.42
4.	Piso ladrillo	30	2080	921	1.310						
VALOR U=						VALOR U=					
0.46						2.01					

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA”

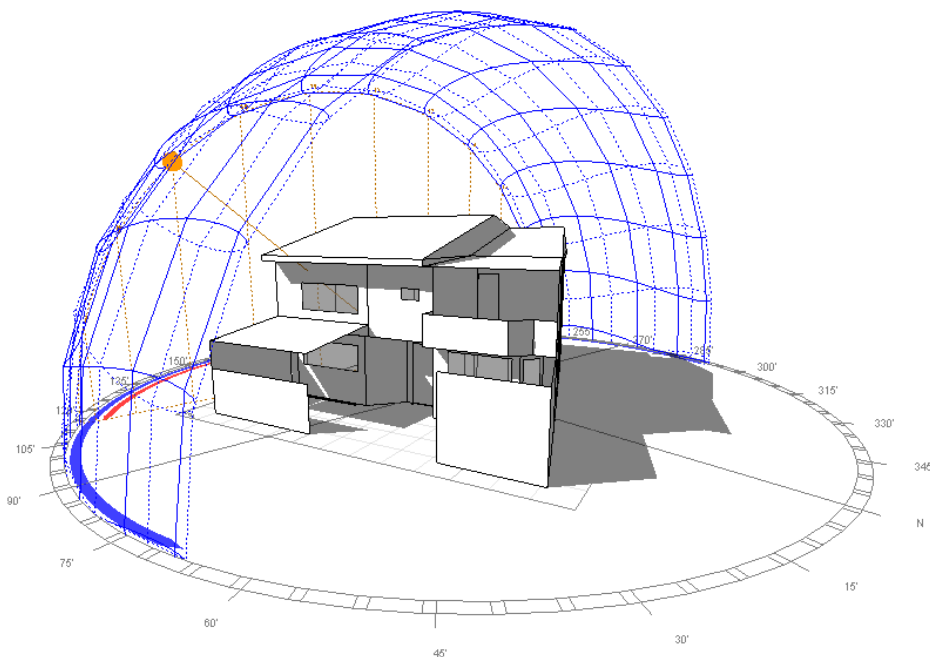
Av. 12 de Abril y Agustín Cueva 1202, Cuenca.

DATOS DE LA VIVIENDA

NOMBRE : David_Casa Totoracocha
DIRECCIÓN : Calle Carlos Rosas y Av. Altiplano
Nº VIVIENDA : 06
CÓD. PREDIAL: 0402038067000

I. ANTECEDENTES VIVIENDA EVALUADA

a) Perspectiva general del proyecto modelado en Ecotect.



b) Esquema de simulación

Se simulan los valores de:

1. Demanda energética:

-Toda la vivienda

2. Factores de la envolvente:

-Valor U

Unidades:

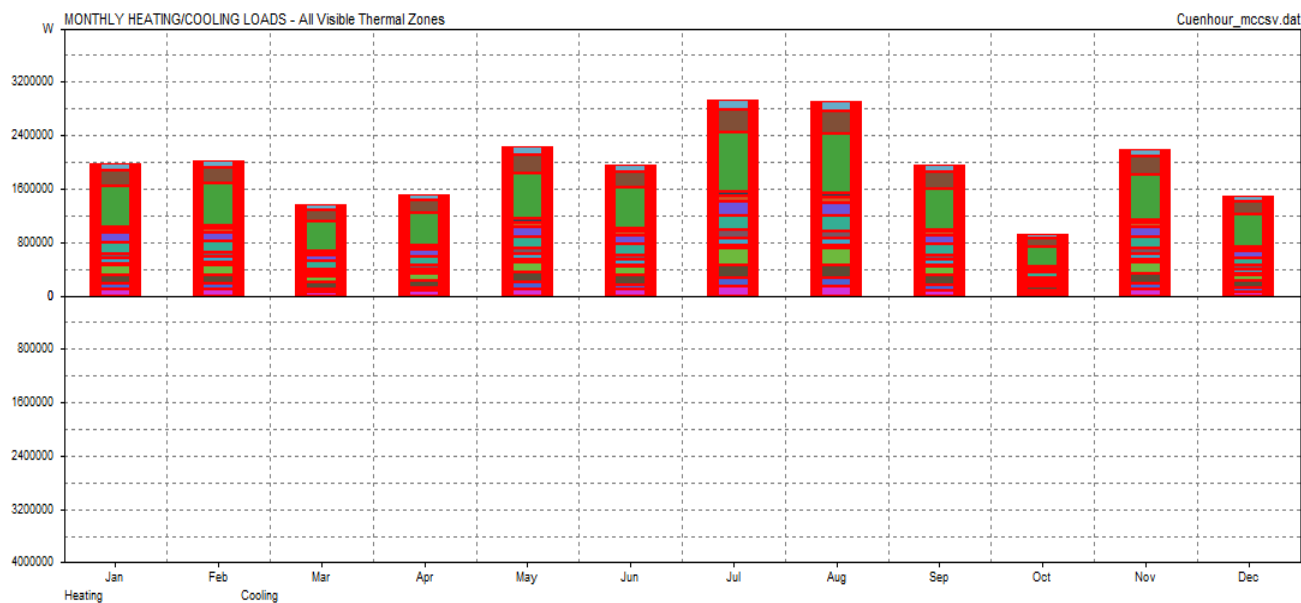
Demanda energética, kWh/m2año
Factor U, W/m2k

IV. TÉCNICAS Y SOFTWARE.

Nombre del software	Análisis	Técnica / Norma
AUTODESK® ECOTECHt® Analysis, 2011 versión educativa	Energético, Térmico, y Lumínico	Basado en el Método de las Admitancias desarrollado por el Chatered Institute of Building Service Engineers (CIBSE)

V. RESULTADOS

SIMULACIONES DEMANDA ENERGÉTICA DE TODA LA EDIFICACIÓN

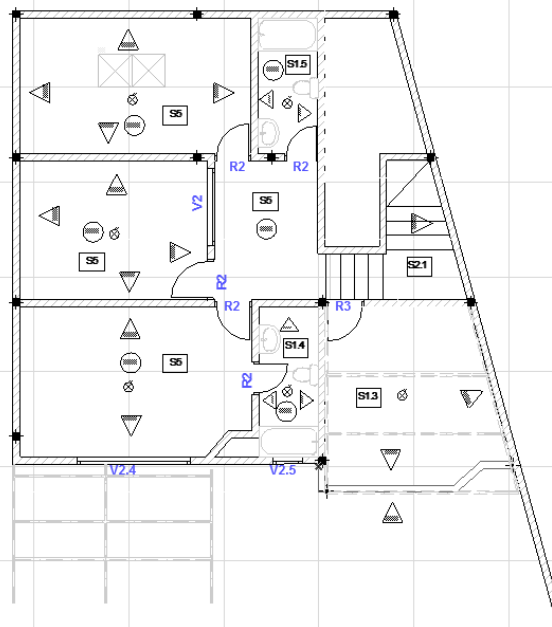
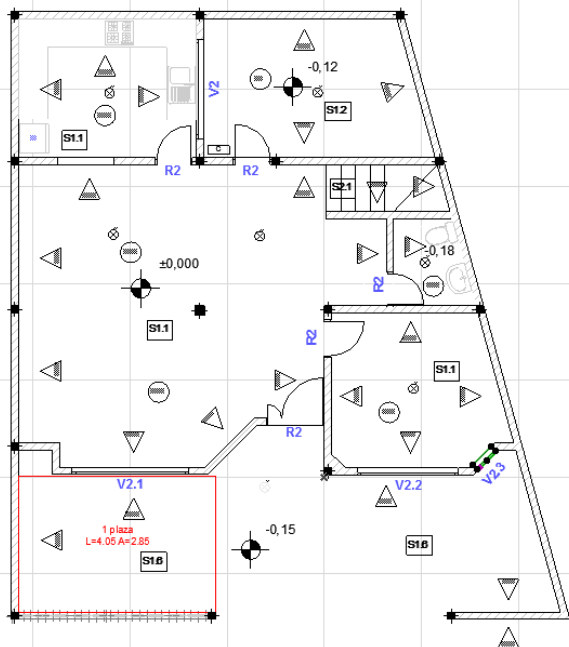


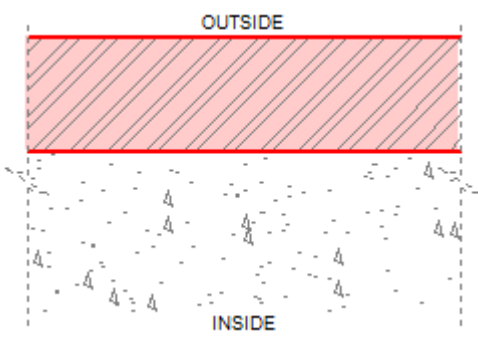
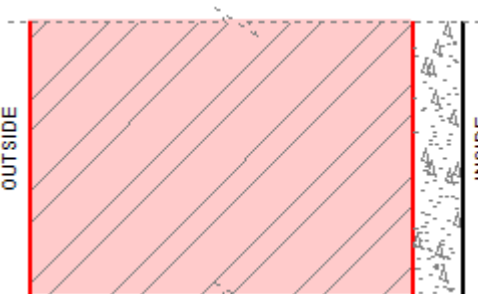
CUADRO DE RESULTADOS

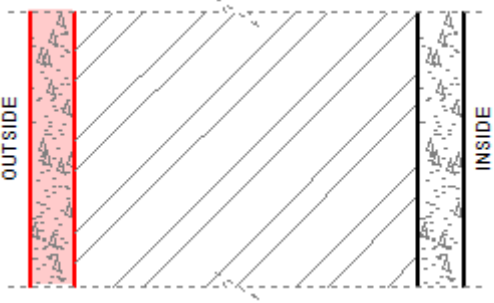
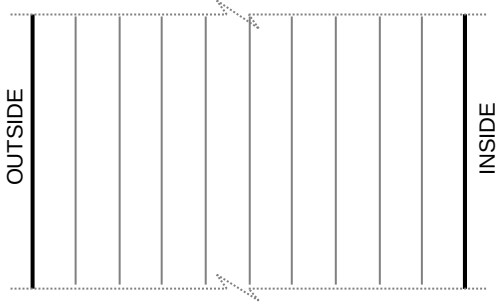
	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
CALEFACCIÓN (WH)	1988780	2024860	1361979	1523480	2223142	1966054	2938920	2909650	1954538	927766	2199526	1497275
REFRIGERACIÓN (WH)	0	0	0	0	3188	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES (WH)	1988780	2024860	1361979	1523480	2226330	1966054	2938920	2909650	1954538	927766	2199526	1497275
	TOTAL	POR M2		TOTAL kWh/m2año								
ÁREA DE PLANTA*	81.269			289,399				*Datos tomados del Ecotect				
CALEFACCIÓN (WH)	23515970	289360										
REFRIGERACIÓN (WH)	3188	39										
TOTAL (WH)	23519158	289399										

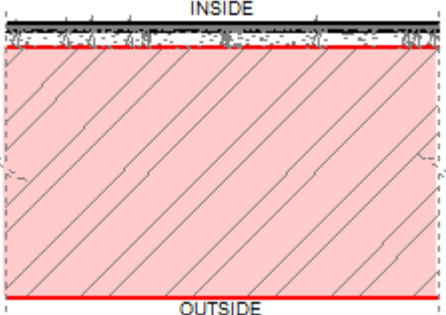
*Datos tomados del Ecotect

FACTORES DE LA ENVOLVENTE



CUBIERTA						PAREDES (Posteriores)					
											
CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)
1.	Teja	5	2760	836.8	18.828	1.	Ladrillo macizo	100	2080	921	1.31
2.	Asbest o cemen to	7	1750	840	1.02	2.	Enlucido de cemento	20	1900	840	1.5
VALOR U=		5.40				VALOR U=		3.33			

PAREDES						VENTANAS					
											
CAP A N°	MATERI AL	ESPE SOR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CAP A N°	MATERI AL	ESPE SOR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)
1.	Enlucido de cemento	20	1900	840	1.5	1.	Vidrio	4	2300	836,8	1,046
2.	Ladrillo macizo	100	2080	921	1,31						
3.	Enlucido de cemento	20	1900	840	1.5						
VALOR U=						VALOR U=					
2.88						5.5					
						FACTOR SOLAR =					
						0.94					

PISOS ladrillo s1.1 s1.4 s1.2 s1.3						Entrepiso					
											
CAP A N°	MATERI AL	ESPE SOR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CAP A N°	MATERI AL	ESPE SOR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)
1.	Suelo	1500	1300	1046	0.837	1.	Alfombra	3	190	1360	0.06
2.	Concreto	100	3800	656.9	0.753	2.	Concreto	100	2300	656.9	0.753
3.	Mortero cerámica	15	2000	656.9	0.753	3.	Gypsum	10	2320	1088	1.297
4.		15	1900	656.9	0.309						
VALOR U=						VALOR U=					
0.46						2.71					

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA”

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva 1202, Cuenca.

DATOS DE LA VIVIENDA

NOMBRE : Mercedes Berrezueta Cordero

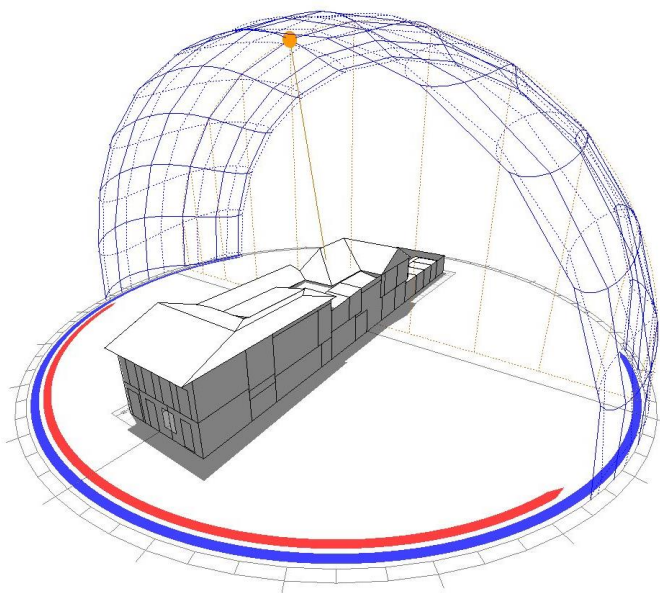
DIRECCIÓN : Gran Colombia y Tarqui

Nº VIVIENDA : 07

CÓD. PREDIAL: 01-02-019-014

I. ANTECEDENTES VIVIENDA EVALUADA

a) Perspectiva general del proyecto modelado en Ecotect.



b) Esquema de simulación

Se simulan los valores de:

1. Demanda energética:

-Toda la vivienda

2. Factores de la envolvente:

-Valor U

Unidades:

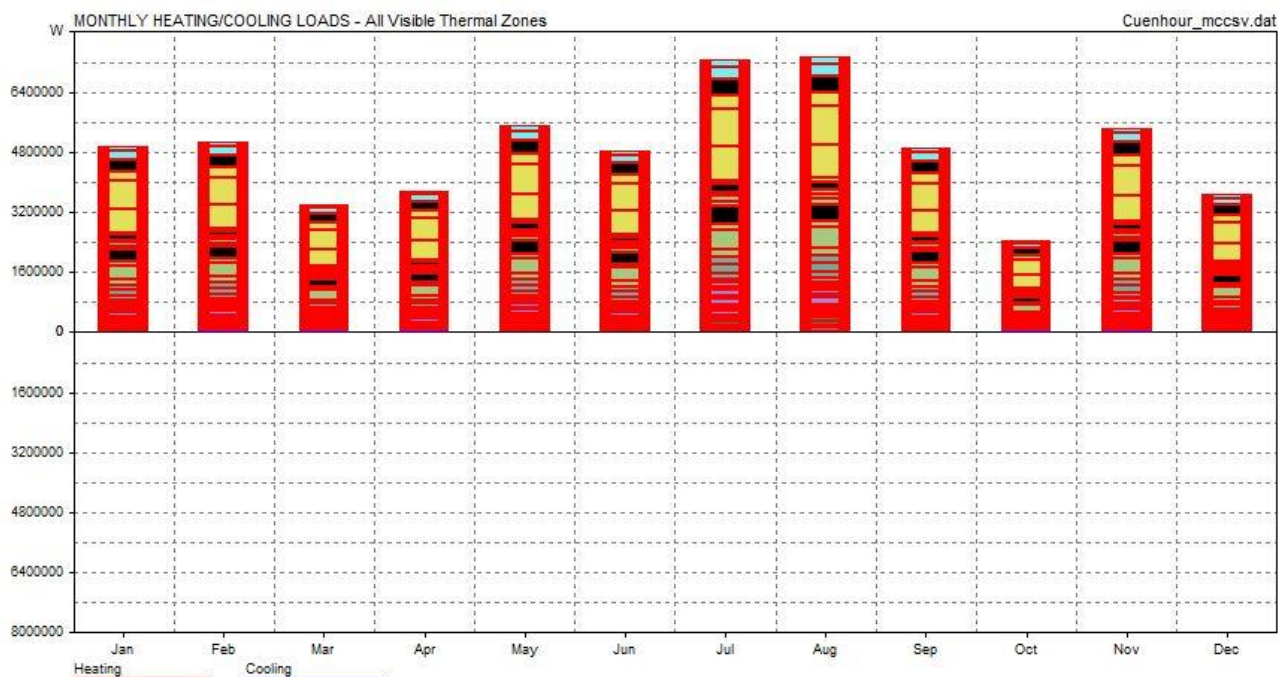
Demanda energética, kWh/m2año
Factor U, W/m2k

IV. TÉCNICAS Y SOFTWARE.

Nombre del software	Análisis	Técnica / Norma
AUTODESK® ECOTECT® Analysis, 2011 versión educativa	Energético, Térmico, y Lumínico	Basado en el Método de las Admitancias desarrollado por el Chatered Institute of Building Service Engineers (CIBSE)

