

# EL VALOR DE LA LUZ DIURNA EN ESPACIOS DOMÉSTICOS DE LA VIVIENDA RURAL, CASO DE ESTUDIO DE LA PARROQUIA DE PILAHUÍN.

UNIVERSIDAD  
INDOAMÉRICA  
*Vive la Esencia*

Facultad de  
Arquitectura  
Artes y  
Diseño



Trabajo de Integración Curricular, Propuesta Innovadora, Carrera de Arquitectura, Período Académico A22

Lalama Heredia Luis Enrique





*Vive la Excelencia*

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA ARTES Y DISEÑO**  
**CARRERA DE ARQUITECTURA**

**TEMA:**

EL VALOR DE LA LUZ DIURNA EN ESPACIOS DOMÉSTICOS DE LA VIVIENDA RURAL, CASO DE ESTUDIO DE LA PARROQUIA DE PILAHUÍN.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Arquitecto.

**Autor (a):**

Lalama Heredia Luis Enrique

**Tutor (a):**

Bustan Gaona Dario Fernando

AMBATO - ECUADOR

2022

## CRÉDITOS

Trabajo de Integración Curricular  
Carrera de Arquitectura  
Periodo académico B22

Autor:

Lalama Heredia Luis Enrique  
Correo: luisenriquelalamaheredia@outlook.com  
Fecha de Publicación: Agosto 2022

Equipo de Soporte:

BUSTAN GAONA DARIO FERNANDO  
Docente Tutor  
correo: dariobustan@indoamerica.edu.ec

LLACAS VICUÑA LUIS DELIBERTO  
Docente Unidad de Integración Curricular  
correo: luisllacas@indoamerica.edu.ec

NAVAS ALARCÓN EDUARDO  
Docente apoyo diagramación  
correo: eduardonavas@indoamerica.edu.ec

Facultad de Arquitectura, Artes y Diseño  
Universidad tecnológica Indoamérica

Agradecemos la apertura de las siguientes instituciones  
por su aporte en este documento:

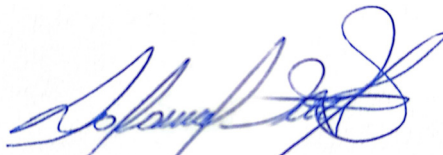
GAD Parroquial de PILAHUIN  
Comunidad de la parroquia

## AUTORIZACIÓN

### **AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, LALAMA HEREDIA LUIS ENRIQUE, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre "EL VALOR DE LA LUZ DIURNA EN ESPACIOS DOMÉSTICOS DE LA VIVIENDA RURAL, CASO DE ESTUDIO DE LA PARROQUIA DE PILAHUÍN.", como requisito para optar al grado de Arquitecto y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI). Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo. Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 28 días del mes de septiembre de 2022, firmo conforme:



LALAMA HEREDIA LUIS ENRIQUE  
C.I 1850207638

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “EL VALOR DE LA LUZ DIURNA EN ESPACIOS DOMÉSTICOS DE LA VIVIENDA RURAL, CASO DE ESTUDIO DE LA PARROQUIA DE PILAHUÍN.” presentado por LALAMA HEREDIA LUIS ENRIQUE para optar por el Título de Arquitecto, CERTIFICO Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 04 de agosto de 2022

**DARIO  
FERNANDO  
BUSTAN  
GAONA**

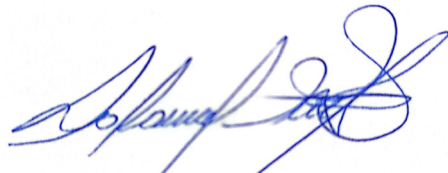
Firmado  
digitalmente por  
DARIO FERNANDO  
BUSTAN GAONA  
Fecha: 2022.10.05  
09:24:28 -05'00'

ARQ. BUSTAN GAONA DARIO FERNANDO  
C.I. 1103352504

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Arquitecto, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 28 de septiembre de 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Lalama Heredia Luis Enrique', written in a cursive style.

LALAMA HEREDIA LUIS ENRIQUE  
C.I. 1850207638

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: "EL VALOR DE LA LUZ DIURNA EN ESPACIOS DOMÉSTICOS DE LA VIVIENDA RURAL, CASO DE ESTUDIO DE LA PARROQUIA DE PILAHUÍN." previo a la obtención del Título de Arquitecto, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de integración curricular.

Ambato, 28 de septiembre de 2022



Firmado electrónicamente por:  
**ANDREA ELIZABETH  
MEDINA ENRIQUEZ**

ARQ. ANDREA MEDINA  
ENRÍQUEZ  
C.I. 1718096611



Firmado electrónicamente por:  
**JAVIER  
JACINTO  
CARDET GARCIA**

ARQ. JAVIER JACINTO CARDET  
GARCÍA  
C.I. 1756775431



## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación esta dedicado a mi Madre que con su devoción, esfuerzo y constancia ha hecho de mi el hombre y profesional que soy hoy en día, a mi Padre que con sus conversaciones y forma de ver el mundo de la construcción me abrió los ojos para entender lo hermoso de esta profesión, y en especial a mi Hermana a ella le dedico mi triunfo por que fuiste mi escucha, mi pilar, mi fortaleza y mis ganas de seguir adelante, gracias por tanto los amo mucho familia sin ustedes este logro no hubiera sido posible.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la vida por lo maravillosa que ha sido conmigo, por darme una familia amorosa que siempre ha velado por mí y por poner en mi camino a las personas correctas que han aportado en este trayecto. Pero, sobre todo me agradezco a mí mismo por creer siempre en mí, por saber tomar las decisiones correctas en todo este transcurso, por darme cuenta de lo que es mejor para mí, por continuamente intentar hacer lo correcto y sobre todo por luchar constantemente sin decaer ante el cumplimiento de mis objetivos.

*"El sol nunca supo de su grandeza hasta que incidió  
sobre la cara de un edificio" Louis Kahn*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS, TABLAS, FIGURAS

1. RESUMEN EJECUTIVO .....	18
2. ABSTRACT .....	19
3. INTRODUCCIÓN.....	20
4. EL PROBLEMA .....	21
4.1. Contextualización .....	21
4.2. Formulación del Problema .....	22
4.3. Preguntas de Investigación .....	22
4.4. Justificación .....	23
5. OBJETIVOS.....	23
5.1. Objetivo General .....	23
5.2. Objetivos Específicos .....	23
6. FUNDAMENTO CONCEPTUAL Y TEÓRICO .....	24
6.1. Fundamento Conceptual .....	24
6.2. Fundamento Teórico .....	26
6.2.1. La Luz .....	26
6.2.1.1. Física: naturaleza y propagación .....	26
6.2.2. Geometría Solar .....	26
6.2.3. Propiedades ópticas de la materia .....	28
6.2.4. Fisiología .....	29
6.2.5. Iluminación y salud .....	29
6.2.6. Confort Visual .....	30
6.2.7. Daylight Factor/ Factor De Luz Natural .....	30
6.2.8. Bioclimática .....	31
6.3. ESTADO DEL ARTE .....	32
7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	40
7.1. Línea de la investigación .....	40
7.2. DISEÑO METODOLÓGICO .....	40
7.2.1. Enfoque de investigación .....	40
7.2.2. Nivel de Investigación .....	40
7.2.3. Tipo de investigación .....	40
7.2.4. Población y muestra .....	41

7.2.5. Técnica de recolección de datos .....	41
7.2.6. Técnicas para el procesamiento de la información .....	41
7.2.7. Procesamiento metodológico .....	41
7.2.7.1. Objetivo Específico 1 .....	42
7.2.7.2. Objetivo Especifico 2 .....	42
7.2.7.3. Objetivo Específico 3 .....	42
7.2.7.4. Objetivo Específico 4 .....	42
7.2.8. Conclusiones Capitulares .....	42
8. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA .....	43
8.1. Delimitación espacial del territorio .....	43
8.2. Análisis de la Parroquia Pilahuín .....	43
8.2.1. Contexto .....	43
8.2.2. Componente Biofísico .....	43
8.2.3. Componente Sociocultural .....	45
8.2.4. Componente Económico Productivo .....	46
8.2.5. Componente de Asentamientos Humanos .....	46
8.2.6. Conclusiones del Análisis de la Parroquia Pilahuín .....	47
8.3. PROCESO METODOLÓGICO .....	47
8.3.1. Aplicación del Objetivo Específico 1 .....	47
8.3.1.1. Resumen del Estado del Arte .....	47
8.3.1.2. Investigación Esencial del Estado del Arte .....	47
8.3.1.3. Análisis y Resumen de Entrevistas .....	48
8.3.2. Aplicación del Objetivo Especifico 2 .....	49
8.3.2.1. Polígono de estudio .....	49
8.3.2.2. Análisis Vivienda 1 .....	51
8.3.2.3. Análisis Vivienda 2 .....	54
8.3.3. Aplicación del Objetivo Especifico 3 .....	56
8.3.3.1. Modelado Isométrico .....	56
8.3.3.2. Simulación y Datos .....	57

8.3.3.2.1. Vivienda 1 .....	58
8.3.3.2.2. Vivienda 2 .....	64
8.3.4. Aplicación del Objetivo Especifico 4 .....	69
8.3.4.1. Propuesta Vivienda 01 .....	70
8.3.4.1.1. Simulación y datos de las estrategias propuestas en vivienda 01 .....	72
8.3.4.2. Propuesta Vivienda 02 .....	76
8.3.4.2.1. Simulación y datos de estrategias propuestas en vivienda 02 .....	77
9. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	80
10. CONCLUSIONES .....	81
11. SUGERENCIAS .....	82
12. Referencias .....	84
13. ANEXOS .....	87