V. RESULTADOS

SIMULACIONES DEMANDA ENERGÉTICA DE TODA LA EDIFICACIÓN

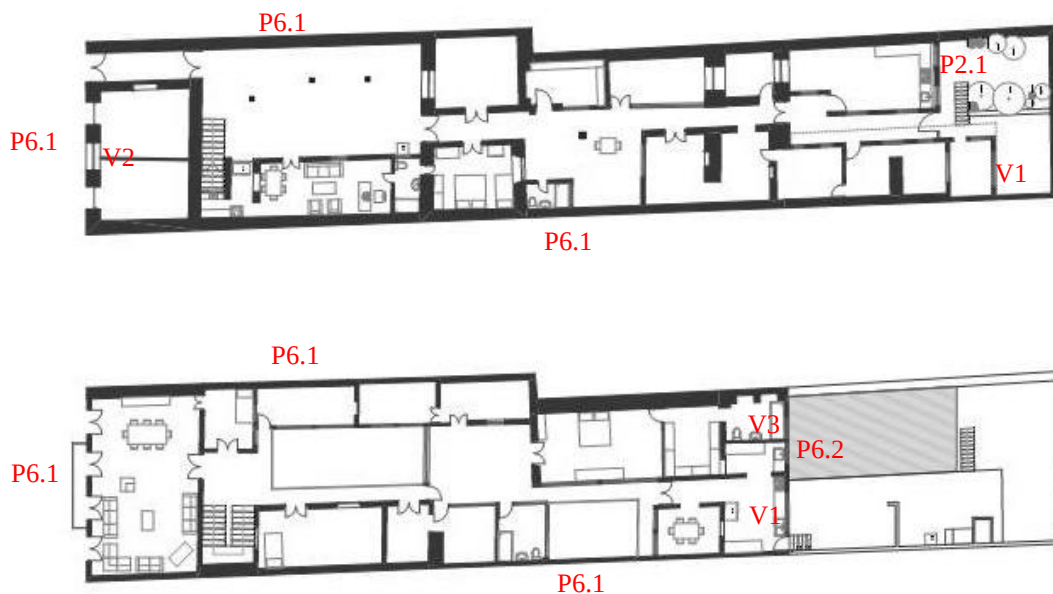


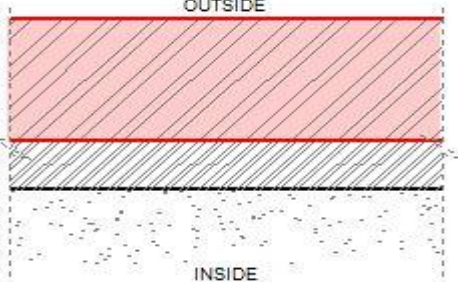
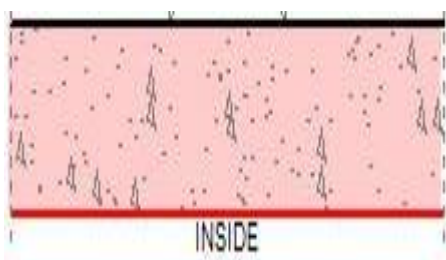
CUADRO DE RESULTADOS

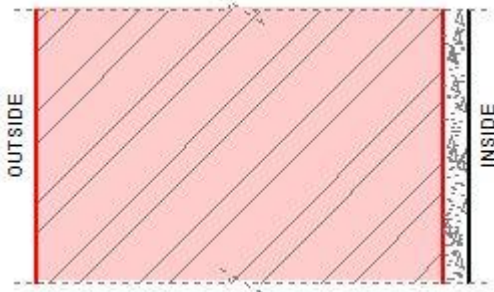
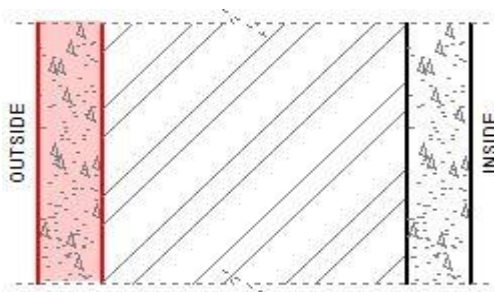
	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
CALEFACCIÓN (WH)	4961070	5088172	3416871	3767365	5496984	4842510	7255540	7333294	4908455	2430196	5446401	3670477
REFRIGERACIÓN (WH)	0	675	1090	188	0	0	0	0	0	354	611	0
TOTALES (WH)	4961070	5088848	3417961	3767553	5496984	4842510	7255540	7333294	4908455	2430550	5447012	3670477
	TOTAL		POR M2		TOTAL kWh/m2año							
ÁREA DE PLANTA*	270.716		-		216,538			*Datos tomados del Ecotect				
CALEFACCIÓN (WH)	58617336		216527									
REFRIGERACIÓN (WH)	2918		11									
TOTAL (WH)	58620252		216538									

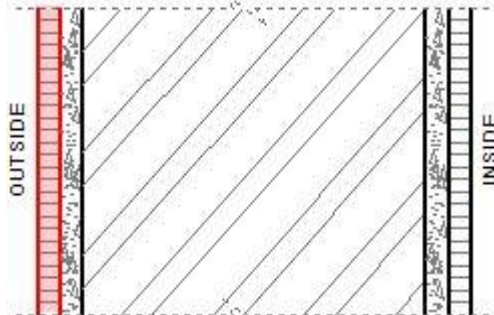
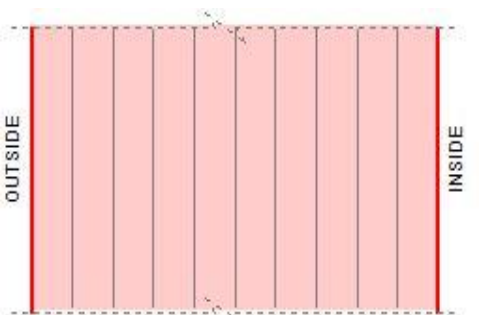
*Datos tomados del Ecotect

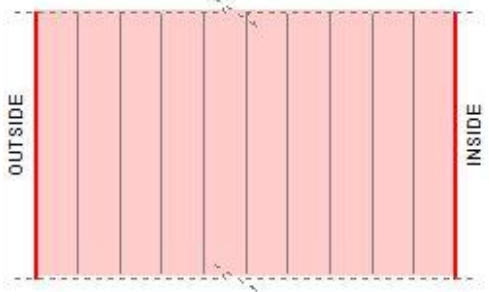
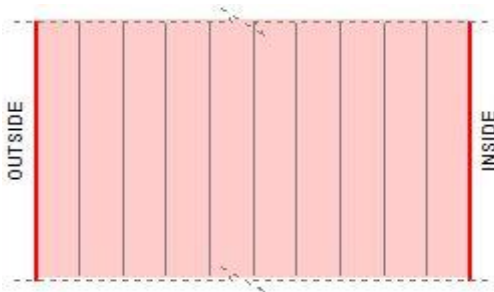
FACTORES DE LA ENVOLVENTE

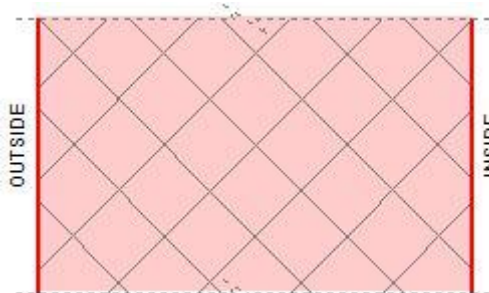
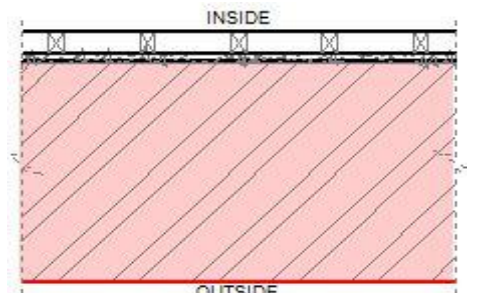


CUBIERTA					CIELO RASO					
										
CAPA Nº	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CAPA Nº	MATERIAL	ESPESOR (mm)	DENSIDAD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)	CONDUCTIVIDAD (λ)
1.	Teja	0.15	2760	836.8	1.	Yeso	0.05	1200	840	0.52
2.	Barro	0.02	1460	880.0						
3.	Madera	0.03	720	1680.0						
VALOR U=			2.44		VALOR U=			3.65		

PAREDES (P6.1)						PAREDES (P6.2)					
											
CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CAP A N°	MATERIA L	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)
1.	Adobe	470	1460.0	880.0	1.280	1.	Empañe te	30	1200.0	840.0	0.52
2.	Empañe te	30	1200.0	840.0	0.52	2.	Bahareq ue	140	1460.0	880.0	1.28
						3.	Empañe te	30	1200.0	840.0	0.52
VALOR U=		1.66				VALOR U=		2.48			

PAREDES (P2.2)						VENTANAS (V1)					
											
CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)
1.	Yeso	0.01	1250.0	1088.0	0.431	1.	Vidrio	0.006	2300.0	836.8	1.046
2.	Mortero	0.01	1600.0	656.9	0.335						
3.	Ladrillo	0.15	2000.0	836.8	0.711						
4.	Mortero	0.01	1600.0	656.9	0.335						
5.	Yeso	0.01	1250.0	1088.0	0.431	FACTOR SOLAR =			0.94		
VALOR U=		2.02				VALOR U=			5.44		

VENTANA (V2)						VENTANAS					
											
CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)
1.	Vidrio	0.004	2300.0	836.8	1.046	1.	Vidrio	0.004	2300.0	836.8	1.046
2.											
FACTOR SOLAR=			0.94			FACTOR SOLAR =			0.94		
VALOR U=			5.50			VALOR U=			5.50		

PUERTAS						PISOS					
											
CAP A N°	MATERI AL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFI CO (J/kgK)	CONDUCTIVI DAD (λ)	CAP A N°	MATERIAL	ESPES OR (mm)	DENSID AD (Kg/m3)	CALOR ESPECÍFIC O (J/kgK)	CONDUCTIV IDAD (λ)
1.	Mader a	0.04	825.0	2385.0	0.209	1.	Suelo	1500	1300	1046	0.837
						2.	Lámina de plástico	10	1800	1255	0.209
						3.	Concreto	50	2300	656.9	0.753
						4.	Aire	150	1.3	1004	5.560
						5.	Madera	0.01	720	1680	0.14
VALOR U=			2.71			VALOR U=			0.43		



Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

A N E X O 2

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA”

Av. 12 de Abril y Agustin Cueva 1202, Cuenca.

DATOS DE LA VIVIENDA

NOMBRE : Dra. Silvana Bustamante
DIRECCIÓN : Del Apio s/n y Guabisay. Las Pencas
N° VIVIENDA : 1
CÓD. PREDIAL: 0701023096000

I. ANTECEDENTES

El presente documento informa sobre los resultados de la monitorización y medición de variables ambientales y físicas realizadas en una vivienda, como parte del trabajo de investigación realizado por el proyecto: “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda” ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación de la Universidad de Cuenca. Esta actividad forma parte de la monitorización de 10 viviendas ubicadas dentro de la ciudad de Cuenca y que se detalla en la metodología del proyecto mencionado. La actividad contempla la realización de dicha monitorización, durante un periodo de 1 semana en el año.

Dentro de la medición se contempla:

- Variables: Temperatura interior (C°), humedad relativa interior (% HR), niveles de CO₂ (ppm), niveles de radiación solar (W/m²).

El presente informe da cuenta de los resultados de la monitorización de las variables medioambientales del periodo comprendido entre el 7 al 13 de Octubre de 2015. En este periodo se monitorizaron las variables de temperatura interior, humedad relativa interior, niveles de CO₂ y niveles de radiación solar en diferentes recintos de la vivienda No 1. En esta vivienda además se realiza la medición de consumo eléctrico durante el periodo de monitorización.

II. OBJETIVO

Monitorizar y medir las variables ambientales y físicas en diferentes recintos de una vivienda típica de la ciudad de Cuenca.

III. ANTECEDENTES VIVIENDA EVALUADA.

a) Esquema experimental de instalación de equipos de medición

En este periodo de medición, se determinó el consumo energético eléctrico de la vivienda bajo condiciones normales de ocupación durante el período.

Dentro de los recintos evaluados se tiene el siguiente montaje conforme esquema definidos en Figura N°3:

Sala, estar y comedor (segundo nivel):

Se miden: temperaturas de aire, humedad relativa interior, niveles de radiación y concentraciones de CO₂ del recinto.

Dormitorio principal (segundo nivel):

Se miden temperaturas de aire interior, humedad relativa interior, niveles de CO₂ y radiación del recinto.

Ta : Temperatura del aire, °C.
 HR : Humedad relativa del aire, %.
 CO₂ : Concentración de dióxido de carbono, ppm.
 W : Niveles de radiación, W/m².

IV. TÉCNICAS Y EQUIPOS.

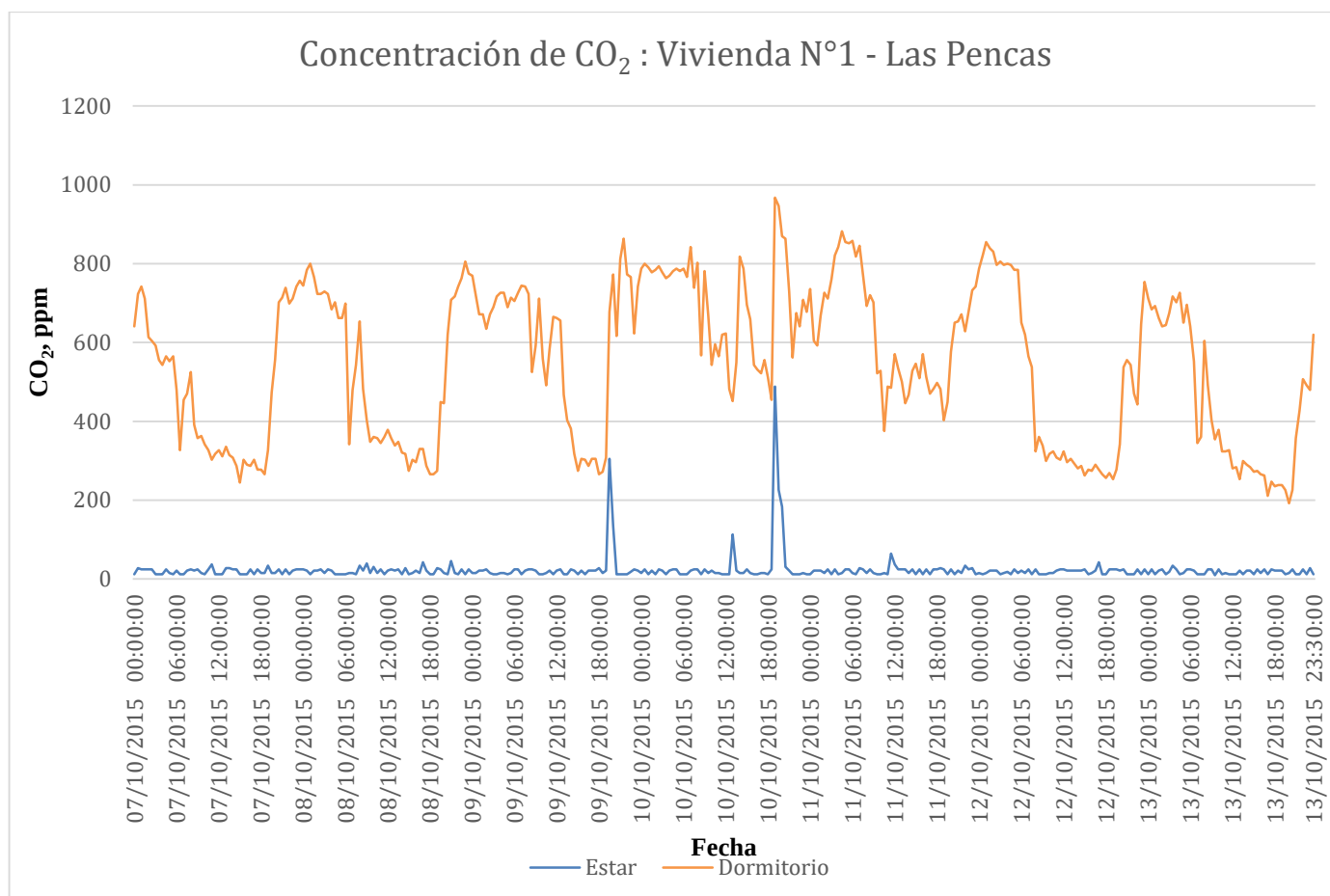
Característica-cualidad de la edificación	Equipamiento-instalación	Técnica / Norma
Sensores adquirentes de datos ambientales y eléctricos.	Kit de medición de parámetros ambientales y eléctricos: CAJA DE INTEGRACIÓN CON INSTALACIÓN (PROCESADOR): - Marca DataLights, - Modelo: DL-Logger2015-mR SENSOR DE TEMPERATURA (THERMISTOR) - Marca: Apogee - Modelo: ST-100 SENSOR DE HUMEDAD RELATIVA: - Marca: Omega - Modelo HX71-V1 SENSOR DE DIÓXIDO DE CARBONO: - Marca Vernier - Modelo: Carbon Dioxide Gas Sensor PIRANÓMETRO: - Marca: Apogee - Modelo: SP-212 KIT CONTADOR INSTANTÁNEO DE ELECTRICIDAD: marca Efergy, modelo Efergy e2, contiene: - Minisensor - Transmisor - Monitor inalámbrico	Técnicas desarrolladas en el proyecto Método de la Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda.

V. RESULTADOS

1 MONITORIZACIONES

Se considera un periodo de medición durante una semana, comprendido entre el 7 y 13 de Octubre de 2015. Se anexa tabla de datos procesados por tipo de variable.

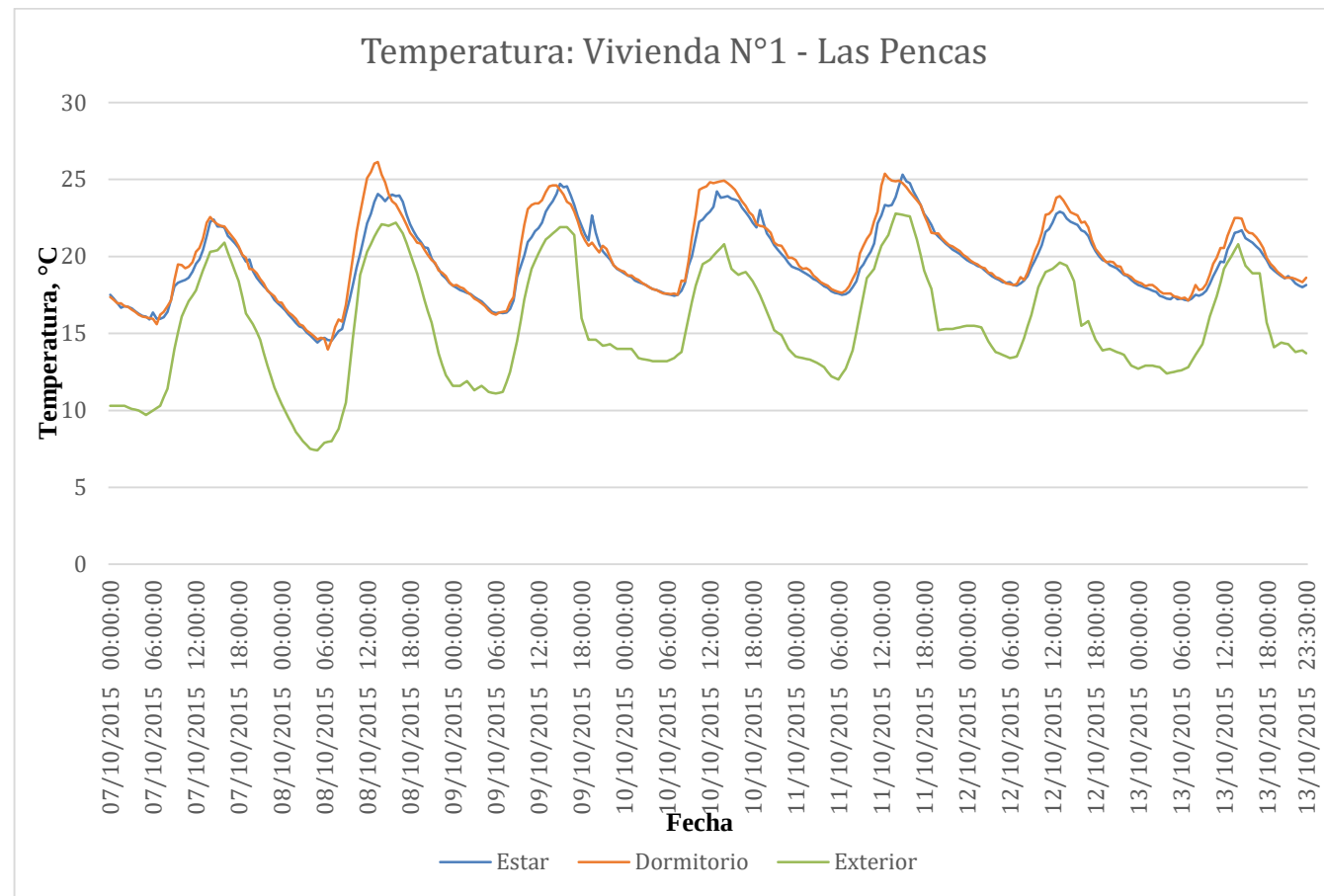
1.1 CONCENTRACIÓN DE CO₂



CO₂ : Concentración dióxido de carbono, ppm.

CO ₂	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	22.9154293	546.255515
Mínimo	9.15527248	192.260727
Máximo	488.281189	967.407104
Desviación Estándar	34.7354029	196.226515

1.2 TEMPERATURA

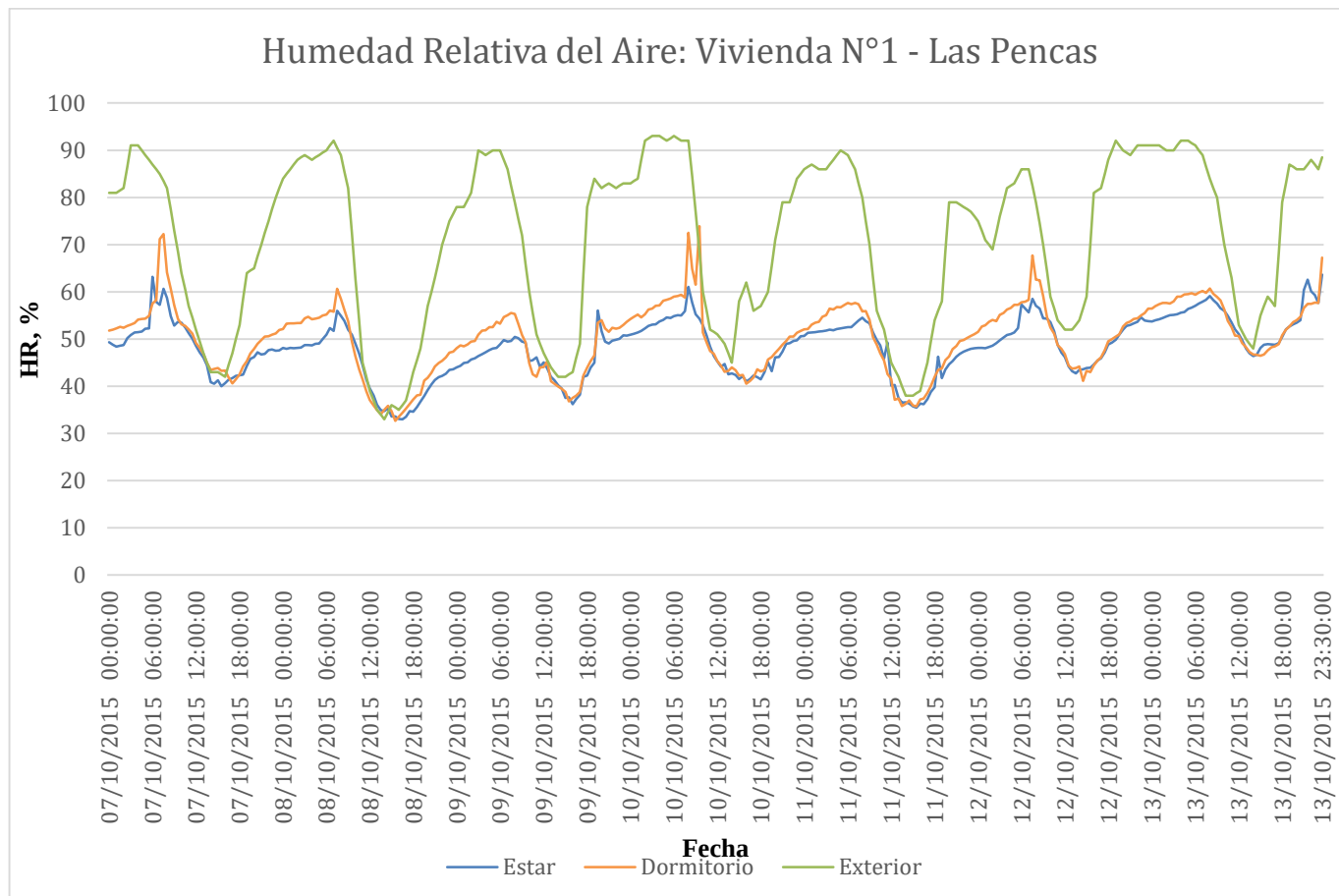


1.2.1 Temperaturas de aire

Temperatura Ambiental	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	19.6159189	19.9731791
Mínimo	14.4006901	13.9643631
Máximo	25.3180618	26.1498051
Desviación Estándar	2.46254027	2.67574069



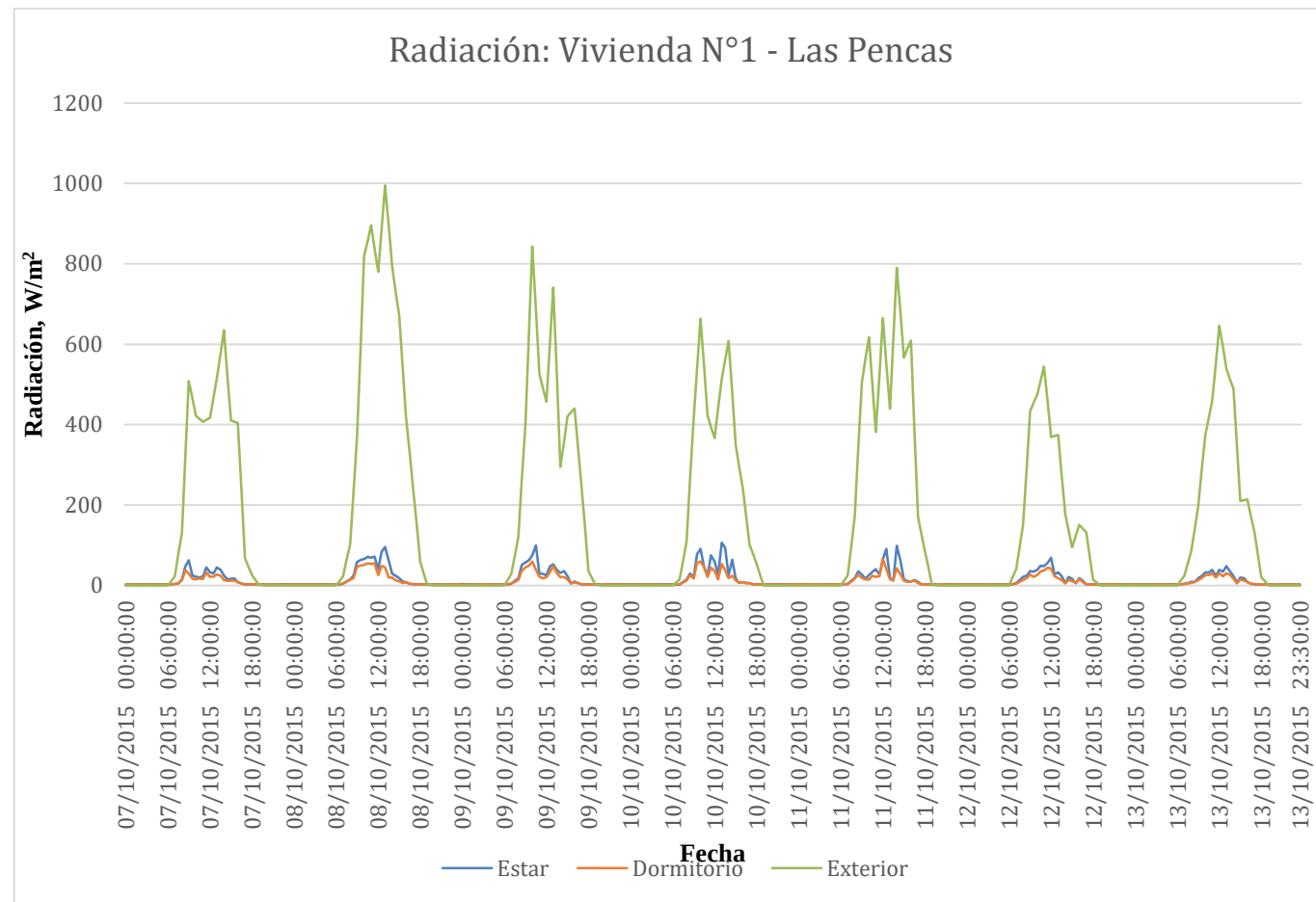
1.3 HUMEDAD RELATIVA



HR : Humedad relativa del aire, % .

Humedad Relativa	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	48.2641269	50.2025013
Mínimo	33.0078087	32.6904259
Máximo	63.6474533	73.9257736
Desviación Estándar	6.19644628	7.36288707

1.4 RADIACIÓN



W : Radiación, W/m2

Radiación	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	14.7174639	10.3541773
Mínimo	1.83105445	1.83105445
Máximo	106.201164	65.3076096
Desviación Estándar	21.5747444	13.6870741

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA”

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva 1202, Cuenca.

DATOS DE LA VIVIENDA

NOMBRE : Mercedes Larriva González

DIRECCIÓN : Ordoñez Lasso Urbanización Río Amarillo. Casa 6Av. De las Américas y calle los Naranjos

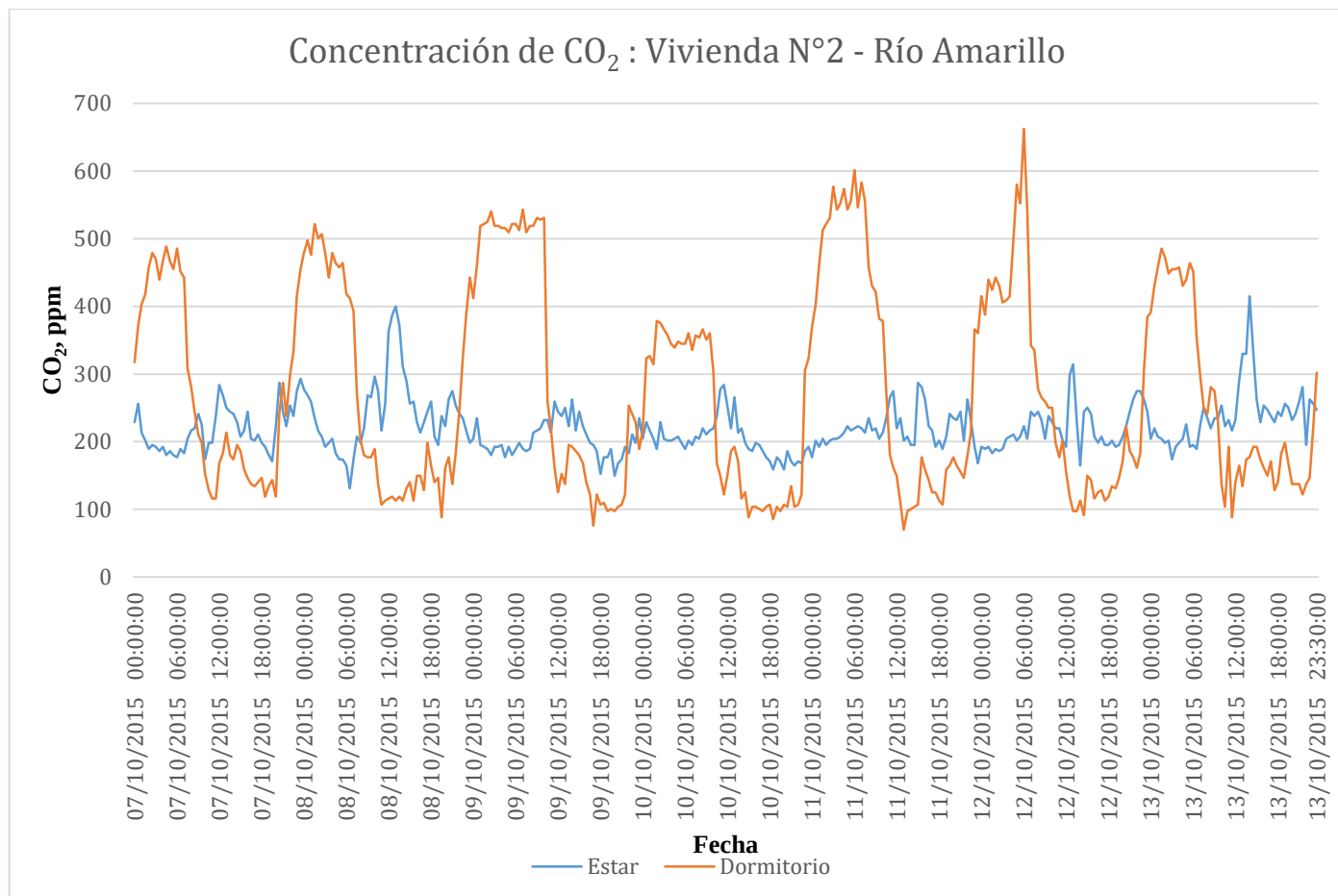
N° VIVIENDA : 2

V. RESULTADOS

1 MONITORIZACIONES

Se considera un periodo de medición durante una semana, comprendido entre el 6 y 14 de Octubre de 2015. Se anexa tabla de datos procesados por tipo de variable.

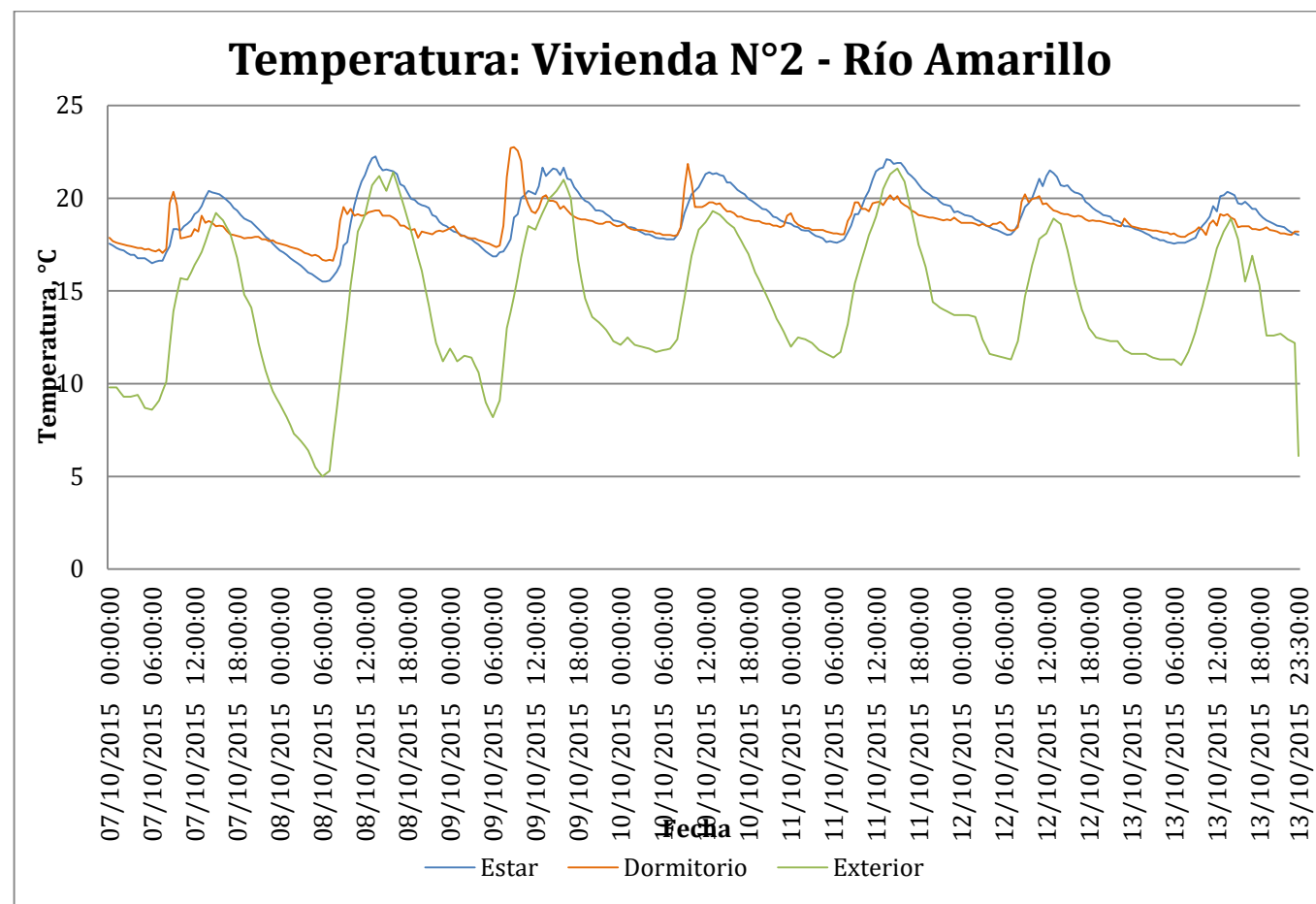
1.1 CONCENTRACIÓN DE CO₂



CO₂ : Concentración dióxido de carbono, ppm.