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Resumen de los postulados teóricos en el estado del arte .....	38
<b>Tabla 2</b> Línea 2 Arquitectura y Sostenibilidad .....	40
<b>Tabla 3</b> Aspectos Fundamentales abordados en el estado del arte .....	47
<b>Tabla 4</b> Investigación de mayor aporte para la investigación .....	47
<b>Tabla 5</b> Análisis de las entrevistas realizadas a profesionales de la arquitectura .....	48
<b>Tabla 6</b> Porcentajes de ocupación total de la vivienda 01 planta baja .....	51
<b>Tabla 7</b> Porcentajes de ocupación total de la vivienda 01 planta baja .....	52
<b>Tabla 8</b> Elementos que conforman la envolvente Planta Baja .....	53
<b>Tabla 9</b> Elementos que conforman la envolvente Planta alta .....	53
<b>Tabla 10</b> Porcentajes de ocupación total de la vivienda 2 planta baja .....	54
<b>Tabla 11</b> Elementos que conforman la envolvente Baja .....	55
<b>Tabla 12</b> Niveles mínimos de iluminación al interior de la vivienda .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Árbol de problemas .....	22
<b>Figura 2</b> Diferencias entre lúmenes y luxes .....	25
<b>Figura 3</b> Espectro electromagnético visible .....	26
<b>Figura 4</b> Oblicuidad de la Tierra .....	27
<b>Figura 5</b> Latitud y Longitud .....	27
<b>Figura 6</b> Coordenadas angulares para determinar la posición del sol y la forma de medirlas .....	28
<b>Figura 7</b> Tipos de Reflexión .....	28
<b>Figura 8</b> Tipos de Trasmisión .....	29
<b>Figura 9</b> Actividades biológicas, Ciclo circadiano .....	30
<b>Figura 10</b> Definición grafica de la resultante Daylight Factor .....	31
<b>Figura 11</b> Bioclimática interacción de la arquitectura con el medio ambiente .....	31
<b>Figura 12</b> Impacto de la iluminación según la posición de la ventana .....	35
<b>Figura 13</b> Ubicación del área de estudio .....	43
<b>Figura 14</b> Temperatura mensual en centígrados de Pilahuín .....	44
<b>Figura 15</b> Iluminación solar Pilahuín .....	44
<b>Figura 16</b> Representación del Recorrido solar en el Área de Estudio 21 de junio y diciembre .....	44
<b>Figura 17</b> Topografía y Orografía de la parroquia Pilahuín .....	45
<b>Figura 18</b> Distribución de la Población en la Parroquia Pilahuín .....	46
<b>Figura 19</b> Distribución Poblacional Económicamente Activa .....	46
<b>Figura 20</b> Tipo de Vivienda en la Parroquia de Pilahuín .....	46
<b>Figura 21</b> Polígono de estudio Barrio Cuatro Esquinas .....	50
<b>Figura 22</b> Ficha de observación de la vivienda 01 propiedad de Isabel Usulle .....	51
<b>Figura 23</b> Referencia gráfica Tabla 6 .....	52
<b>Figura 24</b> Referencia gráfica Tabla 7 .....	52
<b>Figura 25</b> Referencia gráfica Tabla 8 .....	53

<b>Figura 26</b> Referencia gráfica Tabla 9 .....	53
<b>Figura 27</b> Ficha de observación de la vivienda 02 propiedad de Telmo Montesdeoca .....	54
<b>Figura 28</b> Referencia gráfica Tabla 10 .....	55
<b>Figura 29</b> Referencia gráfica Tabla 11 .....	55
<b>Figura 30</b> Volumetría isométrica de las viviendas de análisis .....	56
<b>Figura 31</b> Materialidad de las viviendas de análisis .....	56
<b>Figura 32</b> Zonificación de la vivienda 01 .....	58
<b>Figura 33</b> Interpretación gráfica de la interacción solar vivienda 01 .....	59
<b>Figura 34</b> Vivienda 01 análisis lumínico en las fechas propuestas .....	62
<b>Figura 35</b> Comparativa Vivienda 01 y la NEC .....	63
<b>Figura 36</b> Zonificación de la vivienda 02 .....	64
<b>Figura 37</b> Interpretación gráfica de la interacción solar vivienda 02 .....	65
<b>Figura 38</b> Vivienda 02 análisis lumínico en las fechas propuestas .....	67
<b>Figura 39</b> Comparativa Vivienda 02 y la NEC .....	68
<b>Figura 40</b> Estratégicos en bodega .....	70
<b>Figura 41</b> Propuestas estratégicos en dormitorio 01 .....	71
<b>Figura 42</b> Propuestas estratégicos en área común .....	71
<b>Figura 43</b> Resultado de simulación aplicando estrategias vivienda 01 .....	74
<b>Figura 44</b> Comparativa de estado actual aplicación de estrategias y la NEC Vivienda 01 .....	75
<b>Figura 45</b> Propuestas estratégicos en dormitorio y área común .....	76
<b>Figura 46</b> Propuestas estratégicos en la cocina y el área común .....	77
<b>Figura 47</b> Resultado de simulación aplicando estrategias vivienda 02 .....	78
<b>Figura 48</b> Comparativa de estado actual aplicación de estrategias y la NEC Vivienda 02 .....	79





## 1. RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como objetivo realizar un análisis del estado lumínico al interior de los espacios domésticos de las viviendas tradicionales ubicadas en la periferia de la parroquia Pilahuín en la provincia de Tungurahua, donde se evidenció que la situación actual de la vivienda rural presenta anomalías ante la interacción de la edificación con respecto al ingreso de la luz natural. Al ser viviendas vernáculas con características tradicionales, se propuso estrategias que mantengan el contexto cultural arquitectónico de la zona y que sean factibles de realizar, para así poder alcanzar valores estandarizado propuestos por la normativa ecuatoriana de construcción. La metodología aplicada para esta investigación tuvo un enfoque cualitativo y cuantitativo, el cual ayudó a abarcar todos los temas de interés que estén relacionados con el tema de análisis, además de aplicar factores analíticos por medio de software especializado que ayude a la recolección de datos esenciales y precisos dentro de los diferentes espacios de las edificaciones. Se generó un documento de estudio que presenta interpretaciones gráficas de los diferentes estados lumínicos en las viviendas de análisis, tras la aplicación de las estrategias propuestas se evidenció una alta regulación lumínica dentro de los parámetros establecidos por la NEC al interior de las edificaciones, lo cual solucionó las problemáticas de deslumbramiento y déficit lumínico presentes en las diferentes zonas que conforman las viviendas.

**Descriptores:** déficit lumínico, deslumbramiento, iluminación natural, vivienda tradicional

## 2. ABSTRACT

The objective of this research was to carry out an analysis of the lighting status inside the domestic spaces of traditional dwellings located on the outskirts of the Pilahuín parish in the province of Tungurahua, where it was evidenced that the current situation of rural housing presents anomalies before the interaction of the building with respect to the entrance of natural light. Being vernacular houses with traditional characteristics, strategies were proposed that maintain the architectural cultural context of the area and that are feasible to carry out, in order to achieve standardized values proposed by Ecuadorian construction regulations. The methodology applied for this research had a qualitative and quantitative approach, which helped to cover all the topics of interest that are related to the subject of analysis, in addition to applying analytical factors through specialized software that helps to collect essential data. and precise within the different spaces of the buildings. A study document was generated that presents graphical interpretations of the different lighting states in the analysis dwellings, after the application of the proposed strategies, a high lighting regulation was evidenced within the parameters established by the NEC inside the buildings, which I solve the problems of glare and light deficit present in the different areas that make up the houses.

**Descriptors:** light deficit, glare, natural lighting, traditional housing

### 3. INTRODUCCIÓN

El presente apartado de investigación aborda el tema acerca del valor de la luz natural en espacios domésticos de la vivienda rural de la parroquia Pilahuín ubicada en la provincia de Tungurahua, donde la problemática a resolver es el deslumbramiento y la escasez de luz natural en los espacios domésticos de las viviendas rurales.

Bajo esta problemática se determina cual es la resultante de la interacción de la luz natural con el interior de las viviendas, comprendiendo así la calidad de la iluminación, para lo cual se hace uso de software especializado en el análisis de la luz, además de una revisión de referentes bibliográficos que ayuden al entendimiento y análisis de la influencia de la luz en las viviendas.

Se entiende que la luz es un elemento primordial para el desarrollo de las actividades humanas, la interacción de las personas con el interior de las viviendas es importante dado el tiempo que las personas desarrollan sus actividades dentro de estos espacios.

Las viviendas a examinarse son una muestra de las necesidades temporales que los habitantes tienen, es por ello que dentro de esta investigación se pretende realizar el análisis de la vivienda tradicional donde se destacara su interacción con la luz por medio del sistema constructivo, los espacios que conforman la volumetría y la tipología de la vivienda.

En conclusión, la investigación busca brindar estrategias que aporten el factor lumínico natural óptimo o recomendado al interior de las viviendas, sin afectar de manera significativa la arquitectura pre existente dado su valor histórico y cultural, todo esto gracias a la recolección de datos precisos sobre la interacción del espacio y la luz.

## 4. EL PROBLEMA

### 4.1. Contextualización

La arquitectura es la respuesta a la necesidad de protección del exterior inventada por el ser humano, desde sus inicios la arquitectura se ha mostrado como un reflejo de las diferentes necesidades del mismo, donde se busca tener una mejor adaptabilidad al medio físico ambiental en el que se encuentra.

Desde la antigüedad el hombre ha presentado varias búsquedas de protección, empezando desde situaciones arcaicas como el refugio en cuevas que con el avance de la humanidad y de tecnología temporal han evolucionado de su mano, lo que ha hecho que se haya ido sofisticando hasta presentar la arquitectura actual.

A partir de estos criterios se toma en cuenta el desarrollo de la arquitectura andina que a través del tiempo ha tenido varias fases de transición, en primer lugar, se tiene la arquitectura precolombina, en segundo lugar, la arquitectura colonial seguida de la arquitectura republicana, y por último la arquitectura presentada a raíz de la revolución industrial la cual dio paso a la arquitectura moderna, post moderna y contemporánea.

Todos estos cambios morfológicos son el reflejo de la cultura constructiva presente hasta la actualidad que adoptan una identidad cultural propia del lugar.