CO ₂	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	220.607555	273.768079
Mínimo	131.225571	70.1904221
Máximo	415.039032	662.231384
Desviación Estándar	38.8221253	153.759208

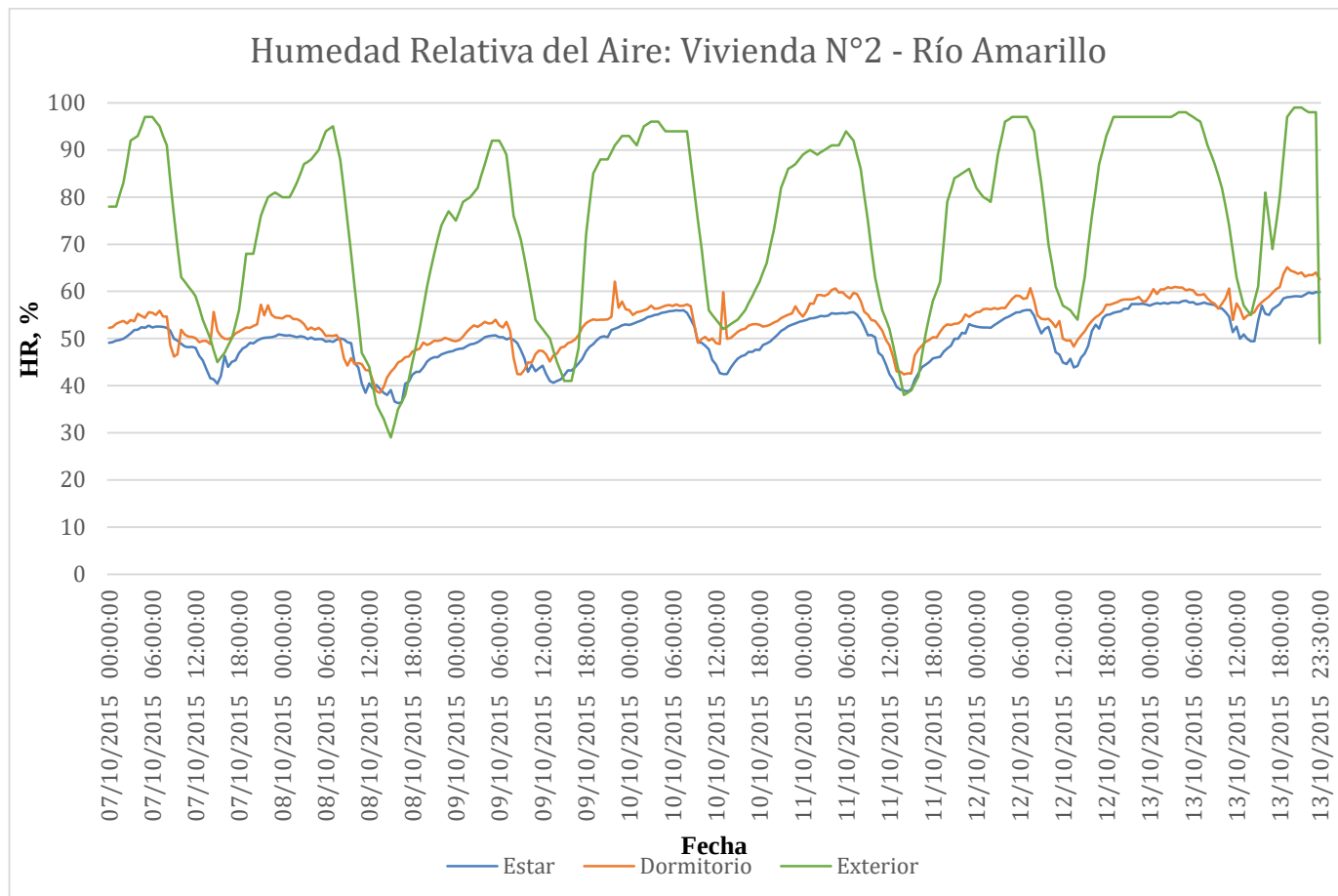
1.2 TEMPERATURA



Temperaturas de aire, °C.

Temperatura Ambiental	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	19.0254445	18.62719
Mínimo	15.5051899	16.6308689
Máximo	22.251461	22.7646427
Desviación Estándar	1.48618764	0.90197168

1.3 HUMEDAD RELATIVA

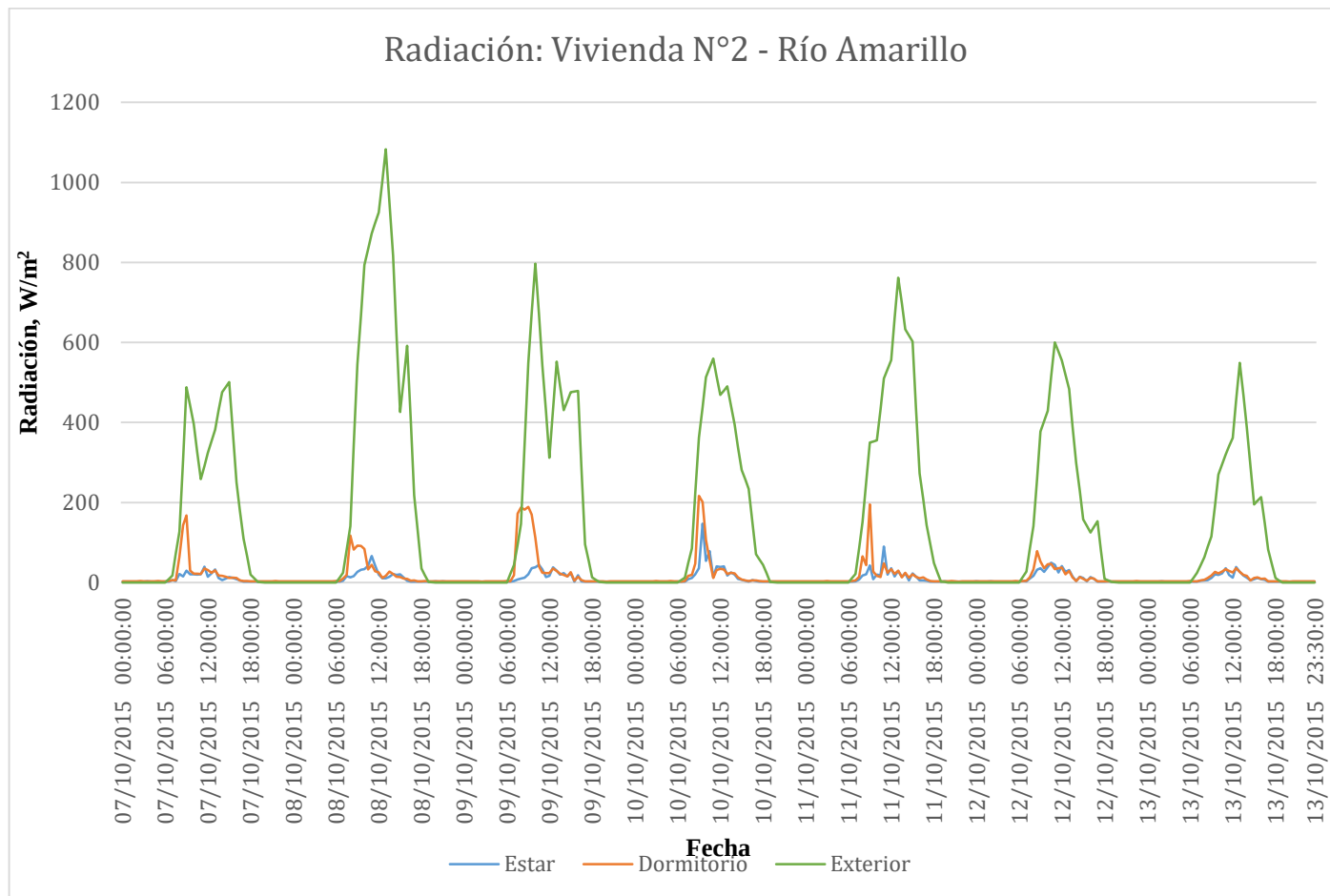


HR: Humedad relativa del aire, %.

Humedad Relativa	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	50.0589963	53.418981
Mínimo	36.3037071	38.5009727
Máximo	59.8388596	65.1611252
Desviación Estándar	5.30225061	5.06033932



1.4 RADIACIÓN



W: Radiación, W/m^2

Radiación	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	10.0580841	17.1915674
Mínimo	1.83105445	2.44140601
Máximo	147.094711	216.064438
Desviación Estándar	14.9155667	34.0472503

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA”

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva 1202, Cuenca.

DATOS DE LA VIVIENDA

NOMBRE : Sra. Martha De la Torre Vega

DIRECCIÓN : Honorato Loyola 3-155

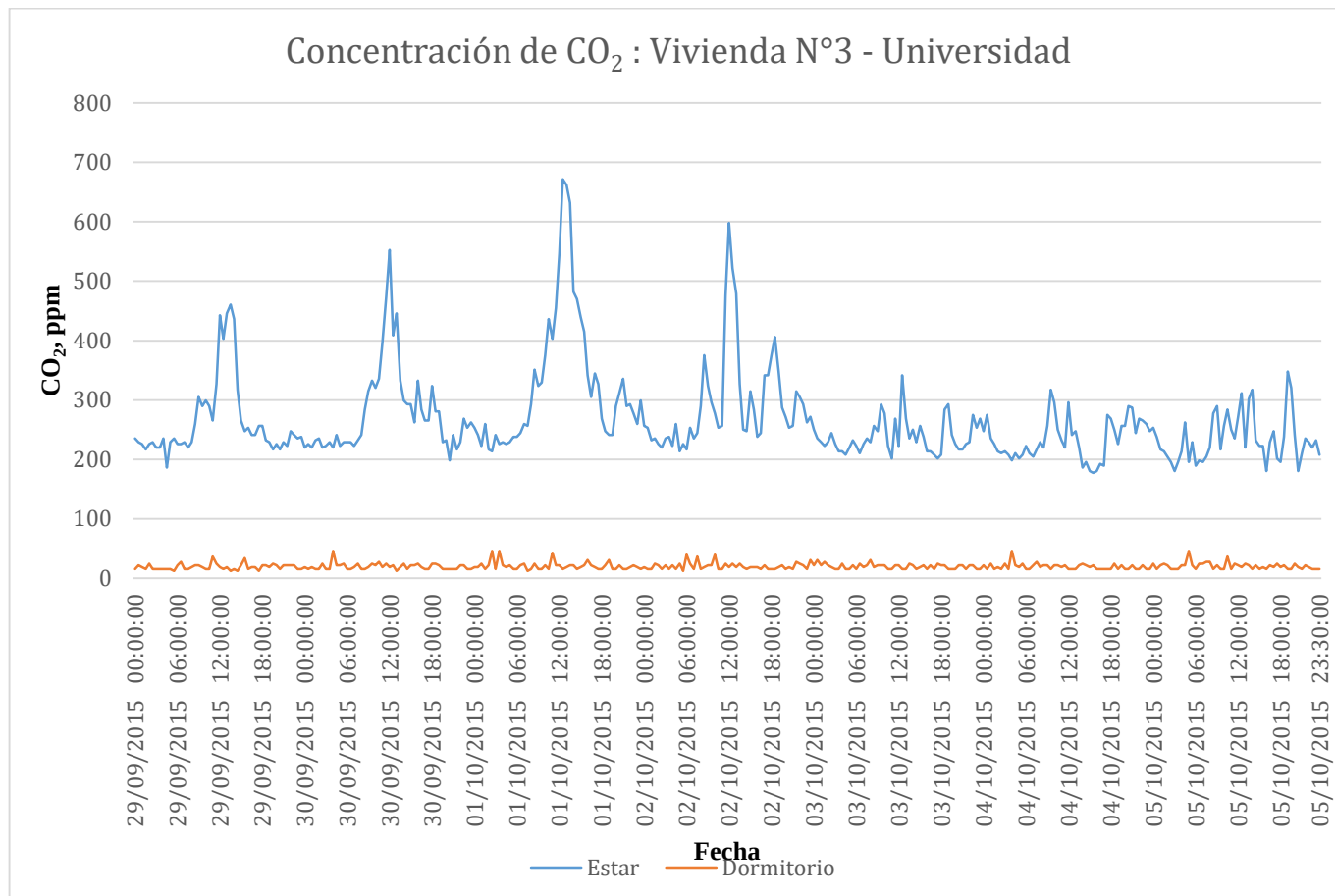
N° VIVIENDA : 3

V. RESULTADOS

1 MONITORIZACIONES

Se considera un periodo de medición durante una semana, comprendido entre el 6 y 14 de Octubre de 2015. Se anexa tabla de datos procesados por tipo de variable.

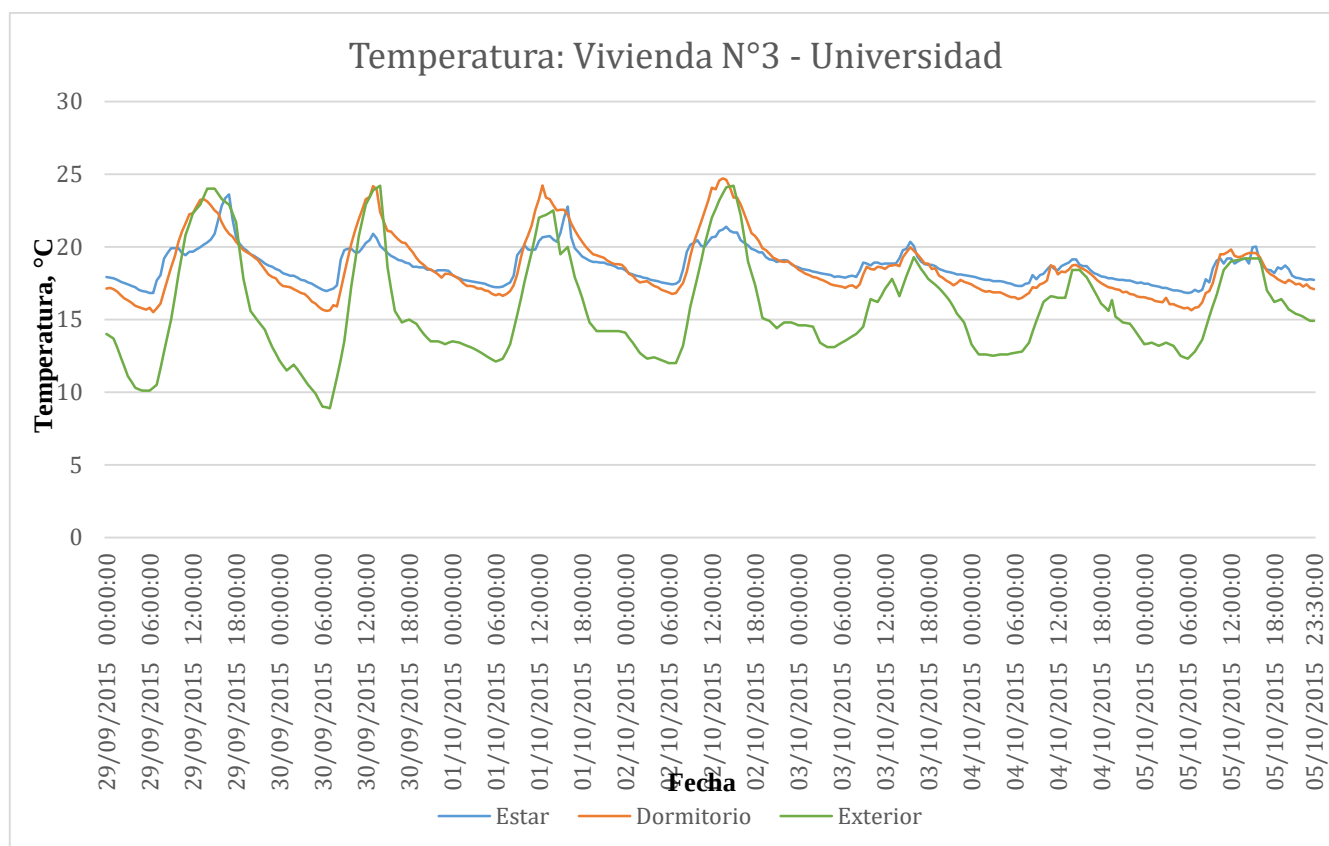
1.1 CONCENTRACIÓN DE CO₂



CO₂ : Concentración dióxido de carbono, ppm.

CO ₂	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	22.6	19.7092672
Mínimo	177.001938	12.2070303
Máximo	671.386658	45.7763634
Desviación Estándar	76.6722243	5.71154709

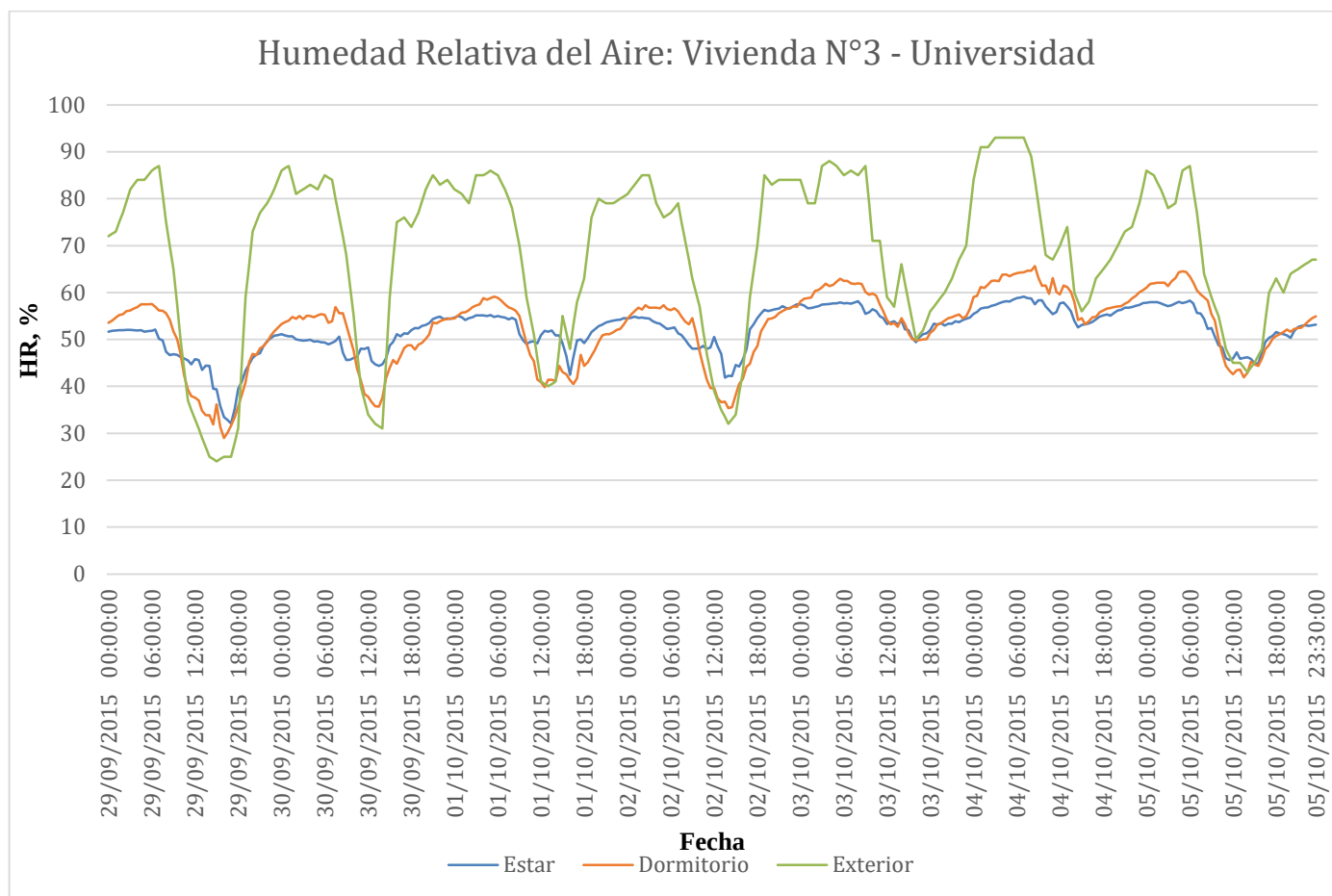
1.2 TEMPERATURA



1.2.1 temperaturas de aire

Temperatura Ambiental	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	18.6762556	18.6336214
Mínimo	16.8130875	15.5051899
Máximo	23.5986233	24.7188663
Desviación Estándar	1.2021416	2.12944124

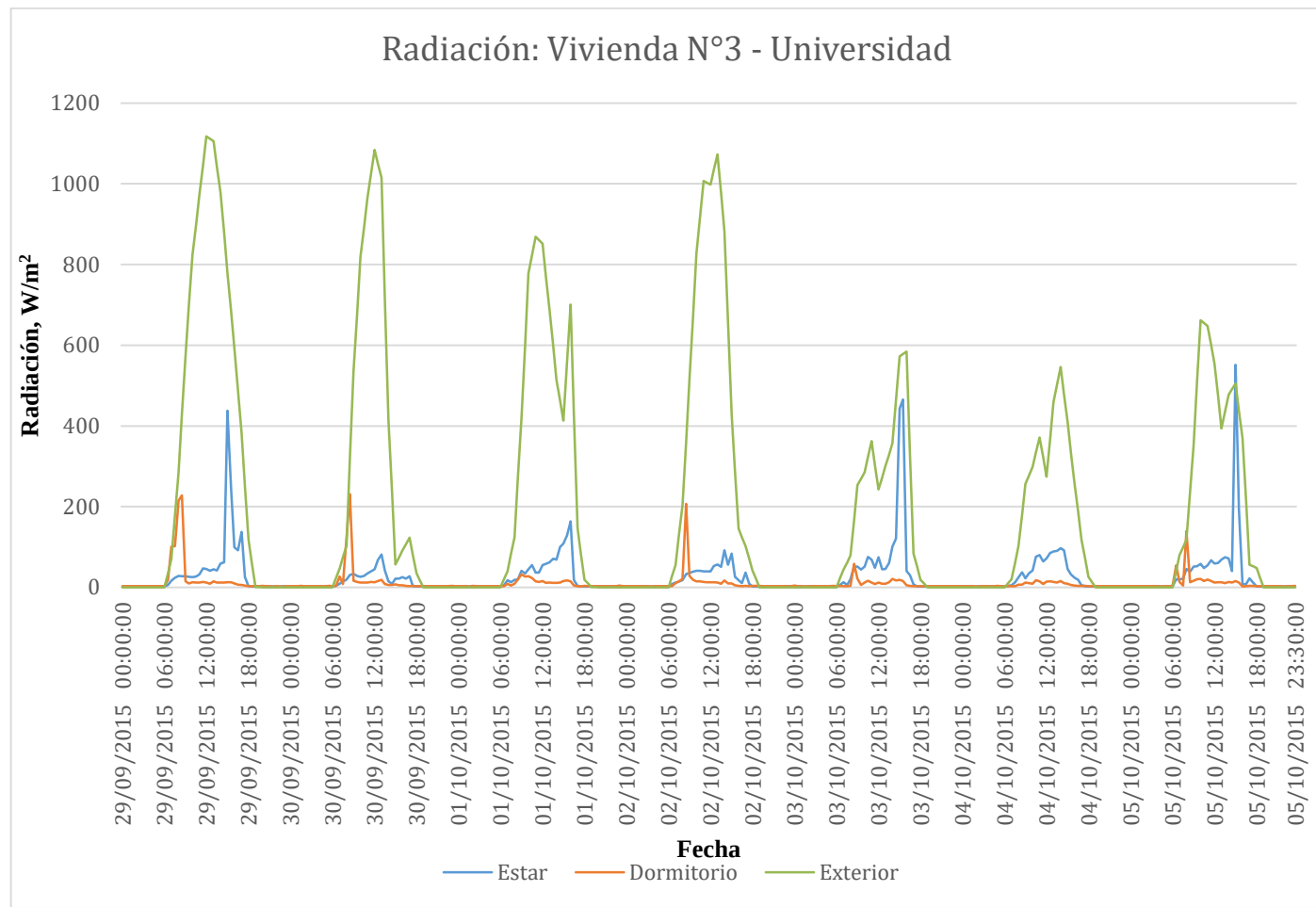
1.3 HUMEDAD RELATIVA



HR : Humedad relativa del aire, % .

Humedad Relativa	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	51.9892328	52.4843436
Mínimo	32.1044884	29.0039024
Máximo	59.1308517	65.6249924
Desviación Estándar	4.78541365	7.87823094

1.4 RADIACIÓN



W : Radiación, W/m2

Radiación	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	27.4658176	10.9318314
Mínimo	1.83105445	2.44140601
Máximo	551.1474	230.71286
Desviación Estándar	58.9854814	26.8539198

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA”

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva 1202, Cuenca.

DATOS DE LA VIVIENDA

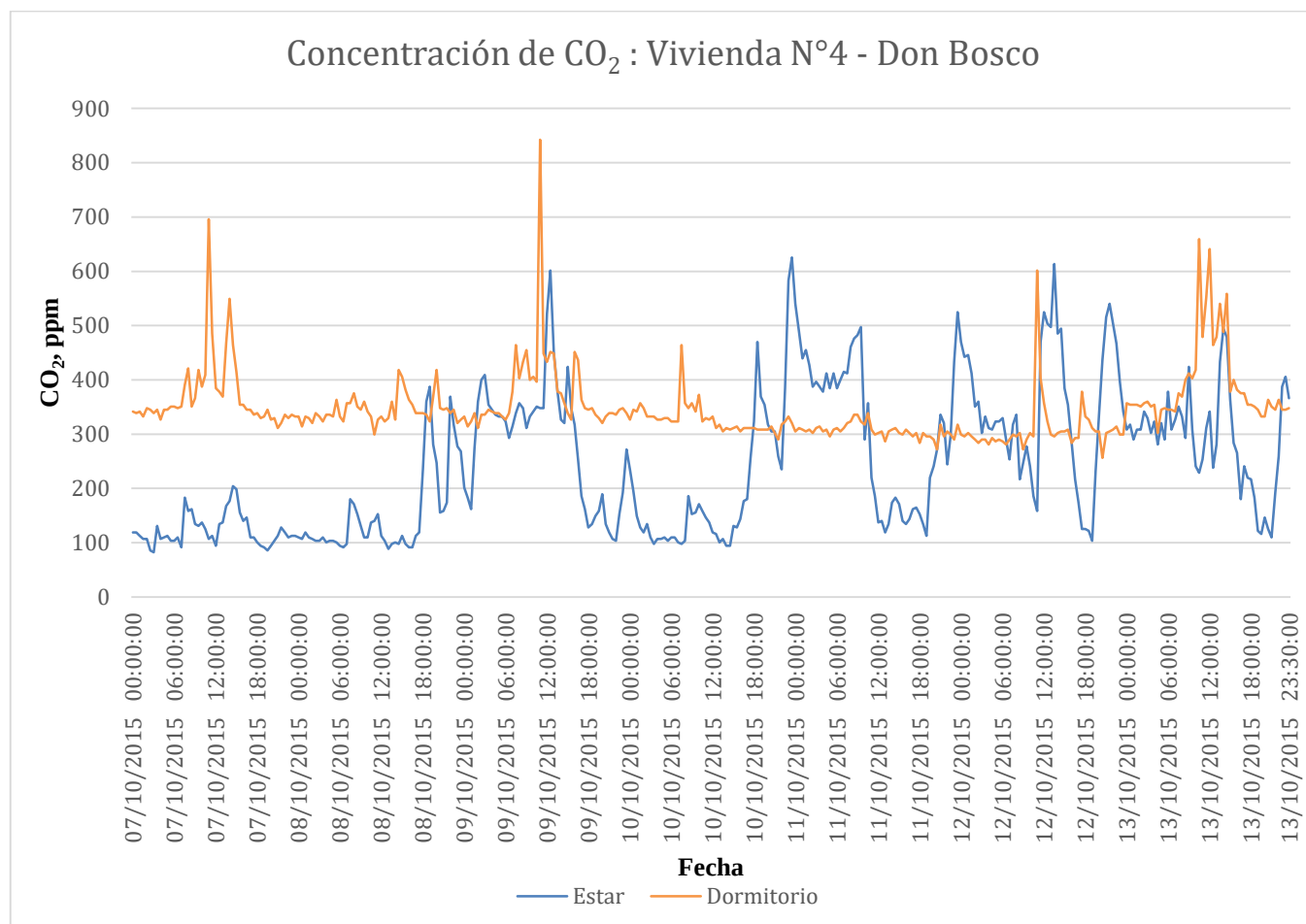
NOMBRE :
DIRECCIÓN : Calle de retorno y Diego de Velázquez
N° VIVIENDA : 4

V. RESULTADOS

1 MONITORIZACIONES

Se considera un periodo de medición durante una semana, comprendido entre el 6 y 14 de Octubre de 2015. Se anexa tabla de datos procesados por tipo de variable.

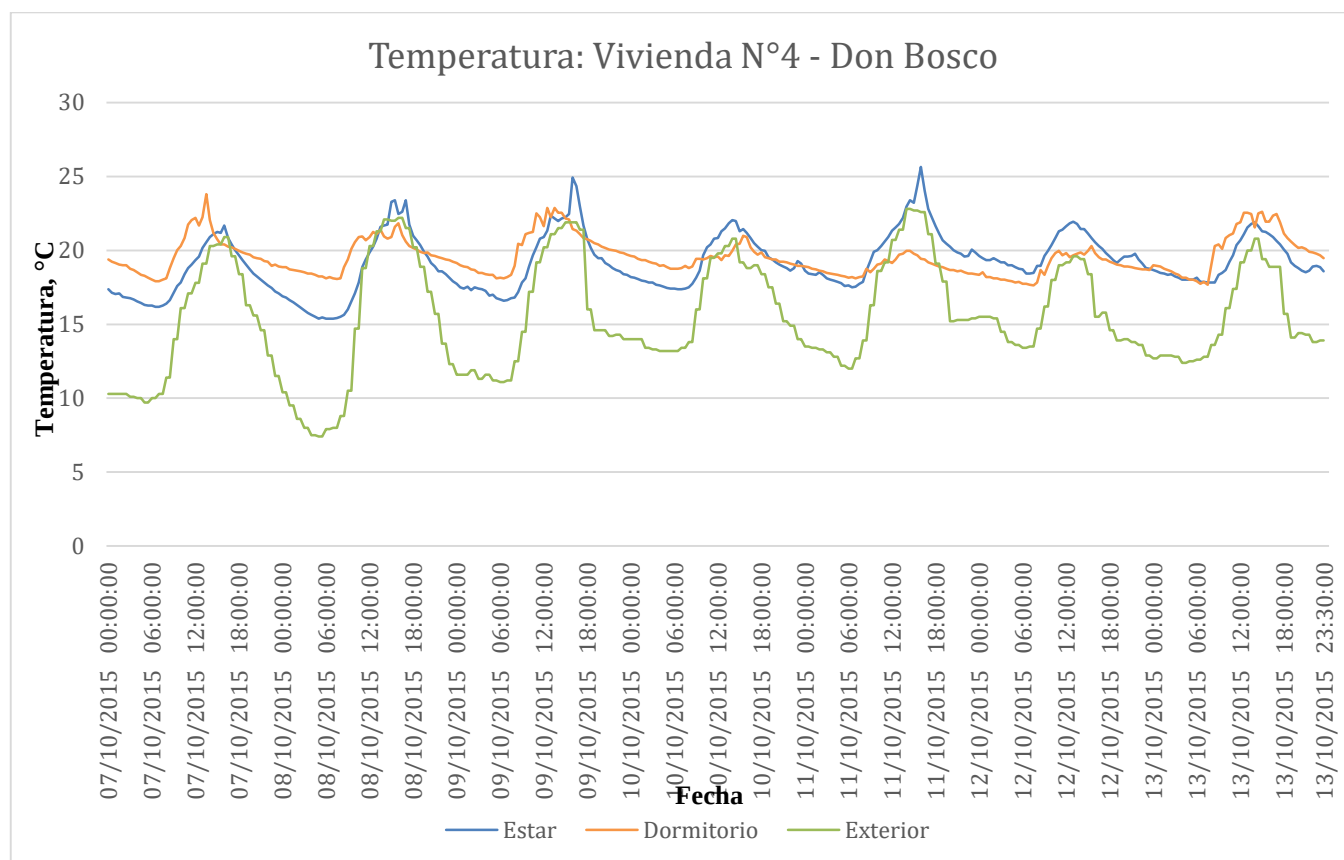
1.1 CONCENTRACIÓN DE CO₂



CO₂ : Concentración dióxido de carbono, ppm.

CO ₂	Estar	Dormitorio Principal
Promedio	242.94	346.76
Mínimo	82.40	256.35
Máximo	625.61	842.29
Desviación Estándar	131.01	63.53

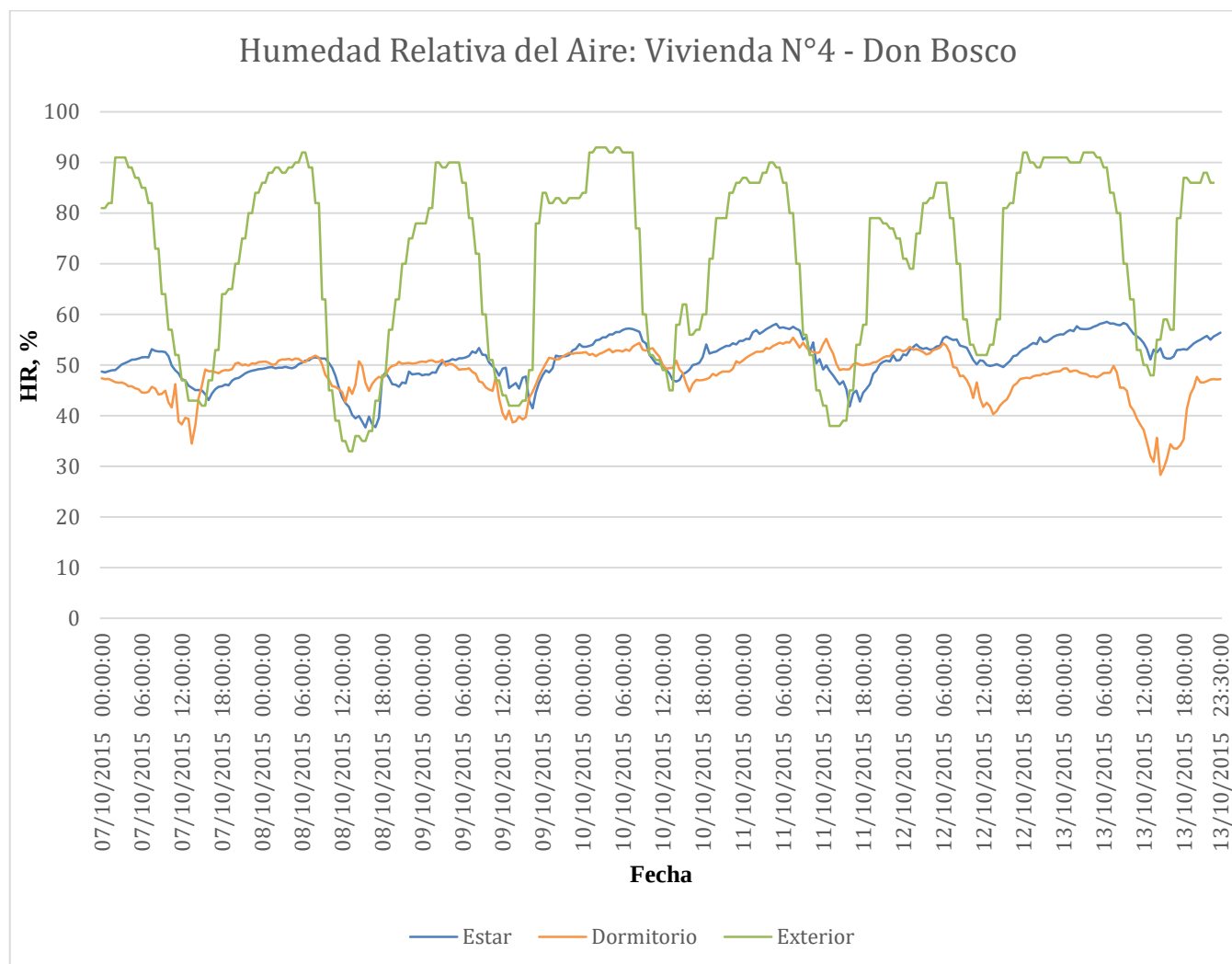
1.2 TEMPERATURA



Temperaturas de aire, °C.