Uno de los elementos que ha acompañado a este desarrollo transitorio de la arquitectura y del ser humano es el uso de la luz natural. A través del tiempo para el hombre este elemento ha sido de gran importancia, siendo parte de su espacio de protección por medio de aberturas construidas por el mismo, y que de una u otra manera ha tenido cambios significativos con la evolución del hombre.

Uno de los territorios del Ecuador donde se presencia parte de esta transición arquitectónica es la provincia de Tungurahua la cual cuenta con edificaciones que muestran el desarrollo de los criterios constructivos hasta la actualidad y como estos se han visto influenciados por un elemento condicionante fundamental he histórico como la luz la cual se ha quedado resagada en diseños antiguos.

La arquitectura tradicional presente en las zonas rurales de Tungurahua es, en realidad, una constante en todo el territorio andino ecuatoriano que admite muy pocas variaciones en el avance de la arquitectura donde se hace presente la fusión de culturas nativas y españolas. (Díez et al., 2016)

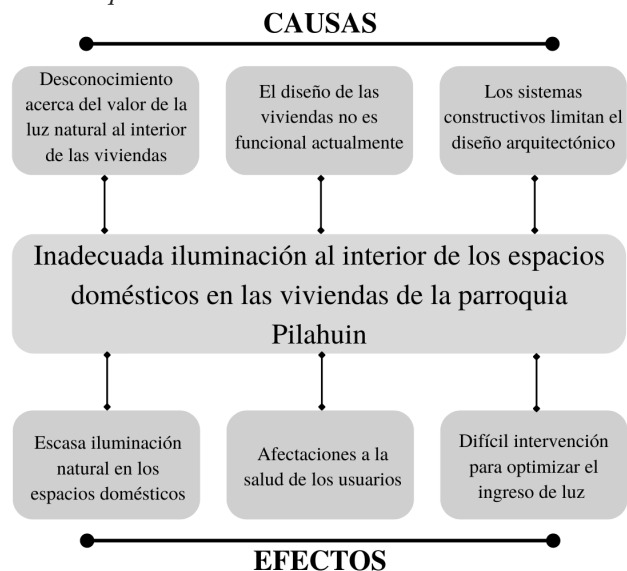
Un ejemplo característico de la provincia de Tungurahua donde se visualiza esta transición es la parroquia de Pilahuín que consta con estructuras de carácter vernáculo y materialidad endémica además de edificaciones de carácter colonial, tradicional y contemporánea, donde los procesos constructivos son evidentes en su materialidad, tales como adobe, bareque, madera, piedra, bloque o ladrillo, hormigón y metal con los cuales a pesar de contar con esta variedad se sigue teniendo presencia de estas anomalías lumínicas al interior de las viviendas del sector.

Además de la materialidad de las edificaciones, se puede apreciar que las construcciones tienen una tipología arquitectónica diferente según su clasificación, lo que genera que el ingreso de luz natural sea distinto en cada uno de estos tipos de viviendas, encontrando así diferentes características de ambientación con luz natural ya sea esta óptima o inadecuada, lo que genera el porqué del tema de investigación planteado anteriormente.

## 4.2. Formulación del Problema

Figura 1

Árbol de problemas



*Nota.* Relación Causa Efecto a manera de resumen

Bajo el planteamiento del árbol de problemas lo que se busca constatar es la mala implementación de la luz natural en las viviendas tradicionales, entendien-

do que la prioridad al momento de su elaboración fue primar el aislamiento térmico más no el lumínico, todo esto debido a las inclemencias del clima, lo que recae en que las aberturas para el ingreso de la luz natural son insuficientes.

Esta problemática es de carácter general en las viviendas tradicionales de la parroquia Pilahuín lo que provoca que los usuarios de las viviendas presenten ciertas afectaciones de salud tanto mental como psicológica, además de una inconformidad constante del espacio en el que habitan.

Se identifica que la falta de conocimiento acerca de estrategias que aporten una rehabilitación de estos espacios arquitectónicos es de desconocimiento por los pobladores de la localidad, además de que la aplicación de estrategias como de normativas para el ingreso de la luz al momento de la construcción de estas viviendas era inexistente, por lo cual se tiene las problemáticas actuales.

## 4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo es el estado actual lumínico en las viviendas de análisis del sector rural de la parroquia Pilahuín?
- ¿Cuál es la razón por la que los habitantes de zonas rurales presentan afectaciones de su salud visual?
- ¿De qué manera se puede generar estrategias para contrarrestar la ausencia de luz en los espacios de la vivienda?

#### 4.4. Justificación

El presente trabajo investigativo tiene como finalidad realizar un análisis sobre el valor de la luz natural en espacios domésticos de la vivienda rural ubicada en la parroquia Pilahuín en la provincia de Tungurahua.

Se entiende que este factor natural es una condicionante indispensable al momento de realizar el diseño de un proyecto arquitectónico, sin embargo, dentro de las edificaciones que constituyen la parroquia sean estas antiguas o patrimoniales, como a su vez construcciones con sistemas actuales se puede denotar el mal uso de este factor climático, el cual termina afectando el confort lumínico- visual que incide en las condiciones necesarias para el habitar de sus espacios.

Como fundamento de esta investigación se tiene a las diferentes tipologías de viviendas que existen en la parroquia, en las cuales se pueden generar un análisis de como la luz incide en su interior. Así se busca que el diseño funcional de los espacios domésticos a futuro considere el factor lumínico eficiente dentro de las viviendas, permitiendo desarrollar un documento que permita a los habitantes de cualquier parroquia rural diseñar sus viviendas de una mejor manera.

El impacto de la investigación recae sobre las edificaciones actuales que no constan con un diseño apropiado y que en su funcionalidad han apartado a la luz natural de sus diseños, presentándoles la importancia de este factor y aportándoles estrategias de solución para solventar el déficit lumínico en futuras edificaciones.

El proyecto de investigación es viable pues cuenta con el respaldo bibliográfico, humano e institucional, como también con la colaboración de los moradores de la parroquia los cuales son un pilar fundamental para en desarrollo y alcance de esta investigación.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. Objetivo General

Evaluar las condiciones de iluminación natural en los espacios domésticos de las viviendas rurales en el sector Pilahuín, Tungurahua 2022, a través de una investigación relacional a fin de plantear estrategias de intervención.

### 5.2. Objetivos Específicos

- Analizar postulados y referentes teóricos que aborden o se relacionen con el tema de la luz natural al interior de los espacios arquitectónicos.
- Analizar los valores lumínicos al interior de las diferentes tipologías de viviendas seleccionadas en la parroquia Pilahuín a través de software especializado.
- Diagnosticar el estado actual lumínico en las diferentes tipologías de viviendas en la parroquia Pilahuín por medio de normativa relacionada con estándares lumínicos.
- Proponer estrategias para cumplir con los estándares lumínicos necesarios al interior de las viviendas de análisis en la parroquia Pilahuín.

## 6. FUNDAMENTO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

### 6.1. Fundamento Conceptual

El criterio del marco teórico fundamentalmente es presentar documentos previos de referentes que proporcionen información y que en parte aborden el problema planteado en esta investigación, la cual está basada en el deslumbramiento y déficit lumínico en los espacios domésticos de las viviendas tradicionales en la parroquia Pilahuín, analizando de esta manera conceptualizaciones generales hasta llegar a un núcleo de criterios más específicos para poder tener un mejor entendimiento sobre el tema en cuestión.

Para empezar con este apartado se tiene que tomar en cuenta la **luz natural** como base fundamental del estudio, pues se entiende que el buen uso de este recurso lumínico es el factor principal de la investigación. El criterio de los arquitectos (Guardarrama y Bronfman, 2020) afirma que:

La luz es radiación electromagnética con propiedades ondulatorias y fotónicas; en combinación con el ojo –que es sensible a ésta y transmite al cerebro la información captada– produce el fenómeno de la visión, el cual nos ha permitido conocer, entender y apreciar el mundo y su belleza. (p. 77)

Es por ello qué para entender al recurso de la luz en las viviendas del sector a investigarse se necesita plantear las variantes **tipológicas de viviendas** existentes en el sitio que según Busquets (1999) dice que que “la tipología significa un elemento indispensable

para la proyectación, no tanto como método de análisis de las necesidades, como catálogo de prototipos que han definido y resuelto el esquema de necesidades” (p. 110), por lo tanto, que aporten con las características necesarias para el análisis del comportamiento de la luz natural dentro de las mismas y así poder identificar sus variaciones en cuanto al comportamiento de este factor lumínico.

Las tipologías existentes que resaltan en el área de estudio y que son tomadas a consideración para el desarrollo de este documento son de arquitectura tradicional con características **vernáculos** a lo que según Sáinz y Camino (2014) afirman que “la Arquitectura Vernácula es aquella que nace de las necesidades funcionales y formales de una región, tanto como del aprovechamiento de sus recursos naturales para construir la misma” (p. 135).

Bajo este criterio se aporta que las **edificaciones contemporáneas** vendrían a ser una evolución de este tipo de arquitectura, que cumplen con el mismo fin pero con la peculiaridad de que esta se adapta al avance tecnológico con respecto a los sistemas constructivos.

Se tiene que tomar en cuenta que desde los inicios de la arquitectura el diseño de los espacios dependía de las necesidades del usuario como también de las condicionantes climáticas en las cuales se desarrollaba su habitación, es así que la ubicación de cada asentamiento era y es delimitada por su **geografía**, según Clara la geografía está dentro del planeamiento y de la toma de decisiones al momento de la organización del espacio y la gestión de áreas indicando así los efectos sociales y ambientales que se quieren obtener (Mendes, 1981).



Al saber que la toma de decisiones se da en base a las condicionantes del terreno en cuanto aspectos de ubicación, al momento de generar una implantación esta va a depender del diseño arquitectónico propuesto, es así que la funcionalidad de un espacio arquitectónico va a depender del diseño de los **volúmenes y formas** que lo constituyen. “Cuando un espacio comienza a ser aprehendido, encerrado, conformado y estructurado por los elementos de la forma, la arquitectura empieza a existir” (Ching, 2015, p. 92).