Temperatura Ambiental	Estar	Dormitorio Principal
Promedio	19.18	19.55
Mínimo	15.37	17.64
Máximo	25.65	23.81
Desviación Estándar	1.93	1.23

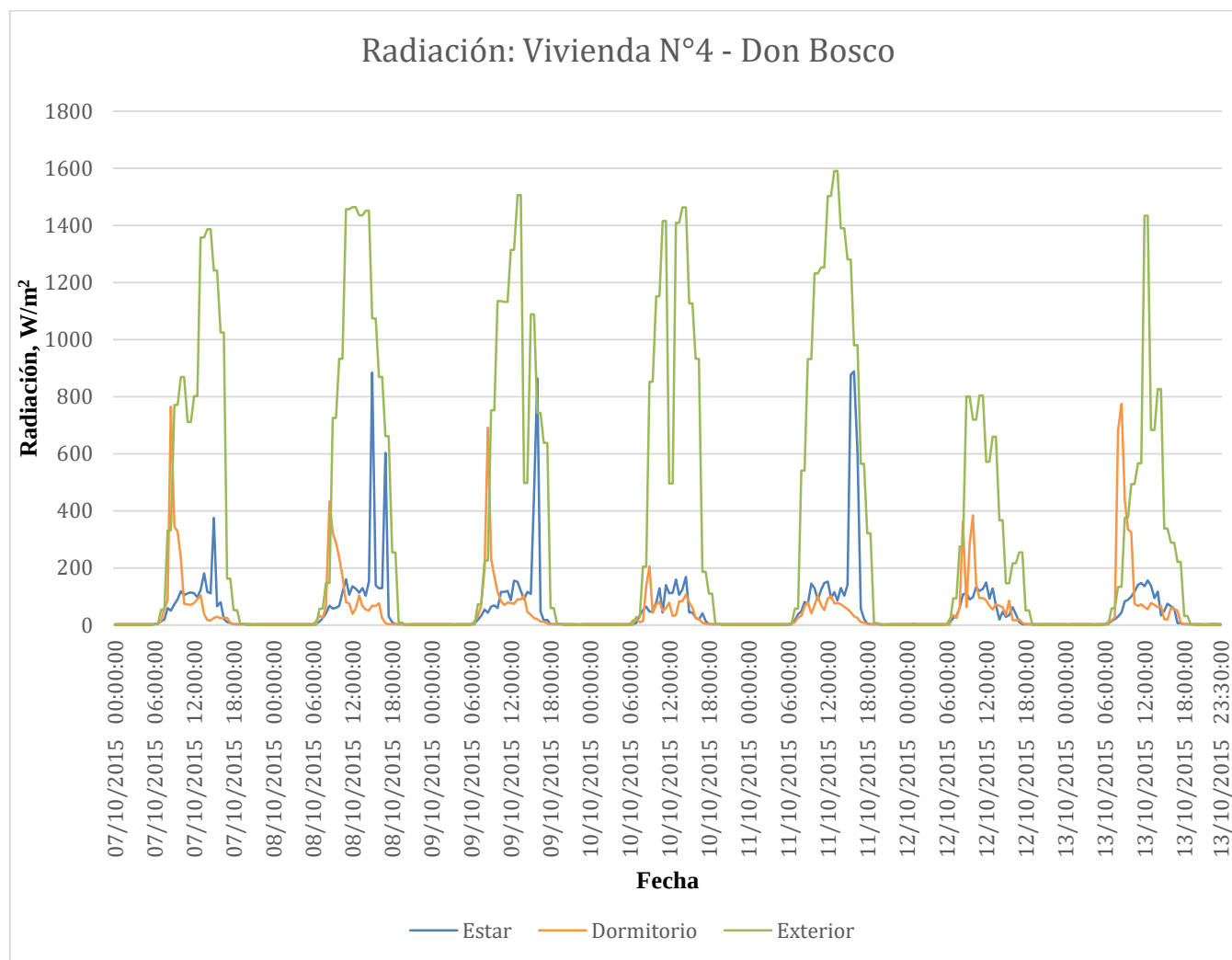
1.3 HUMEDAD RELATIVA



HR: Humedad relativa del aire, %.

Humedad Relativa	Estar	Dorm. Princ.
Promedio	51.15	48.07
Mínimo	37.67	28.34
Máximo	58.54	55.42
Desviación Estándar	4.27	4.81

1.4 RADIACIÓN



W: Radiación, W/m²

Radiación	Estar	Dormitorio Principal
Promedio	54.34	48.13
Mínimo	1.83	2.44
Máximo	888.06	775.15
Desviación Estándar	116.63	103.85

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA”

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva 1202, Cuenca.

DATOS DE LA VIVIENDA

NOMBRE : Gladys Mercedes Vásquez Pichu

DIRECCIÓN : Los Trigales Bajos Manzana U222 Calle Tomas Clavo del Curto

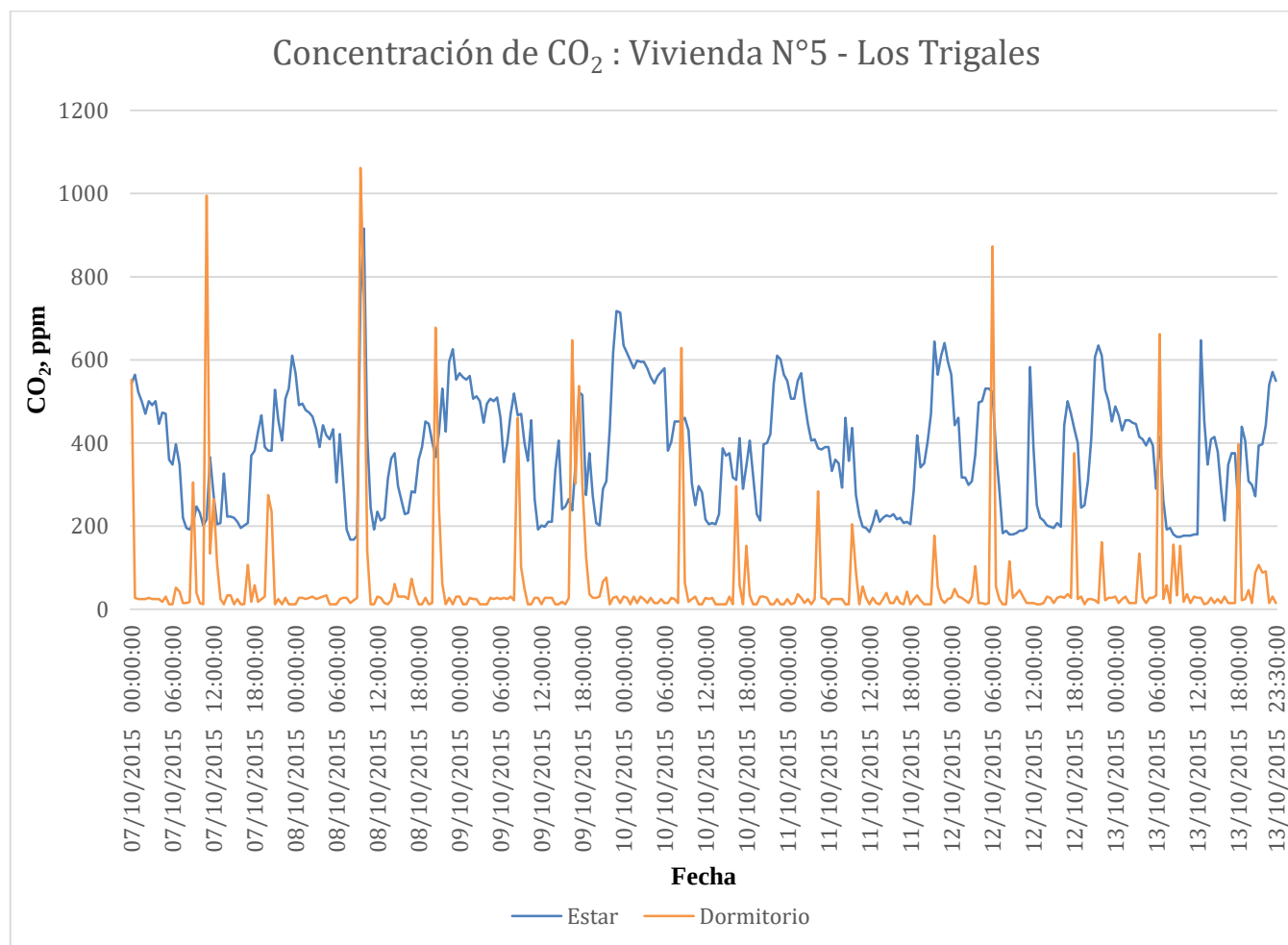
N° VIVIENDA : 5

V. RESULTADOS

1 MONITORIZACIONES

Se considera un periodo de medición durante una semana, comprendido entre el 7 y 13 de Octubre de 2015. Se anexa tabla de datos procesados por tipo de variable.

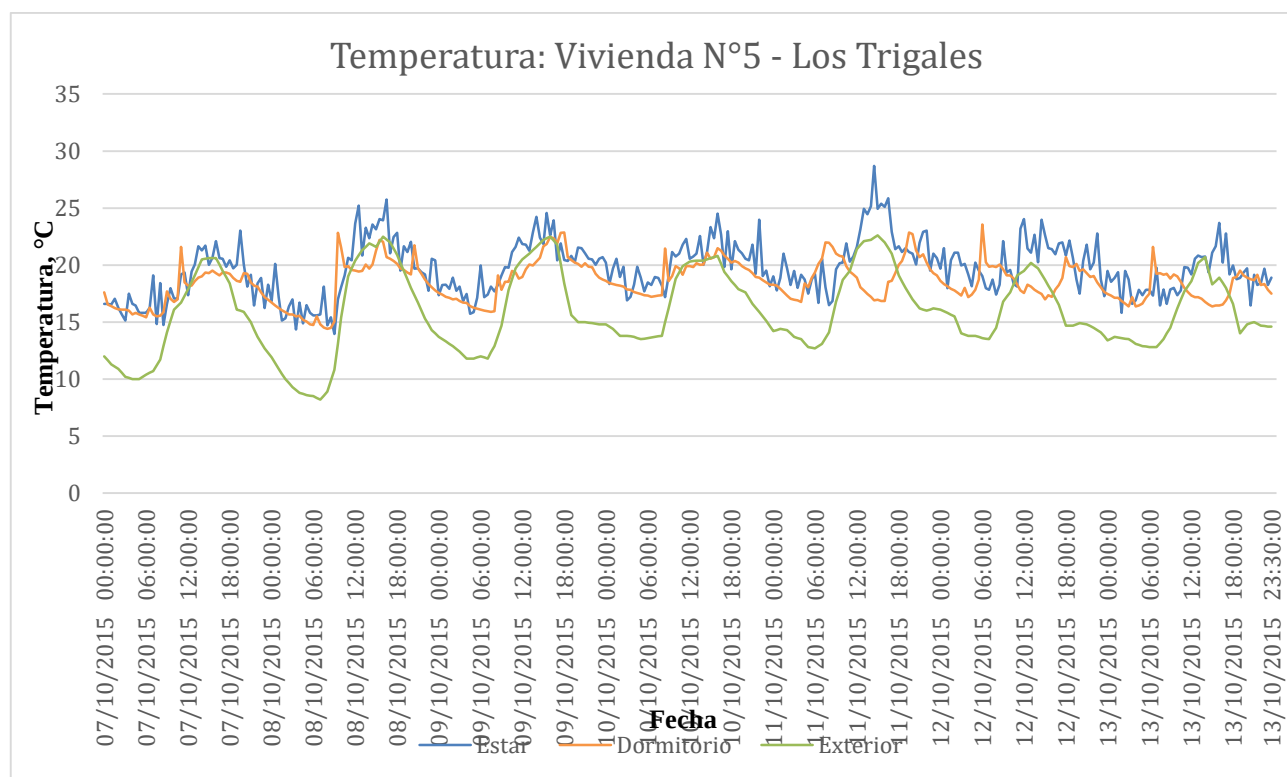
1.1 CONCENTRACIÓN DE CO₂



CO₂ : Concentración dióxido de carbono, ppm.

CO ₂	Estar	Dormitorio Principal
Promedio	379.99	61.35
Mínimo	167.85	12.21
Máximo	915.53	1062.01
Desviación Estándar	139.53	136.41

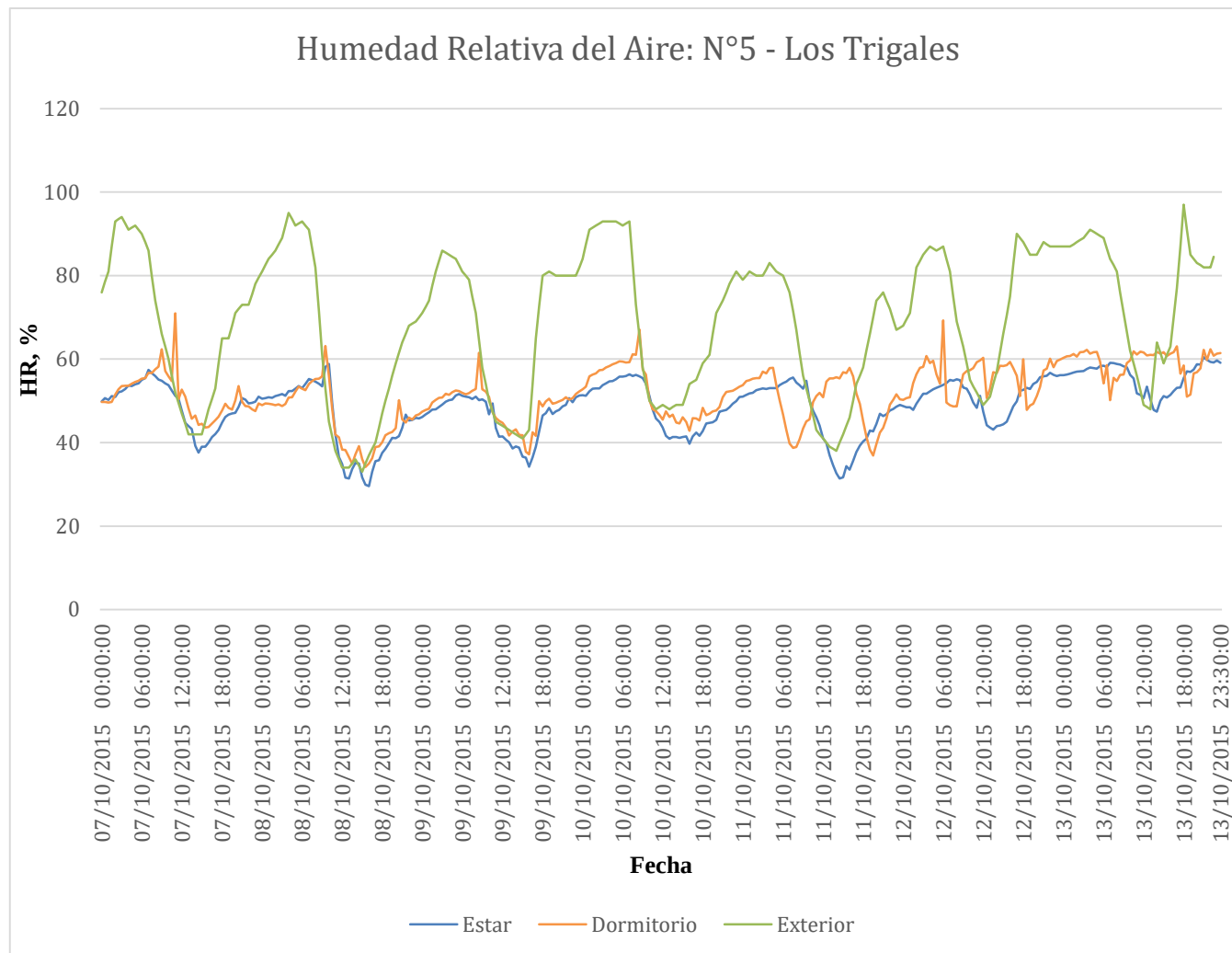
1.2 TEMPERATURA



Temperaturas de aire, °C.

Temperatura Ambiental	Estar	Dormitorio Principal
Promedio	19.70	18.50
Mínimo	13.96	14.40
Máximo	28.70	23.55
Desviación Estándar	2.40	1.79

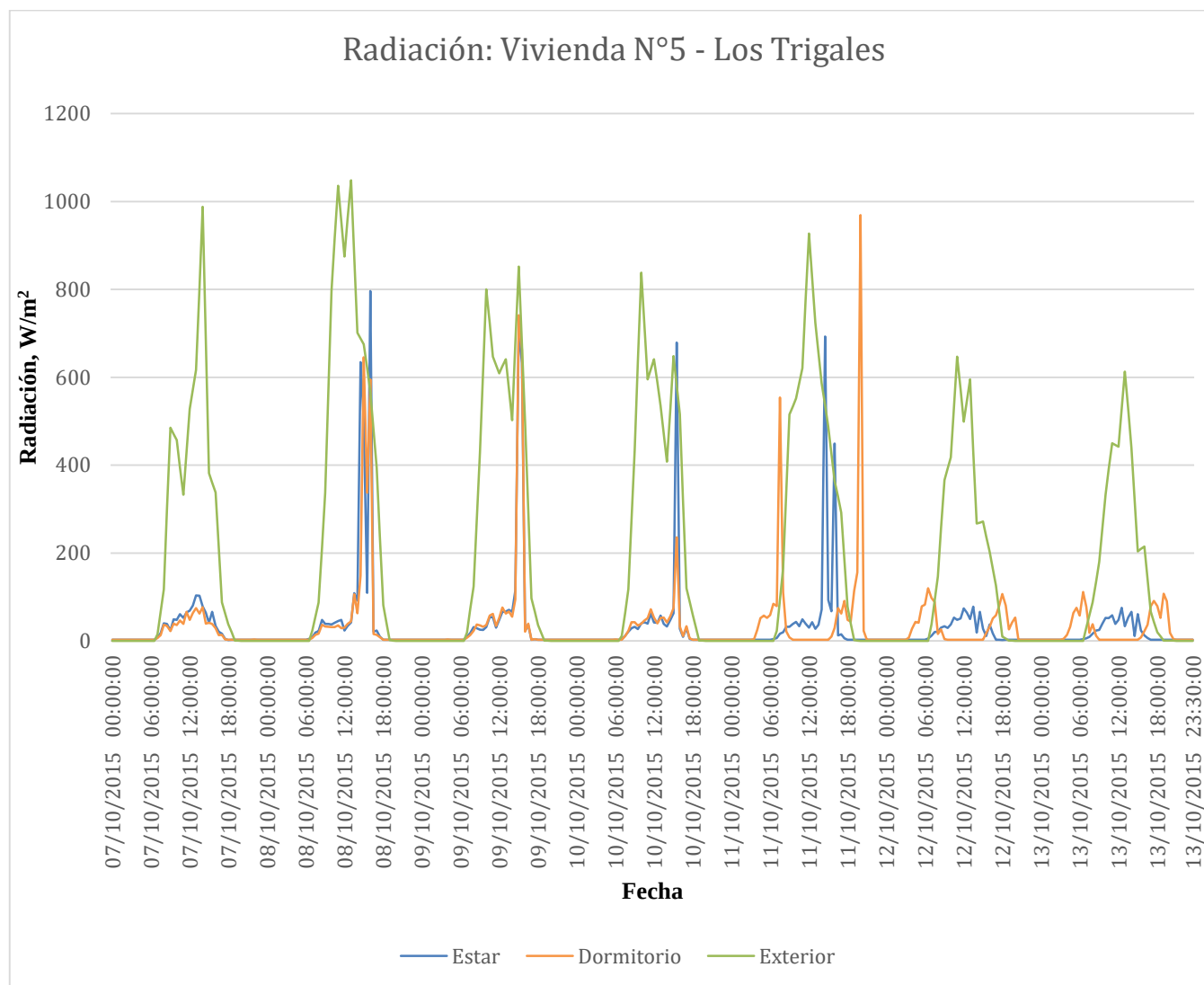
1.3 HUMEDAD RELATIVA



HR: Humedad relativa del aire, %.

Humedad Relativa	Estar	Dormitorio Principal
Promedio	48.93	51.86
Mínimo	29.59	34.16
Máximo	60.42	70.95
Desviación Estándar	6.78	6.77

1.4 RADIACIÓN



W: Radiación, W/m²

Radiación	Estar	Dormitorio Principal
Promedio	33.56	35.43
Mínimo	1.83	2.44
Máximo	795.90	969.24
Desviación Estándar	98.65	97.73

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA”

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva 1202, Cuenca.

DATOS DE LA VIVIENDA

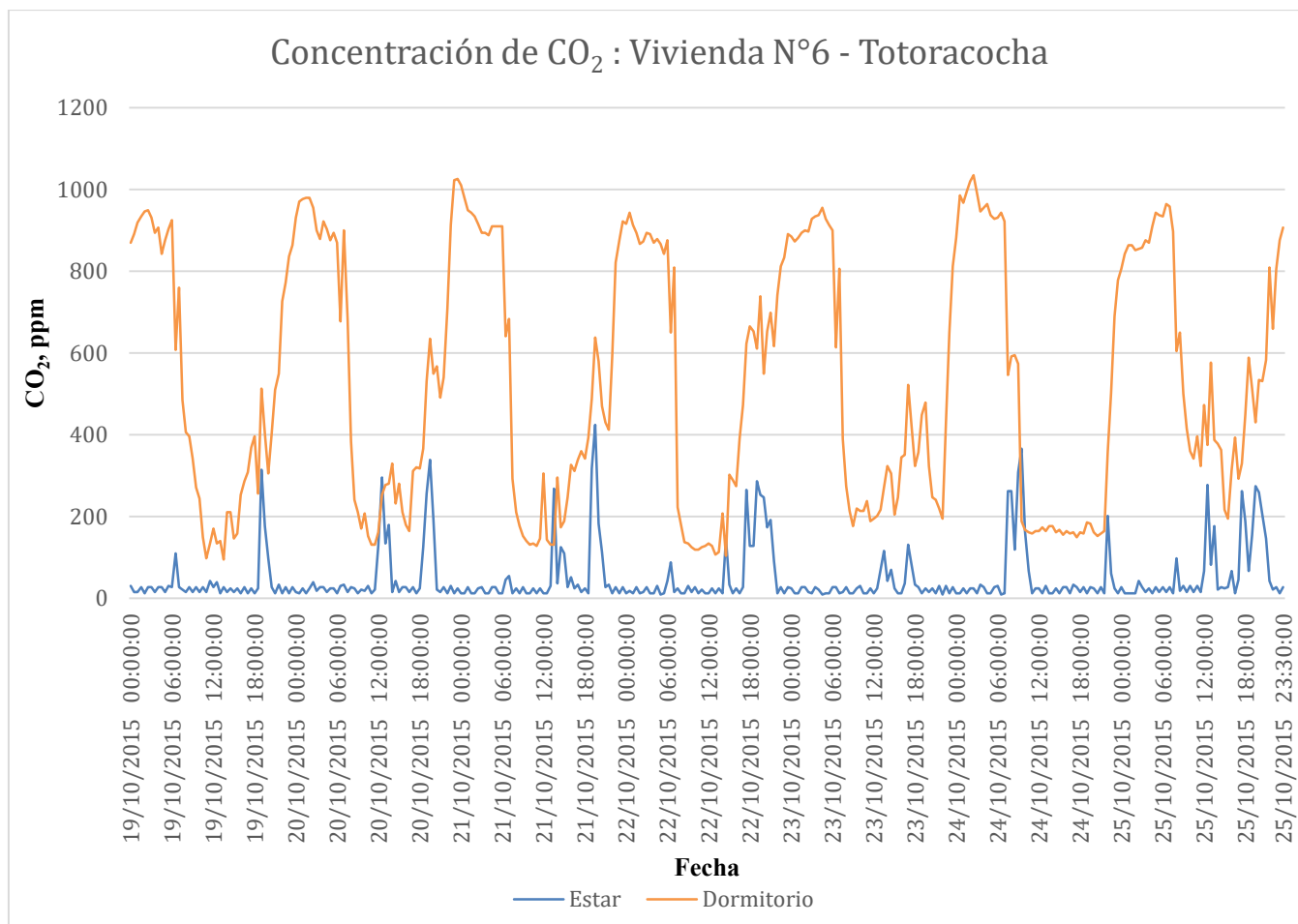
NOMBRE : Sra. Nancy Jara
DIRECCIÓN : Calle Carlos Rosas y Av. Altiplano
N° VIVIENDA : 6

V. RESULTADOS

1 MONITORIZACIONES

Se considera un periodo de medición durante una semana, comprendido entre el 19 de octubre de 2015 y el 25 de Octubre de 2015. Se anexa tabla de datos procesados por tipo de variable.

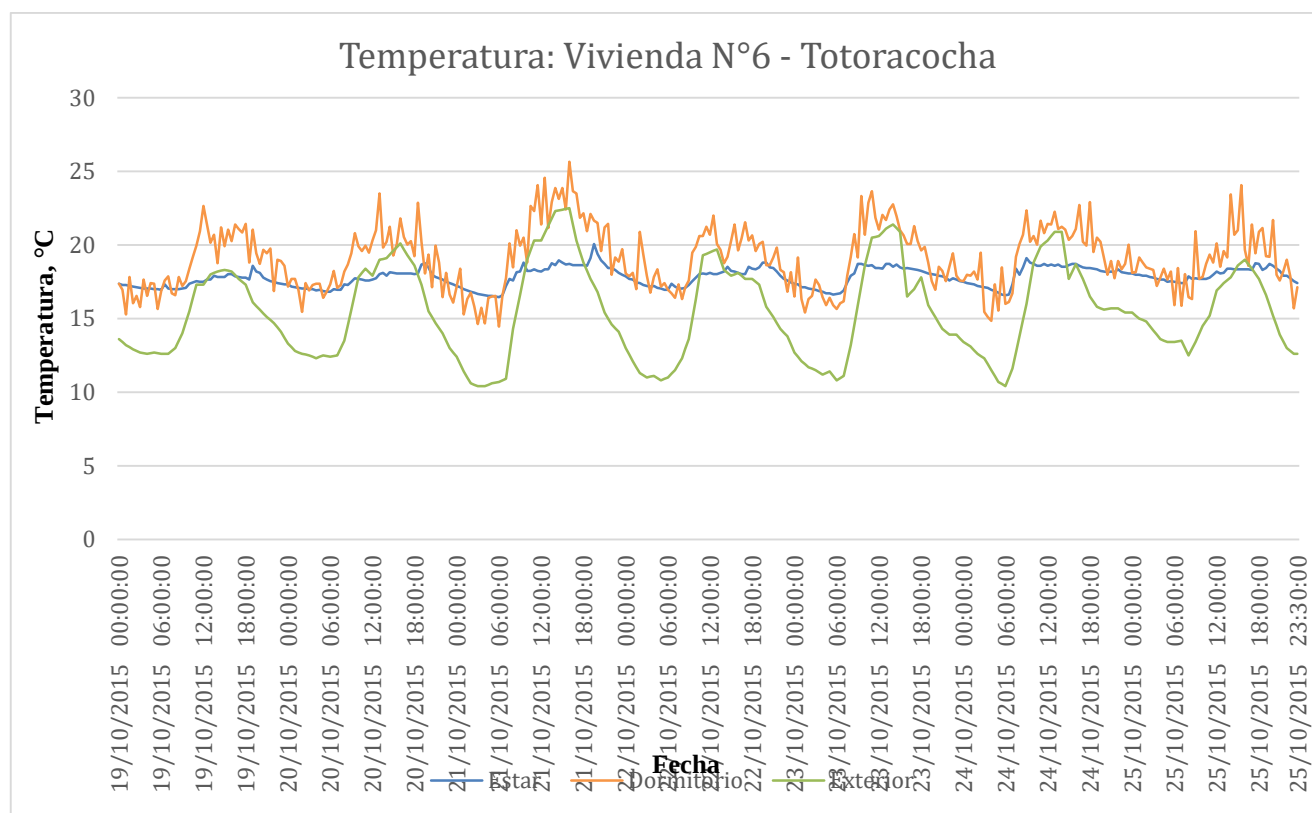
1.1 CONCENTRACIÓN DE CO₂



CO₂ : Concentración dióxido de carbono, ppm.

CO ₂	Estar	Dormitorio Principal
Promedio	48,82	531,75
Mínimo	9,16	94,60
Máximo	424,19	1034,55
Desviación Estándar	71,36	310,96

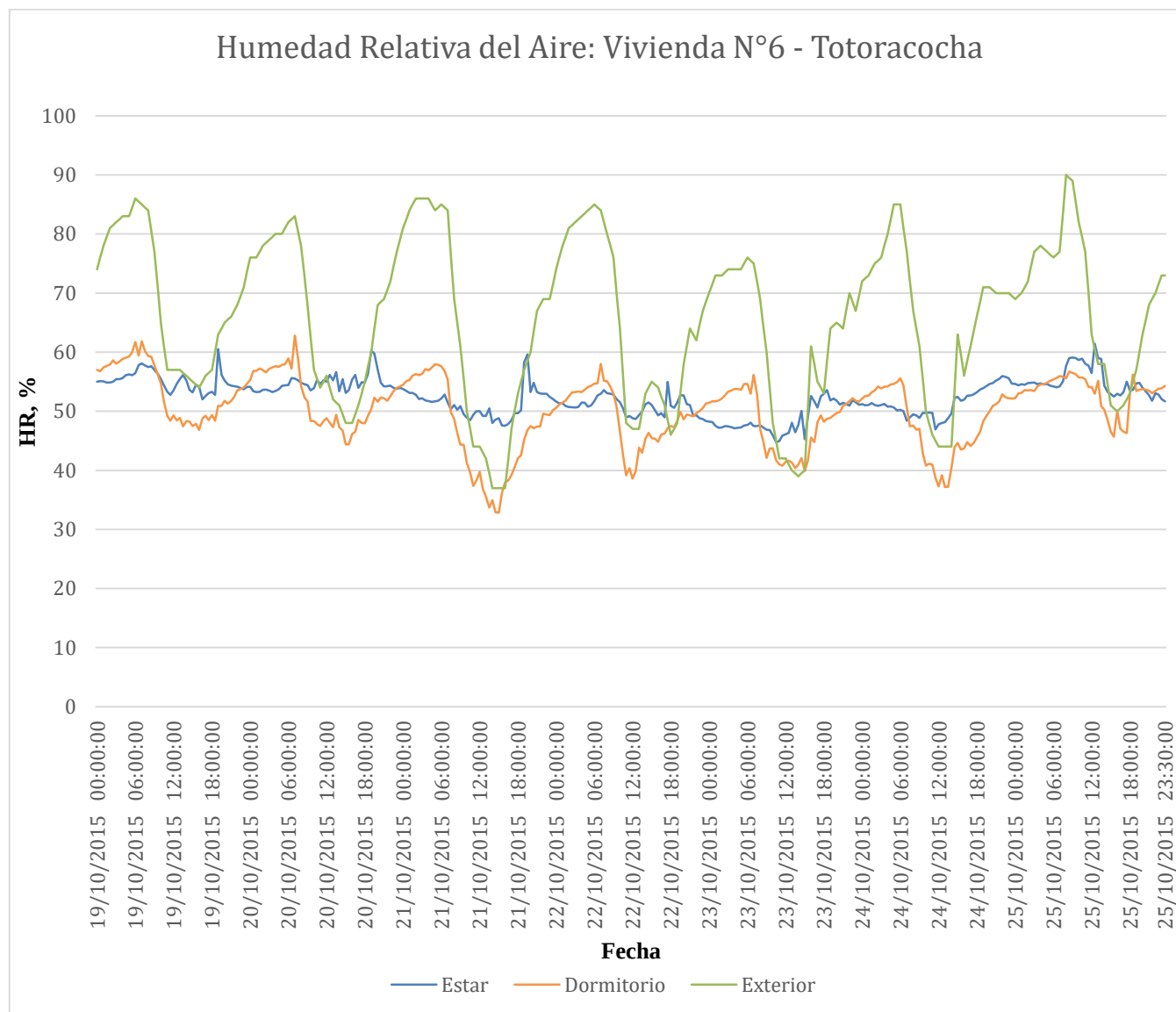
1.2 TEMPERATURA



Temperaturas de aire, °C.

Temperatura Ambiental	Estar	Dormitorio Principal
Promedio	17,81	19,07
Mínimo	16,45	14,44
Máximo	20,06	25,65
Desviación Estándar	0,64	2,13

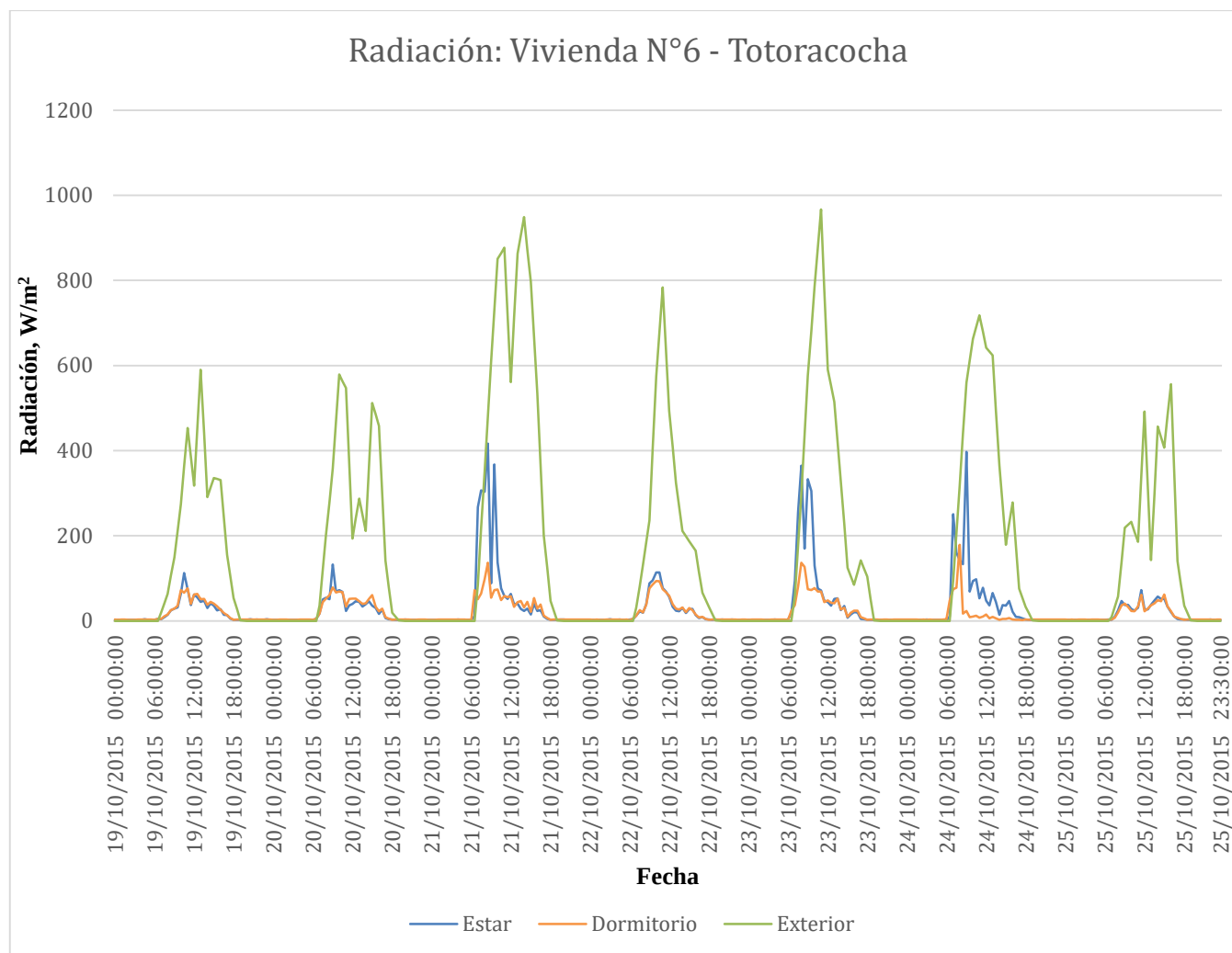
1.3 HUMEDAD RELATIVA



HR: Humedad relativa del aire, %.