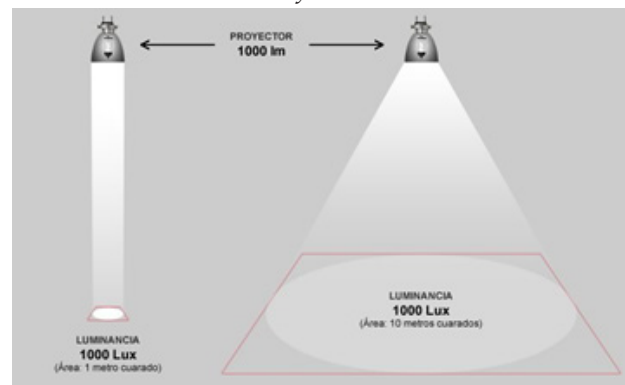
Para optimizar el ingreso de luz natural en las viviendas se tiene que entender los criterios de comportamiento de la misma donde las características de iluminación (lux) y luminancia (lumen) tienen un importante criterio de aplicación; al ser términos parecidos y que son característicos de esta propiedad física se determina su diferencia y aporte en las viviendas.

La **luminancia (lumen)** según Sanz García (2011) menciona que “el flujo luminoso se define como la cantidad de energía luminosa radiada por una fuente en cada segundo. Es decir, el flujo luminoso es la potencia de la energía luminosa radiada por la fuente” (p. 2).

Al ser términos de relación Sanz García (2011) también se pronuncia con respecto al significado de **iluminancia (lux)** postulando que “se denomina nivel de iluminación o iluminancia, al flujo luminoso incidente por unidad de superficie” (p. 3), Dando a entender que un lux es el resultado de la iluminación de un área y el flujo de incidencia de un lumen sobre la misma.

**Figura 2**

*Diferencias entre lúmenes y luxes*



**Nota.** Adaptado de luxes y lúmenes [Imagen], por Desterro Electricidade, 2022, <https://www.desterroelectricidade.com.br/blog/eletrica/diferencas-entre-lumens-e-luxes/>

Bajo estos criterios se puede afirmar que el uso de las **ventanas** va más allá de ser una abertura que comunique el exterior con el interior, o verse como un elemento ornamental de la vivienda, un criterio importante que se debe considerar es su funcionalidad para ello se tiene que tomar en cuenta el dimensionamiento de estos vanos con el fin de hacer un uso regulado de la iluminación, evitando tener un ingreso excesivo de luz que produzca **deslumbramiento** a los usuarios, como a su vez evitar el **déficit lumínico** que degrade la visión y el desarrollo de actividades de los habitantes dentro de las viviendas.

La clasificación en rangos de luz se puede obtener bajo el equilibrio que existe entre el deslumbramiento y déficit lumínico dependiendo del espacio dentro de la vivienda y su necesidad, esta característica se basa en el control de la cantidad de luz que ingresa

por un vano al interior de las viviendas presentando dos clasificaciones, las cuales son **luz directa e indirecta** fundamentalmente esta primera destaca por tener un porcentaje de ingreso de 90% a 100%, la segunda su nivel de ingreso será de 40% a 50% y de estas dependerá las percepciones y sensaciones que se presenten en el espacio que habitan los usuarios.

## 6.2. Fundamento Teórico

### Categorías fundamentales

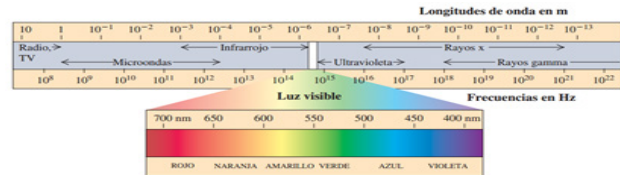
En el siguiente planteamiento del fundamento teórico se tiene como alcance la presentación de las variables tanto dependientes como independientes encontrando una relación de estas por medio de contextualizaciones.

#### 6.2.1. La Luz

##### 6.2.1.1. Física: naturaleza y propagación.

La luz es el resultado de una radiación de energía electromagnética la cual se revela a través de la interacción de este fenómeno con los objetos en el espacio, como consecuencia lo que se conoce como luz es la interacción de la radiación solar con la atmosfera, la cual descompone este recurso brindándonos así la gama de colores que se conocen. “El espectro visible es una pequeña región de la radiación que es sensible a la retina y percibida por el ojo humano, comprende ondas con una longitud entre 380 (rojo) y 780 (azul) nm” (Gayoso, 2020, p. 8).

**Figura 3**  
*Espectro electromagnético visible*



**Nota.** El grafico representa la captación de ondas electromagnéticas visibles al ojo humano. Adaptado de Ondas electromagnéticas [Imagen], por Sergio Fonrouge, 2008.

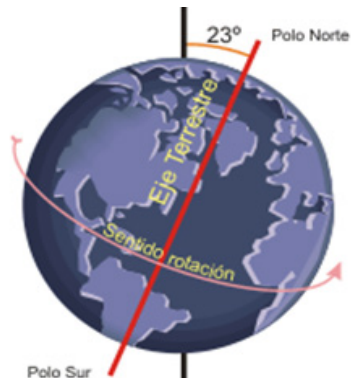
Es importante entender cómo funciona la física de la luz, para ello se analiza ciertas características de este factor que son primordiales para entender como esta se relaciona con la arquitectura.

#### 6.2.2. Geometría Solar

La geometría solar es la interacción de la energía emitida por el sol hacia la tierra, Según Gómez et al. (2015) afirman que:

Las particularidades de esta geometría derivan de un hecho singular: el eje de rotación terrestre no es perpendicular al plano de la eclíptica (plano que contiene la órbita terrestre). Su oblicuidad de 23° 27'1 es la responsable de la diversidad de climas en nuestro planeta y de su variabilidad durante el año. (p. 70)

**Figura 4**  
*Oblicuidad de la Tierra*



**Nota.** Adaptado de Sistema de iluminación (p.11), por A. Mor, 2020.

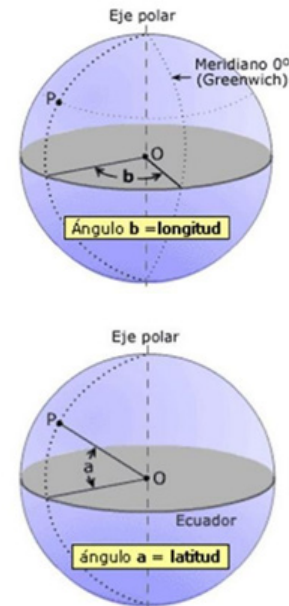
Bajo este criterio se entiende que el ángulo de la luz varía todos los días del año haciendo que cada día la presencia del sol sea diferente según la latitud del territorio ubicado en el planeta, brindando así la presencia del sol durante días más largos o más cortos, a partir de este criterio también se determina que esta presencia es menos variable según el acercamiento a la latitud cero o línea ecuatorial y más variable mientras se aleja de ella.

Es necesario tener conocimiento del significado textual de latitud y longitud para entendimiento de este apartado. Para ello se define que:

-Latitud: Medida angular entre la línea ecuatorial y un punto determinado de la tierra. Varía desde  $0^\circ$  del Ecuador a los  $90^\circ$  Norte ( $90^\circ$ ) o  $90^\circ$  Sur ( $-90^\circ$ ).

-Longitud: Medida angular entre el Meridiano de Greenwich y un punto determinado de la tierra. Varía desde  $0^\circ$  a  $180^\circ$  Este ( $180^\circ$ ) y  $180^\circ$  Oeste ( $-180^\circ$ ). (Palomo, 2020, p.3)

**Figura 5**  
*Latitud y Longitud*



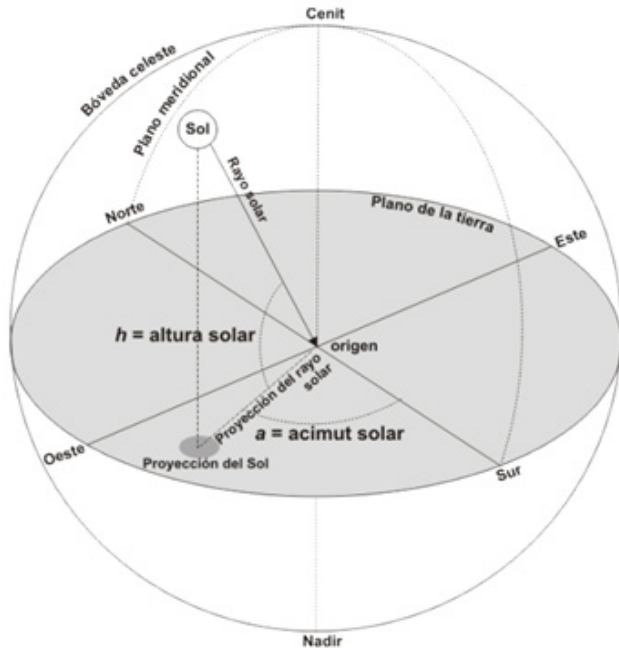
**Nota.** Adaptado de Protocolo de evaluación del impacto de la iluminación natural para gestión energética (p. 3), por T. R. Palomo, 2020.

De esta manera se puede calcular la posición del sol frente a la tierra lo cual es determinado por dos factores fundamentales, que son, "mediante dos coordenadas angulares: la altura solar ( $h$ ), ángulo formado por el rayo solar y el plano de tierra, y el acimut solar ( $a$ ), ángulo formado por la proyección horizontal del rayo solar y el plano meridional del sitio" (Gómez et al, 2015, p.71)

Su representación son diagramas solares los cuales permiten determinar la posición del sol de manera gráfica para un mejor entendimiento y aplicación de orientación de las viviendas con respecto al sol.