Humedad Relativa	Estar	Dormitorio Principal
Promedio	52,46	50,19
Mínimo	44,80	32,86
Máximo	61,43	62,79
Desviación Estándar	3,10	5,86

1.4 RADIACIÓN



W: Radiación, W/m²

Radiación	Estar	Dormitorio Principal
Promedio	30,5738873	20,0598561
Mínimo	1,83105445	1,83105445
Máximo	416,259735	178,83299
Desviación Estándar	62,552909	27,2397346

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA”

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva 1202, Cuenca.

DATOS DE LA VIVIENDA

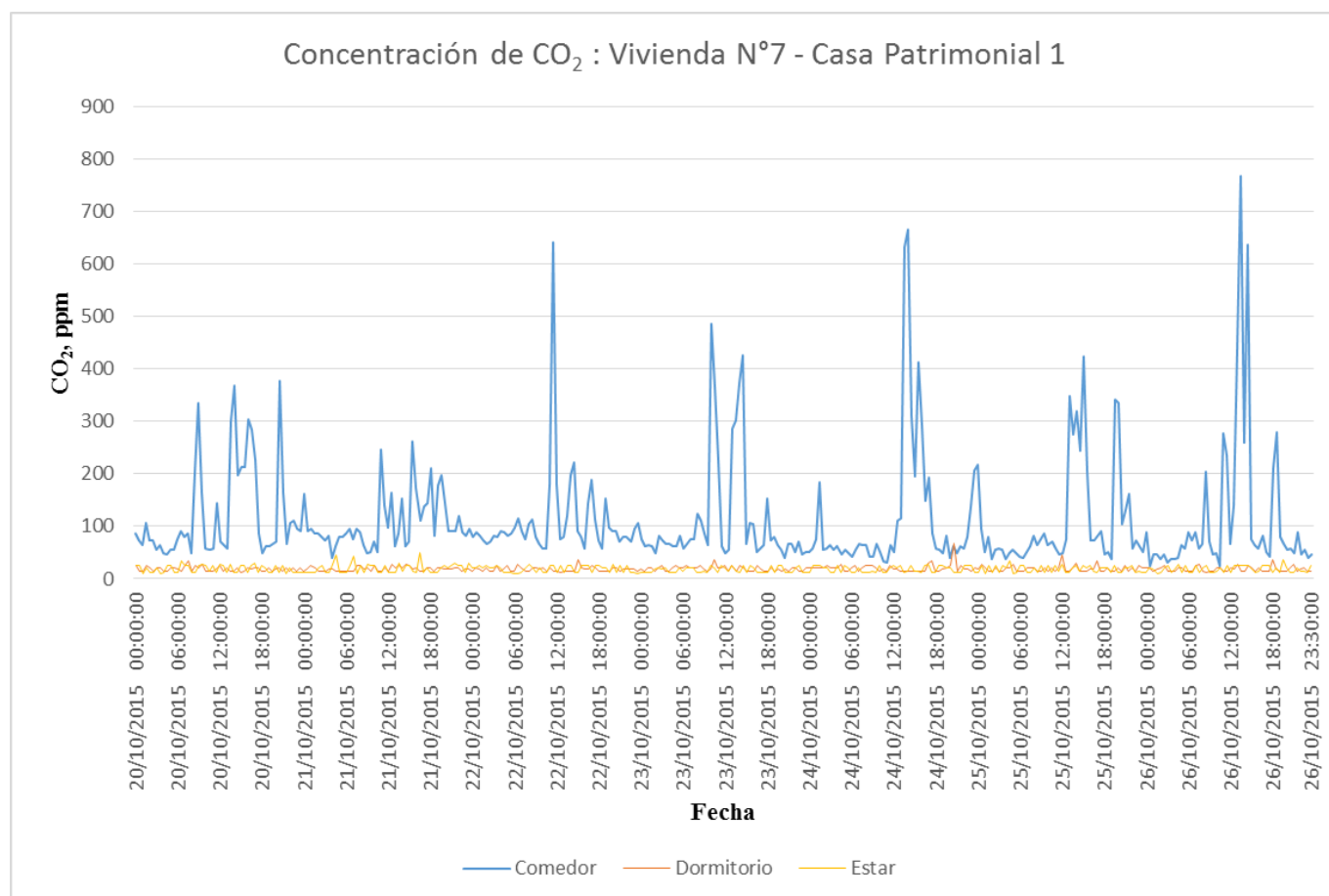
NOMBRE : Sra. Mercedes Domitila Berrezueta Cordero
DIRECCIÓN : Gran Colombia entre Tarqui y General Torres
N° VIVIENDA : 7

V. RESULTADOS

1 MONITORIZACIONES

Se considera un periodo de medición durante una semana, comprendido entre el 20 de octubre de 2015 y el 26 de Octubre de 2015. Se anexa tabla de datos procesados por tipo de variable.

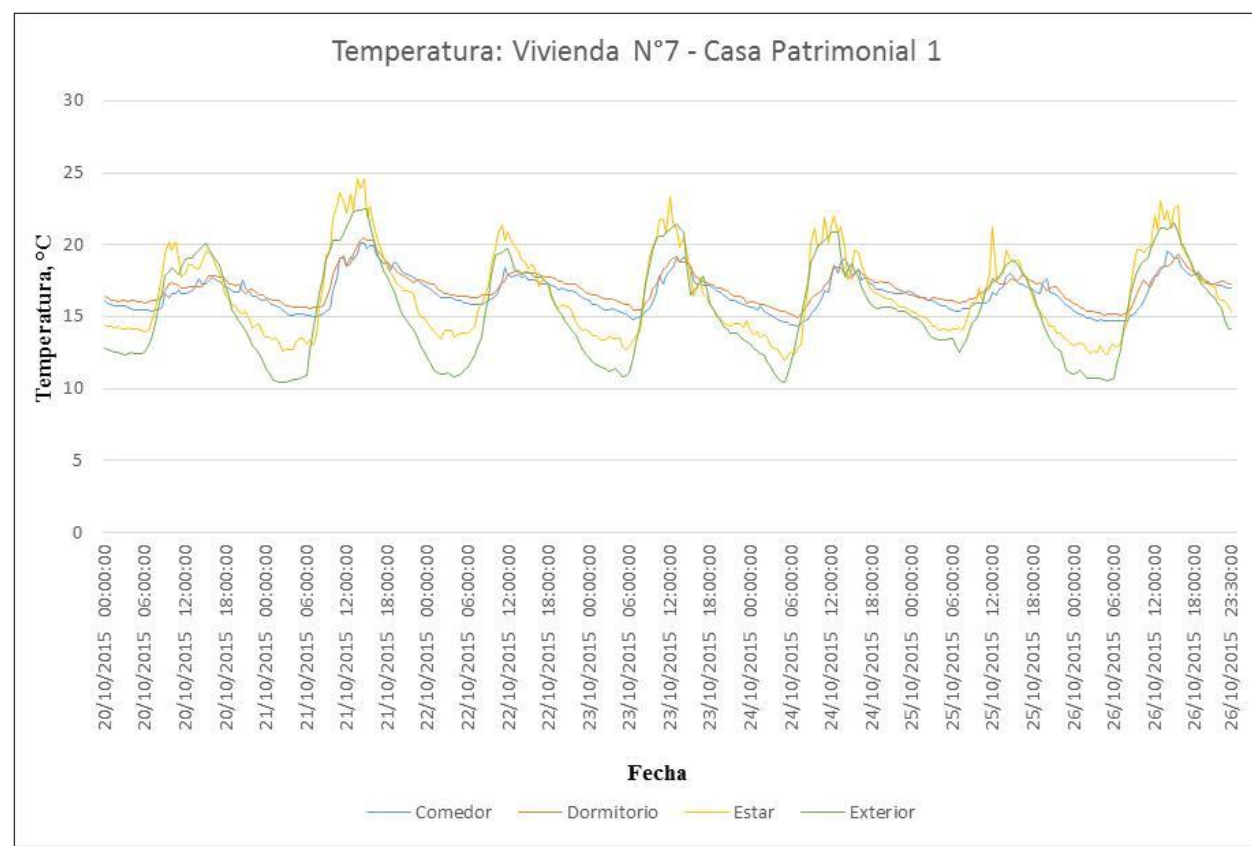
1.1 CONCENTRACIÓN DE CO₂



CO₂: Concentración dióxido de carbono, ppm.

	Comedor	Dormitorio	Estar
Promedio	113,496315	19,3459627	18,4467845
Mínimo	24,4140606	12,2070303	9,15527248
Máximo	769,042908	67,1386642	48,8281212
Desviación	107,03886	5,24970479	6,59043469

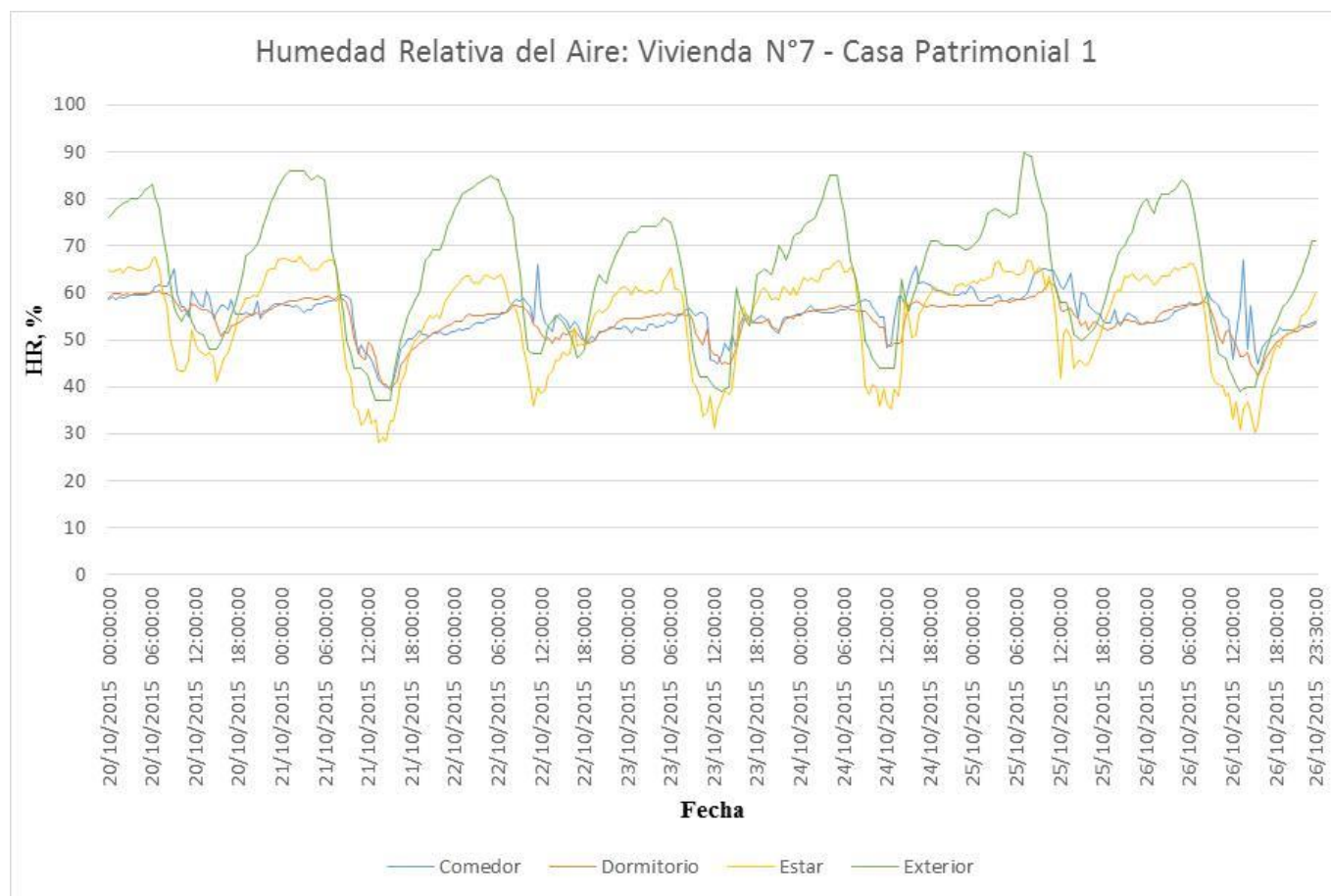
1.2 TEMPERATURA



Temperaturas de aire, °C.

	Comedor	Dormitorio	Estar
Promedio	16,6199784	16,9883324	16,5148214
Mínimo	14,3569212	14,8841934	11,99335
Máximo	20,1092472	20,4512711	24,6108627
Desviación	1,25052172	1,090195	2,95395604

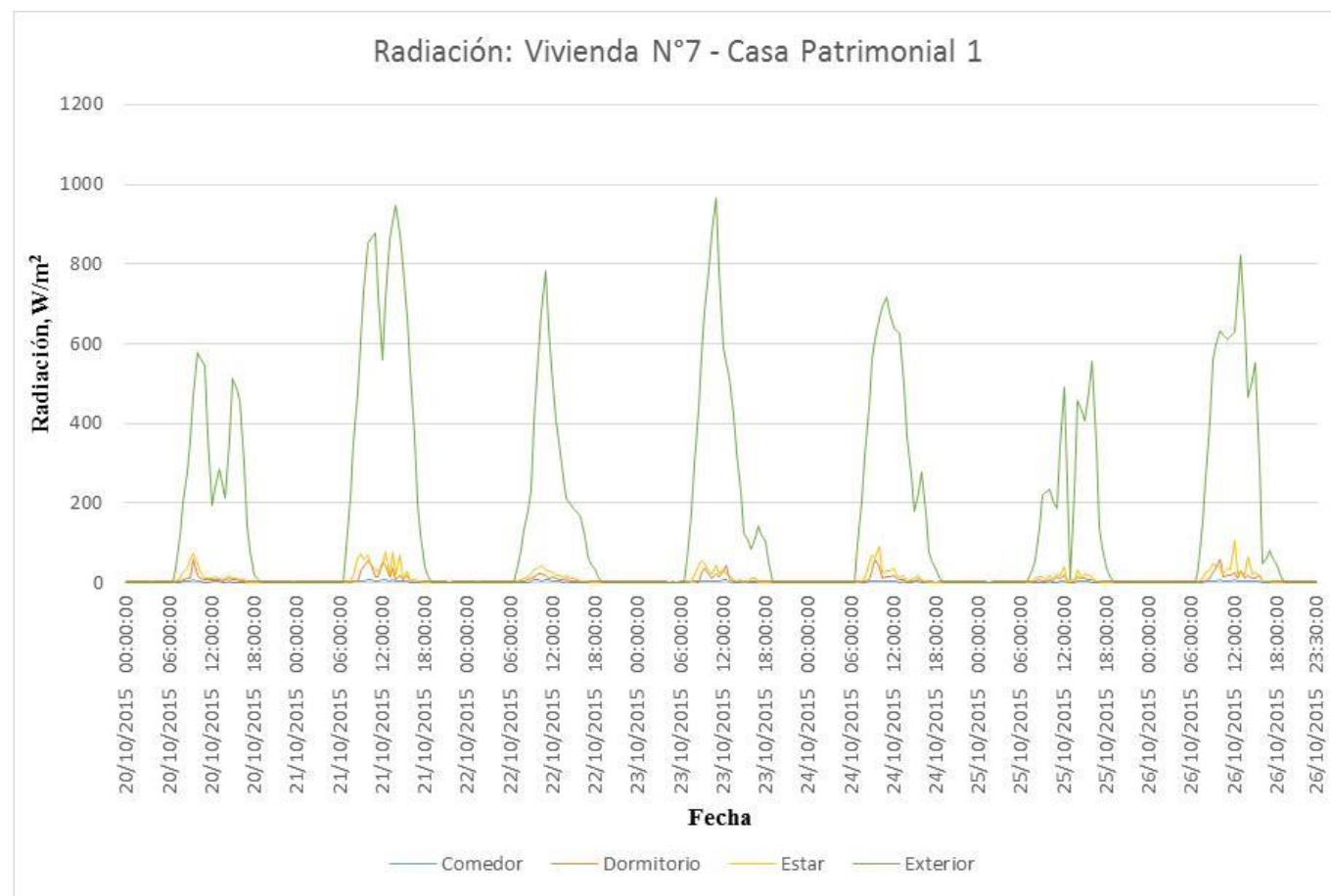
1.3 HUMEDAD RELATIVA



HR: Humedad relativa del aire, %.

	Comedor	Dormitorio	Estar
Promedio	55,4212242	54,1739274	54,4517821
Mínimo	39,8925743	39,1357384	28,051754
Máximo	66,9433517	62,2070236	67,8710861
Desviación	4,48491715	4,18330742	10,4750948

1.4 RADIACIÓN



W: Radiación, W/m²

	Comedor	Dormitorio	Estar
Promedio	2,69935215	7,29152064	11,4749715
Mínimo	1,83105445	2,44140601	1,83105445
Máximo	9,15527248	60,4247971	106,811516
Desviación	1,35127151	9,67932865	17,1328522



Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

A N E X O 3

SATISFACCIÓN DEL CONFORT EN LOS ESPACIOS-VIVIENDA 1

1 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en el área social?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

2 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su dormitorio?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

3 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su Baño?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

4 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su Cocina?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

SATISFACCIÓN DEL CONFORT EN LOS ESPACIOS - VIVIENDA 2

1 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en el área social?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

2 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su dormitorio?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

3 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su Baño?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

4 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su Cocina?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

SATISFACCIÓN DEL CONFORT EN LOS ESPACIOS - VIVIENDA 3

1 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en el área social?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

2 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su dormitorio?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

3 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su Baño?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

4 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su Cocina?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

SATISFACCIÓN DEL CONFORT EN LOS ESPACIOS - VIVIENDA 4

1 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en el área social?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

2 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su dormitorio?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

3 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su Baño?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

4 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su Cocina?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

SATISFACCIÓN DEL CONFORT EN LOS ESPACIOS - VIVIENDA 5

1 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en el área social?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

2 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su dormitorio?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

3 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su Baño?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

4 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su Cocina?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

SATISFACCIÓN DEL CONFORT EN LOS ESPACIOS - VIVIENDA 6

1 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en el área social?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

2 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su dormitorio?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

3 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su Baño?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

4 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su Cocina?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

SATISFACCIÓN DEL CONFORT EN LOS ESPACIOS - VIVIENDA 7

1 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en el área social?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

2 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su dormitorio?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

3 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su Baño?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

4 ¿Qué tan satisfecho está usted con los siguientes aspectos en su Cocina?

Iluminación

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Condiciones de temperatura

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7

Calidad de aire

1. Muy satisfecho						Muy insatisfecho 7.
1	2	3	4	5	6	7