**Figura 6**

*Coordenadas angulares para determinar la posición del sol y la forma de medirlas*



**Nota.** Adaptado de Prontuario Solar (p. 72), por G. Gómez, 2015, Geometría Solar y sus Aplicaciones.

### 6.2.3. Propiedades ópticas de la materia

Dentro de la arquitectura unas de las relaciones más importantes que se tiene que tomar en cuenta es la interacción de la luz con la materia, la gran mayoría del tiempo la luz que habita al interior de un espacio no es directa, si no es la reflectancia y trasmisión de la luz a través de los materiales que conforman el elemento arquitectónico, el análisis de esta relación permite un uso fundamentado de los materiales cons-

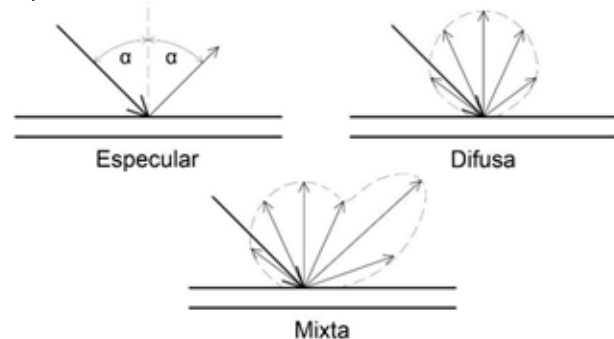
tructivos, con el fin de generar un espacio funcional, sostenible y práctico haciendo el mejor uso de los materiales que se tiene a la mano. Para ello se analiza dos propiedades ópticas fundamentales.

#### a. Reflexión

La reflexión es una propiedad de la luz que se genera cuando esta tiene interacción con la superficie de materiales opacos, esta propiedad varía según el tipo de textura que presenta la materialidad de un objeto lo cual determina si se tiene una reflexión especular, difusa o ambas a la vez conocida como dispersa.

**Figura 7**

*Tipos de Reflexión*

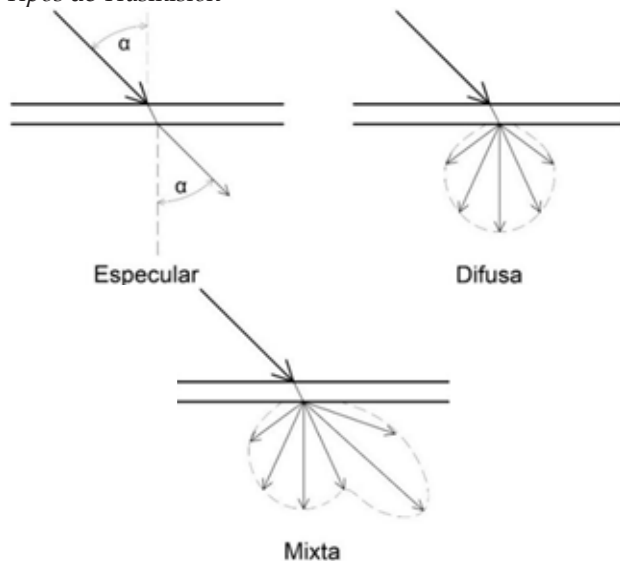


**Nota.** Adaptado de Perforaciones en Fachada y su influencia sobre el reparto de luz en el espacio interior (p. 14) por M. Gayoso, 2020, Luz Natural y Arquitectura

#### b. Trasmisión

“Es la facilidad que posee un material para ser atravesado por la luz y depende de la transparencia del material. Este fenómeno sigue los mismos principios y definiciones que la reflexión” (Gayoso, 2020, p. 14).

**Figura 8**  
*Tipos de Trasmisión*



**Nota.** Adaptado de Perforaciones en Fachada y su influencia sobre el reparto de luz en el espacio interior (p. 14) por M. Gayoso, 2020, Luz Natural y Arquitectura

#### 6.2.4. Fisiología

El sentido de la visión está proporcionado por un conjunto de tejidos que conforman el órgano óptico, el cual está encargado de transmitir la información receptada por la iluminancia captada a través de la retina, la cual tiene rangos de tolerancia que permiten la adaptación de la cantidad de luz que aceptan los fotorreceptores en el interior del ojo.

Según Feijó menciona que “las células fotorreceptoras que intervienen en el proceso, la visión se clasifica

tres tipos: **fotópica** o diurna, **escotópica** o nocturna y **mesópica**” (Feijó, 1994, como se citó en Gayoso, 2020, p.9). Esta clasificación depende del nivel de captación de luxes que recibe el ojo, la primera permite una distinción precisa del entorno, la segunda es todo lo contrario precisa de una mala captación de colores y contrastes por los bajos niveles de luminancia, por último, la tercera es un resultado del promedio de estas dos antes mencionadas.

#### 6.2.5. Iluminación y salud

Para entender como la luz influye en la salud del ser humano se tiene que comprender la relación que tiene este con dicho factor durante el día, se entiende que esta interacción es parte de un grupo de actividades que duran las veinticuatro horas del día (horas de luz y oscuridad), a las cuales se les conoce como ciclo circadiano, el cual es un compendio de actividades y conductas que generan impacto en la salud, según (Garduño B. y Garduño A., 2019) afirman que:

Los seres vivos, incluyendo a los humanos, responden a un reloj biológico interno que ayuda a adaptar y sincronizar los ritmos biológicos en ciclos de 24 horas [...] estos ciclos regulan funciones críticas como el comportamiento, los niveles de hormonas, el sueño, el ritmo cardiaco, la presión arterial, la temperatura del cuerpo y el metabolismo. (Ritmos circadianos, párrafo 1-2)

Dentro de las actividades que necesita el reloj biológico de las personas para un estado saludable y rendimiento constante es la relación de la luz con el humano, la cual nutre tanto la salud mental como física protegiéndolo de enfermedades que se producen por la ausencia de este factor.

Figura 9  
Actividades biológicas, Ciclo circadiano



### 6.2.6. Confort Visual

El confort visual está definido a través de la interacción de la luz natural con el espacio y el usuario, donde esta relación da como resultado una buena calidad ambiental al interior de cualquier edificación, para ello, siempre se tiene que tener control de la exposición del sol por medio de parámetros que adecuen una relación correcta, de esta manera lograr un entorno adecuado tomando en cuenta que es importante considerar la percepción del tiempo y la exposición de la fuente frente al campo de visión (Yamin et al., 2020).

Por otro lado, es necesario generar espacios que contemplen ciertas características para una buena relación con la luz solar, tales como la disposición y distribución de vanos o ventanas, el dimensionamiento

y altura de los espacios, además de su orientación para así poder llegar a tener el alcance de luminancia óptimo dentro de todo el espacio interior.

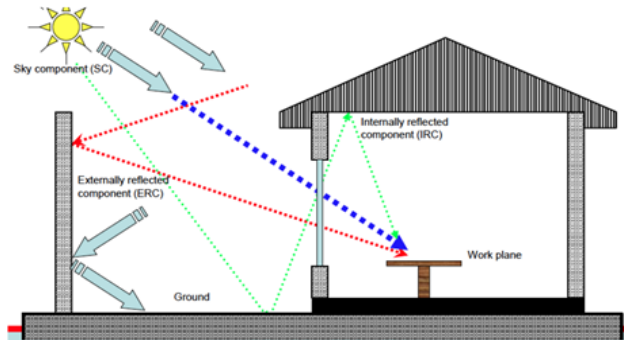
Existen criterios planteados, pero no comprobados que puedan afectar a esta interacción entre la luz y el espacio, el cual es el requerimiento del usuario de suplir el factor lumínico frente a sus necesidades culturales, preferencias espaciales, almacenamiento de temperatura en el interior, referencias visuales (paisajes) o estado de ánimo.

### 6.2.7. Daylight Factor / Factor De Luz Natural

El término Daylight Factor según Palomo (2020) “es una medida común para la calidad de la luz natural en el interior del edificio, siendo prácticamente el único indicador objetivo de iluminación natural” (p. 6), en otras palabras, el factor de luz natural es la cantidad lumínica que existe en el exterior y que ingresa al interior de un espacio sin obstrucciones, la única variación que puede existir es la cantidad de luz existente en la bóveda celeste dado que es la emisión directa del sol.

Es así que la relación de luz que existe entre el interior y el exterior es proporcional entendiéndose que el DF es la resultante de la suma de la captación total de la luz solar más la reflectancia exterior y más la reflectancia interior, lo que determina que mientras mayor sea el valor de luz al exterior mayor será la luz natural existente en el interior.

**Figura 10**  
*Definición grafica de la resultante Daylight Factor*



**Nota.** Adaptado de Protocolo de evaluación del impacto de la iluminación natural para gestión energética (p. 6), por T. R. Palomo, 2020

### 6.2.8. Bioclimática

La arquitectura bioclimática es una tendencia actual que retoma los sistemas constructivos endémicos de cada territorio y los modifica en base a las nuevas tecnologías y desarrollos arquitectónicos, esta deriva de las necesidades sociales que surgen frente a la necesidad de minimizar la huella ambiental. La evolución constante de la sociedad y la tecnología es el resultado de la variación ambiental lo que determina que esta tendencia no sea una ciencia cierta por el cambio constante de estas variantes, lo que hace que este criterio se adapte día con día a las nuevas necesidades, técnicas y conceptos.

El objetivo de los principios bioclimáticos se basa en adecuar un espacio habitable bajo la consideración de las condiciones externas e internas, a la vez que reduzca el impacto en el entorno con un sistema constructivo y practicas sostenibles (Nguyen y Reiter, 2017), entre sus características esta evitar afectaciones

al entorno como: la imposibilidad de renovación de materiales constructivos, el consumo de energía, el impacto urbano, la energía desprendida por los materiales y el costo energético de su elaboración.

Entonces se entiende que este tipo de estrategias no solo se basa en suplir las necesidades del usuario y su confort al interior de un espacio, sino que también controla las estrategias que necesita un ambiente para ser habitable como es el caso de la temperatura, ventilación, iluminación y humedad.

**Figura 11**  
*Bioclimática interacción de la arquitectura con el medio ambiente*



**Nota.** Adaptado de Arquitectura Bioclimática: Conceptos y técnicas [Imagen], por EcoHabitar, 2019, <https://ecohabitar.org/arquitectura-bioclimatica-conceptos-y-tecnicas/>

### 6.3. ESTADO DEL ARTE

La revisión bibliográfica que fundamenta y aporta realce a esta investigación está basada en diferentes casos de estudio que tengan relación con el tema del “valor de la luz diurna en espacios domésticos de la vivienda rural”, permitiendo tener acercamiento a los procesos y metodologías necesarios para la obtención de información, además, ayudar al desarrollo investigativo de este trabajo la información mencionada podrá ser de carácter local, nacional o internacional pues su relevancia será la relación que tenga con el tema.

Cecilia Wolff a través de su planteamiento de rehabilitación de edificaciones históricas habla de la desvinculación que existe entre el estudio de la luz natural con respecto a la tecnología referido a la arquitectura tanto histórica como cultural. Propone que no existe entendimiento técnico de la relación espacio- usuario en los procesos biológicos y psicológicos temporales, determinando que estas edificaciones pierden así su virtud original en la actualidad, tema por el cual la intervención en arquitectura patrimonial es desfavorable tanto en aspectos funcionales, estéticos y sostenibles despreciando así sus virtudes fundamentales.

De esta manera plantea el desarrollo de una metodología técnica para el buen uso de la luz natural en edificios patrimoniales aptos para la rehabilitación por medio de “intervenciones que puede contribuir a mejorar su desempeño lumínico, sin afectar sus valores patrimoniales ni el entorno donde se inserta” (Wolff, 2014, p. 423). Así, por medio de una recopilación histórica de las tecnologías aplicadas para el uso de la luz, realiza la presentación de una fundamentación teórica con respecto al uso de la luz natural en la his-

toria, para de esta manera poder realizar prácticas en casos de estudio de rehabilitación en viviendas.

El estudio de las edificaciones patrimoniales frente a la interacción de luz determina que los problemas asociados a este factor provienen de la falta de aplicación de estrategias, sistemas y tecnología. para ello propone intervenciones en cubiertas, aperturas de patios, materiales reflectantes, disminución de contrastes con gamas de colores adecuados, lumiductos de reflexión con materiales de alta reflectancia en interiores entre otros, esto es, para que no afecten a la fachada de la edificación. Se toma en cuenta también la realización de un análisis previo del entorno urbano de la vivienda y la orientación con respecto a las condicionantes naturales para poder aplicar un buen sistema captación solar.

La contribución de esta investigación es aportar con estrategias de iluminación a edificaciones patrimoniales sin afectar al criterio de conservación, aplicando una reactivación de los espacios por medio de una iluminación natural opcional como es la apertura de vanos cenitales o patios interiores, además de presentar tecnologías que se adapten al patrimonio y que no alteren su funcionalidad, formalidad y estética original, además de prever un análisis del entorno el cual es fundamental para realizar las estrategias de intervención.

Bustan tras su acercamiento al casco histórico de la parroquia Pasa, formula la incógnita de cómo contribuye la luz natural al interior de las viviendas vernáculas buscando el confort lumínico del usuario, planteando de esta manera “investigar el impacto de la luz natural en los espacios de la vivienda vernácula del Centro Histórico de la parroquia de Pasa” (Bustán, 2018, p. 11).



La aplicación metodológica de este apartado está conformada por una estructura tanto cuantitativa como cualitativa con el fin de abarcar la información necesaria para tener una idea completa ante la incógnita de investigación, por un lado, la revisión bibliográfica que fundamenta y realce este trabajo y por otro lado el acercamiento al área de acción con visitas de campo para el levantamiento de información y medición alcanzando un nivel netamente exploratorio.

Tras las diferentes tipos de entrevistas proporcionadas por Técnicos institucionales y profesionales de la arquitectura, concluye que la separación que existe entre las instituciones reguladoras del cuidado de las edificaciones patrimoniales y la falta de estudios sobre el comportamiento de los usuarios al interior de las viviendas, genera condiciones poco agradables de habitabilidad, a esto se le suma la falta de ordenanza que adopte la compensación de la luz, generando abandonos de las viviendas por los altos costos de intervención en cuanto al requerimiento de lujos dentro de las edificaciones para su buen funcionamiento.

El aporte que genera esta investigación es fundamental pues presenta un acercamiento a un referente local que al ser una parroquia aledaña al área de estudio Pilahuín permite el entendimiento de las fallas que existen ante la regulación de las viviendas patrimoniales por la separación entre los entes reguladores y las edificaciones afectadas, se concluye con esta investigación que es necesaria una normativa que rija la interacción de los recursos naturales con el interior de las viviendas, aportando así una relación de calidad interior- exterior del medio ambiente con los usuarios.

Yépez en su investigación Análisis de la Arquitectura Vernacula del Ecuador plantea una opción sustentable de la arquitectura actual por medio del análisis de las diferentes tipologías de edificaciones vernáculas existentes en el Ecuador, para ello plantea la problemática acerca de la pérdida de conexión entre edificaciones actuales con el entorno y la identidad cultural que se da por el avance tecnológico que suple a los criterios fundamentales de diseño.

Par ello propone una arquitectura contemporánea usando criterios de diseño de las construcciones vernáculas que se adapte a los avances tecnológicos actuales con el fin de generar una edificación sustentable y adaptable al entorno.

El proceso metodológico llevado a cabo en este tema de investigación es de carácter cualitativo tras el análisis bibliográfico acerca de la construcción vernácula en las diferentes regiones del Ecuador donde se aborda la problemática a partir de la información existente acerca del ámbito socio-cultural obteniendo como resultado el siguiente criterio:

El analizar la arquitectura vernácula de nuestro país permite reconocer una gran cantidad de posibilidades constructivas que conllevan a una serie de propuestas más auténticas y con mayor optimización de los recursos que lo que se está construyendo en la actualidad. Los entornos naturales en Ecuador en general tienen una enorme riqueza de biodiversidad y de paisajes y la arquitectura actual en general tampoco potencializa su entorno. (Yepez, 2012, p. 57)

El aporte de esta investigación es entender que a pe-

tecnológicos esta no debe desvincularse de los criterios de diseño básico para así poder mantener un criterio de sustentabilidad.

Según Coellar habla bajo su criterio arquitectónico diciendo que la fachada está mal concebida, Coellar piensa que el diseño de la envolvente es generar un elemento divisorio del interior con el exterior aplicando diseños de vanos que solventen la necesidad del ingreso de luz hacia el interior, pensada desde el criterio morfológico y funcional mas no decorativo, lo que hace que se deje de lado el confort que los niveles de iluminación que el interior requiere.

Su propuesta como objetivo fundamental es el diseño de fachadas cinéticas funcionales que optimice la distribución de la luz diurna asegurando un adecuado confort lumínico, para ello aplica una metodología cuantitativa por llevar a cabo un diseño experimental con el fin de realizar análisis y simulaciones sobre un modelo arquitectónico, de esta manera tabula datos obteniendo como resultado el comportamiento de la iluminación al interior de los espacios arquitectónicos.

Como resultado obtiene la comparativa de la fachada común con respecto a la cinética esta genera una brecha de funcionalidad donde los resultados en cuanto a la aplicación de fachadas cinéticas logran mejorar la calidad y distribución de la iluminación interior, cumpliendo en gran parte con los recursos de iluminación establecida para cada espacio arquitectónico, estos valores fluctúan según la época del año y el recorrido solar.

El criterio de Coellar aporta diciendo que esta mal enfocado el uso de las fachadas al no ver este elemento desde el criterio de ser perforaciones como ventanas

o vanos para la solvencia de las necesidades básicas como la interacción del interior con los recursos del exterior, dejando de lado la interacción que esta prescinde con el contexto, además la afectación que estas tienen por no tener una correcta orientación de las edificaciones en su emplazamiento provocando inconfort en los usuarios, “la fachada no es nada más un elemento morfológico y decorativo de la edificación, sino es el conector y nexo entre que condiciona la relación usuario – medio ambiente” (Coellar, 2018, p. 2).

Gayoso en su análisis de las fachadas arquitectónicas como elemento regulador de la iluminación en interiores, plantea que el problema actual es el desplazamiento del diseño arquitectónico basado en el recurso de la iluminación natural frente a la iluminación artificial para lo cual ella propone “evaluar el comportamiento lumínico de las perforaciones en fachadas para conocer su repercusión en la distribución de la luz natural al interior de los recintos” (Gayoso, 2020, p. 7).

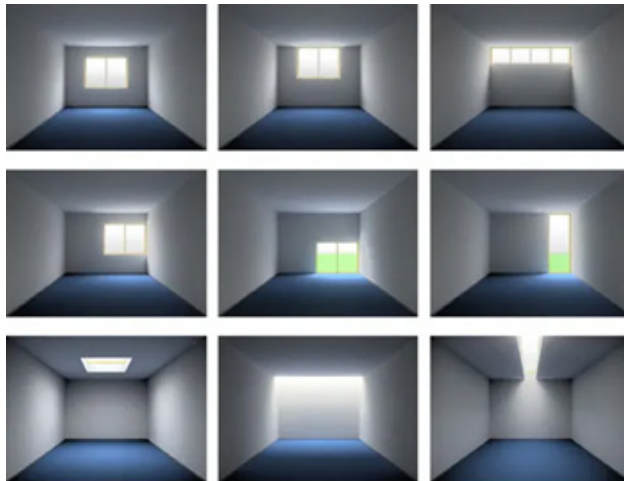
La metodología aplicada en esta investigación es de carácter mixto, el proceso que se utilizó inicia con la recopilación de referentes que analicen la iluminación natural, en base a eso se define variables de la geometría de las aberturas en las fachadas para realizar simulaciones digitales determinando de esta manera rangos del ingreso de la luz y así concluyendo con una evaluación cualitativa de la forma en que se reparte la luz.

La distribución de los vanos para el ingreso de luz se define por medio de la necesidad en cuanto a capacidad lumínica se refiere, de esta manera se presentan diferentes conformaciones geométricas para la regulación del ingreso lumínico, además de ello se analiza la ubicación y distribución de los vanos para alcan-

zar la repartición de luz necesario, el uso de la luz dependerá del diseño de las fachadas para alcanzar los niveles óptimos de iluminancia dentro de las viviendas, entendiendo que se debe generar diferentes tipos de geometrías para hacer un buen uso del recurso lumínico que ingresa por estos vanos.

**Figura 12**

*Impacto de la iluminación según la posición de la ventana*



**Nota.** Adaptado de: Tipos de entrada de luz [Imagen], por Lorenzana, 2021.

En el siguiente apartado se destaca un documento de investigación propuesto por Monteoliva et al. (2016) donde plantea un “Modelo simplificado para el cálculo de iluminancia por luz natural útil (UDI) en espacios individuales perimetrales de cielos claros. caso de estudio: Mendoza, Argentina” (pág. 51).

La problemática a tratarse se basa en la evolución de la crisis energética a niveles nacionales como interna-

cionales en cuanto a consumo de energía por el uso de iluminación artificial, dejando de lado la luz natural como un recurso potencial de iluminación. Para ello propone diseñar estrategias de iluminación natural a través de modelados predictivos implantados en el área de estudio bajo el análisis del comportamiento de este recurso al interior de los espacios arquitectónicos, evaluando así la cantidad de luz necesaria.

La metodología aplicada para esta investigación es de carácter cuantitativo pues se aplica un modelo virtual implantado en el área de estudio con el cual se realiza el cálculo del ingreso de luz natural bajo ciertas condiciones las cuales determinan las variables de la disposición y geometría de las ventanas permitiendo el cálculo de ingreso en diferentes horas de sol con respecto al azimut de los vanos.

Tras aplicar las diferentes directrices nombradas anteriormente se tiene como resultado la dificultad de predicción por la naturaleza de la luz natural con respecto a las variables del tiempo, las cuales no permite determinar una fórmula absoluta para generar una norma regulatoria de este factor, además existen un sinnúmero de variables de las cuales no se puede determinar una delimitante, el resultado en cuanto a la predicción afirma que el estudio realizado aplica para edificaciones de espacios reducidos en espacios urbanos de baja densidad.

Como aporte a esta investigación se adopta el criterio de diseño que se debe aplicar al momento de realizar una edificación, cada espacio arquitectónico es único y este estará definido bajo los aspectos de su entorno, para el diseño de un espacio funcional se requiere realizar un análisis de la ubicación de las viviendas y ver como intervienen los aspectos naturales y artificiales de su alrededor.

Meneses plantea un análisis de la luz en los proyectos de arquitectura partiendo desde la problemática que existe en la desactualización de herramientas digitales para la representación de la luz en el interior de edificaciones, las cuales no permiten un registro eficiente de este recurso natural en el espacio. Para ello procede a analizar los recursos existentes sobre la representación de la luz y de esta forma proponer herramientas que permitan un acercamiento más real por medio de simulaciones de interacción entre el espacio y el fenómeno lumínico.

Bajo la temática propuesta se aborda el análisis de referentes teóricos y desarrollos prácticos con el fin de evaluar el tema en cuestión. Por medio de un taller experimental se propone corroborar el planteamiento del problema y se plantea una estrategia pedagógica que aplique herramientas digitales para la representación de la luz.

Como resultados obtiene que la representación de la luz en las simulaciones de la estructura arquitectónica está basada en los conocimientos concebidos en el dibujo arquitectónico y las aplicaciones digitales que adoptan estos criterios para el análisis de este fenómeno natural, las cuales buscan un resultado real lumínico a partir de elementos gráficos comunicativos como imágenes realistas y la comparativa de la representación y simulación de la luz en una edificación. para ello presenta la diferenciación de una simulación virtual con respecto a las bases teóricas y físicas de la luz entendiendo que “cada una de ellas responde a intereses muy diferentes en el ámbito de la producción profesional, lo cual determina el enfoque del desarrollo de los diferentes programas especializados.” (Meneses, 2016, p. 419)

El conocimiento previo de fundamentos teóricos basados en el análisis de la luz permite tener conocimiento de la interacción de este factor en la arquitectura, el uso de herramientas digitales si en verdad permiten un acercamiento a un producto final, no aseveran que esta interacción sea concebida como la simulación propone, es por ello que como aporte a esta investigación plantea que el desarrollo del proyecto arquitectónico sea analizado bajo el desarrollo del dibujo arquitectónico y los conocimientos de comportamiento acerca del factor lumínico.

Arango, Montoya, Rendon y Callejas presentan un proyecto arquitectónico donde su propuesta es una vivienda de interés social que garantice el confort del usuario aplicando estrategias bioclimáticas para la reducción del consumo energético, bajo su análisis determinan que el problema que se presenta en la actualidad es el mal uso de estos recursos por la dificultad de análisis de la medición lumínica frente al análisis del desempeño de la luz natural en los espacios interiores.

Para ello proponen un conjunto de estrategias que optimicen el ingreso de la luz natural en los interiores de las viviendas con fin de buscar una comodidad visual y saludable, entendiendo las exigencias energéticas para una vivienda social por medio de una cuantificación de los niveles apropiados de luxes, para ello se tomó muestras de iluminación al interior durante las diferentes horas del día y en fechas específicas donde la variación de la dirección del sol es más evidente, estas mediciones estas resueltas por medio del uso de luxómetros para realizar el cálculo del Daylight Factor. Los autores determinan que se debe realizar un análisis climático destacando que:

La interacción entre el ambiente construido y el clima determinan, en gran medida, el desempeño bioclimático de un proyecto en términos de la comodidad térmica, la comodidad visual y la eficiencia energética. El desempeño de un proyecto, ya en términos de la iluminación natural, está condicionado, en gran medida, por la distribución de luminancias en la bóveda celeste, la disponibilidad de horas de sol y la posición aparente del sol en el cielo. (Arango et al, 2018, pág. 136)

Para ello aplica estrategias básicas como módulos móviles como estructuras seriadas en fachadas, implementación de luz cenital y la aplicación de colores claros para la reflectancia de la luz. Por medio de una simulación en software especializados en el análisis de la luz se puede predecir el comportamiento de la luz natural, además la realización de este análisis previo asegura un confort lumínico como climático al interior de las viviendas siempre y cuando se tome a consideración todas las condicionantes que abordan la implantación como la localidad geográfica o el tipo de cielo que existe en esa región.

Carolina Paredes analiza la interacción de la luz en las viviendas a través de la necesidad de espacios arquitectónicos para adultos mayores, de esta manera plantea la problemática como falta de propuestas arquitectónicas que cumplan con los requerimientos funcionales para personas de tercera edad o adulto mayor, tomando en cuenta que la vivienda a partir de esta etapa de la vida se vuelve un epicentro donde la interacción de estas personas ocurre la mayoría del tiempo en estos espacios.

Para ello se propone plantear estrategias funcionales de espacialidad con carácter de nivel social que promuevan la salud por medio de la luz natural proporcionando confort a la vivienda del adulto mayor. Tras un análisis de referentes arquitectónicos en los cuales se toma como criterio fundamental el diseño de espacios con una buena interacción con la luz natural, se propone un diseño de vivienda que contenga la aplicación de este factor natural para la interacción de los adultos mayores con el espacio, promoviendo una edificación adecuada para mantener un confort priorizando el estado de salud. Paredes determina que:

El programa se organiza en base a la demanda de usos cotidianos según las rutinas, horarios de uso y temperatura del color en tres (3) grupos: privacidad en la vivienda, maximizar el uso de los exteriores y conexión a la sociedad (integración social). (Paredes, 2021, p. 79)

Como análisis de esta investigación se concluye que el aporte de este trabajo se basa en el desarrollo de una arquitectura temporal, la cual está sujeta a la interacción del usuario con el espacio, bajo este criterio el análisis de una vivienda debe estar concebido a través de las necesidades del habitante y de los factores que inciden sobre el mismo, determinando de esta manera una estancia saludable con relación a sus necesidades fundamentales.

Carlos Cornejo plantea un análisis del beneficio de luz natural en las personas visto desde el aspecto de la salud, según su análisis la problemática existente es el desaprovechamiento de los beneficios de la luz natural como parte de la recuperación de las personas

en espacios de salud. Para ello como objetivo plantea potenciar la iluminación natural bajo el análisis de las condiciones climáticas del territorio, la ubicación de la implantación y su morfología para así mejorar la recuperación de los pacientes y el desempeño del personal encargado de las instalaciones.

La metodología que aplica se basa en un análisis del uso de la luz natural en espacios de sanación a través de la historia como referentes que sustente el valor de este efecto natural en las personas, además de una propuesta de arquitectura de sanación bajo estrategias que relacionen la luz natural con el aspecto físico de la edificación integrando de esta manera el interior con el exterior.

Como resultados obtiene que el aporte de la luz natural en los pacientes tiene resultados positivos, la me-

jora de la estancia de las personas en las edificaciones que presentan estos recursos naturales y planificaciones previas mejoran tanto física como psicológicamente. se tiene que tomar en cuenta la distribución de los espacios y la luz pues al ser un espacio de salud hay ciertas características de la luz que pueden afectar a la condición del paciente. Como aporte a esta investigación se toman las palabras textuales de Cornejo que son:

La luz del día, además de ser indispensable para la percepción visual, también regula los procesos metabólicos en el cuerpo humano y ejerce una influencia sobre su estado inmunológico [...] Las estrategias de iluminación natural impulsan la forma y la ubicación del edificio, integrándolas bien en el diseño desde puntos de vista estructurales, mecánicos, eléctricos y arquitectónicos. (Cornejo, 2017, p. 33)

**Tabla 1**

*Resumen de los postulados teóricos en el estado del arte*

<b>TITULO</b>	<b>APORTE</b>
“Estrategias, sistemas y tecnologías para el uso de luz natural y su aplicación en la rehabilitación de edificios históricos.” <sup>a</sup>	Rehabilitación de edificaciones patrimoniales que perdieron su relación espacio– usuario por medio de intervenciones que no afecten su valor patrimonial ni del entorno donde se inserta, propone intervenciones discretas y de bajo costo por medio de análisis de orientación y recorrido solar.
“La luz natural en la vivienda vernácula: análisis al centro histórico de la parroquia Pasa.” <sup>b</sup>	Investigación referente por su cercanía al territorio de estudio. Análisis de la falta de normativa y separación de las instituciones reguladoras acerca del factor lumínico en la vivienda rural.
“Análisis de la arquitectura vernácula del Ecuador: propuestas de una arquitectura contemporánea sustentable.” <sup>c</sup>	Intervención de viviendas vernáculas con recursos tecnológicos actuales con el fin de generar una edificación sustentable además de generar posibilidades constructivas auténticas con materiales endémicos.

TITULO	APORTE
“Fachada cinética: parametrización para optimizar el confort lumínico.” <sup>d</sup>	Fachadas Funcionales cinéticas que optimizan el ingreso de la luz, además se las considera como elemento conector del interior con el exterior.
“Luz natural y arquitectura: perforaciones en fachada y su influencia sobre el reparto de luz en el espacio interior.” <sup>e</sup>	Distribución de vanos con diferente ubicación y geometría en fachadas para la optimización del ingreso de la luz en viviendas.
“Modelo simplificado para el cálculo de iluminancia por luz natural útil (UDI) en espacios individuales perimetrales de cielos claros. caso de estudio: Mendoza, Argentina.” <sup>f</sup>	Modelación previa del diseño arquitectónico como estrategia de análisis; se anticipa la disposición de vanos en fachadas y orientación para un uso óptimo de la luz natural.
“La representación de la luz natural en el proyecto arquitectónico.” <sup>g</sup>	Uso de herramientas digitales que sirvan como estrategias para diagnosticar una luz optima en los espacios arquitectónicos además de una representación visual eficiente (render) que permita un acercamiento casi real de la interacción del espacio y la luz.
“Estrategias de iluminación natural en el diseño de viviendas económicas: el caso Mihouse, solar Decathlon 2015.” <sup>h</sup>	Estrategias bioclimáticas para la reducción del consumo energético, intervenciones en viviendas para optimización de la luz a fin de generar espacios saludables; cuantificación de luxes para el cálculo del Daylight Factor.
“La relación entre la luz natural, la vivienda y la vejez” <sup>j</sup>	Espacios funcionales con luz óptima necesaria en cada espacio de la vivienda aplicado a la salud de adultos mayores.
“Iluminación natural y arquitectura de sanación. consideraciones para mejorar los entornos de curación.” <sup>i</sup>	La luz natural como factor indispensable para la salud y el rendimiento de las personas además de ser un elemento de sanación que aporta a pacientes resultados positivos en su estancia en edificaciones de salud con optima iluminación.

**Nota.** <sup>a</sup>Wolff (2014, p. 1), <sup>b</sup>Bustan (2018, p. 1), <sup>c</sup>Yépez (2012, p. 1), <sup>d</sup>Coellar (2018, p. 1), <sup>e</sup>Gayoso (2020, p. 1), <sup>f</sup>Monteoliva (2016, p. 1), <sup>g</sup>Meneses (2016, p. 1), <sup>h</sup>Arango (2018, p. 1), <sup>i</sup>Paredes (2021, p. 1), <sup>j</sup>Comejo (2017, p. 1).

## 7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 7.1. Línea de la investigación

A continuación, se presentará en la Tabla 2 la línea de investigación usada para este documento que ha sido propuesta por la Universidad Tecnológica Indoamericana, Facultad de Arquitectura, Artes y Diseño.

**Tabla 2**  
*Línea 2 Arquitectura y Sostenibilidad*

Tipo de investigación	Proyecto de investigación.
Línea de Investigación	Diseño, técnica y sostenibilidad (DITES).
Sub línea	Estrategias de diseño para la mitigación del cambio climático y regeneración sostenible del hábitat humano.
Delimitación temporal	Periodo Académico A22 abril 2022 – agosto 2022

**Nota.** Información recabada de las líneas de investigación en base al documento FAAD 2022

### 7.2. Diseño Metodológico

#### 7.2.1. Enfoque de investigación.

La metodología a utilizarse para el desarrollo de esta investigación es de carácter mixto donde interactúa los enfoques tanto cualitativo como cuantitativo, dado que el proceso de obtención de información para el análisis propuesto está resuelto por medio del levantamiento de datos por lo cual se necesita visitas a campo, entrevistas a los propietarios de las diferen-

tes viviendas además de la revisión de material bibliográfico que aporten veracidad y fundamenten el tema de esta investigación.

La obtención de los datos recabados por medio de dichas visitas e interacciones con los moradores del sector definirán las viviendas de análisis que serán un modelo de medición para la valorización óptima del recurso lumínico por analizarse, tomando en cuenta siempre las actividades y costumbres de la población.

#### 7.2.2. Nivel de Investigación

Esta investigación estará dispuesta a partir de dos estados, el primero en desarrollarse será la exploración (nivel exploratorio) del sector donde el objetivo será reconocer la interacción de la luz natural con el interior de las viviendas a analizarse, alcanzando de esta manera la recolección de datos que aportaran al análisis de la luz dentro de las diferentes tipologías de vivienda.

El segundo criterio del que forma parte esta investigación será de nivel descriptivo en la que la percepción y sensación de los usuarios dentro de los diferentes espacios arquitectónicos que conforman la vivienda será tomada como criterio de análisis donde la relación de la luz natural y el usuario se valorará.

#### 7.2.3. Tipo de investigación

La investigación esta propuesta bajo un análisis por su nivel de profundidad el cual será de carácter exploratorio, donde el acercamiento nos permitirá indagar los fenómenos del que no se tiene conocimiento previo, lo cual permitirá identificar y direccionar las variables de la investigación.



Una vez obtenida la variable que permitirá el desarrollo de esta investigación se podrá identificar el comportamiento e influencia que tiene el tema investigativo dentro de un espacio de análisis, es así que se podrá fundamentar el fenómeno de estudio.

#### 7.2.4. Población y muestra

Para la población de este trabajo investigativo se destinó un barrio de la parroquia Pilahuín llamado Cuatro Esquinas; por medio de un reconocimiento de campo se seleccionará la muestra de las viviendas de análisis valiéndonos de criterios de diseño, orientación y tipología de las viviendas por medio de la aplicación de un método no probabilístico basado en los criterios arquitectónicos antes mencionados, además de la colaboración de los propietarios que aportaran con la posibilidad del levantamiento de las casas para el respectivo análisis.

#### 7.2.5. Técnica de recolección de datos

Para la recolección de datos se toma en cuenta la relevancia de las diferentes tipologías de viviendas de análisis seleccionadas para lo cual se aplicarán los siguientes procedimientos.

- a. Revisar postulados y referentes bibliográficos además de entrevistas a profesionales especializados en Arquitectura Sostenible.
- b. Realizar Fichas de observación in situ sustentadas con levantamiento fotográfico que datara información relevante de las diferentes tipologías de viviendas a analizar:

La ficha de observación contendrá información acer-

ca de las tipologías, su conformación espacial, aspectos formales, funcionales y elementos constructivos sin contar el sistema estructural ni su estado actual, además de datos relevantes de las viviendas.

c. Levantamiento planimétrico y modelación 3D en Sketch Up Pro

d. Simulaciones de la interacción de la luz en los modelados 3D a través del programa Velux para la obtención de datos acerca de la cantidad de luxes en el interior del espacio arquitectónico.

#### 7.2.6. Técnicas para el procesamiento de la información

Para procesar la información se analiza los datos obtenidos en las fichas de observación y los valores arrojados de la simulaciones hechas en las viviendas por medio del programa Velux, los cuales van a ser representados en gráficos estadísticos para un mejor entendimiento de la información.

Además, los datos obtenidos en las simulaciones serán analizados y comparados con valores normados de documentación técnica vigente acerca de cantidades lumínicas óptimas en los interiores de los espacios arquitectónicos por medio de tablas comparativas a manera de conclusión.

#### 7.2.7. Procesamiento metodológico

Presentación de una serie de procesos establecidos bajo objetivos que ayudaran a detallar las actividades desarrolladas en el procesamiento metodológico.

#### 7.2.7.1. Objetivo Específico 1

- Resumir y clasificar los tres aspectos fundamentales que se busca aplicar en la investigación.
- Seleccionar la investigación más esencial y presentarla en una tabla que resuma los aspectos principales de la investigación.
- Entrevistar a profesionales especializados en Arquitectura Sostenible y generar conclusiones.

#### 7.2.7.2. Objetivo Específico 2

- Definir el área de estudio por medio de un polígono de acción.
- Analizar por medio de fichas de observación dos viviendas óptimas que sean elementos de estudio.
- Realizar el levantamiento de medidas de las viviendas para su digitalización.

#### 7.2.7.3. Objetivo Específico 3

- Realizar modelados 3D de las edificaciones.
- Aplicar el programa Velux en los modelados para la obtención de datos lumínicos al interior de los espacios arquitectónicos en diferentes épocas del año.
- Comparar datos obtenidos en el programa Velux con normativas vigentes sobre la luz natural al interior de las edificaciones.

#### 7.2.7.4. Objetivo Específico 4

- Proponer estrategias de intervención en las viviendas respetando su identidad cultural.
- Difundir por medio de memorias descriptivas los resultados obtenidos.

#### 7.2.8. Conclusiones Capitulares

La resolución planteada está basada en poder obtener conocimientos cercanos en cuanto al trabajo de titulación, con el fin de obtener conocimientos con coherencia y aportando lineamientos objetivos que permitan resolver la problemática planteada.

A partir de ello, en este capítulo se plantea la síntesis de antecedentes investigativos por medio del estado del arte y las conceptualizaciones necesarias que ayuden entender el tema de investigación, entendiendo a los autores de dichas investigaciones y tomando en cuenta los factores de investigación que optaron para el análisis de la luz natural en los espacios arquitectónicos, lo que permitirá el realce de esta investigación fundamentándola con criterios ya planteados.

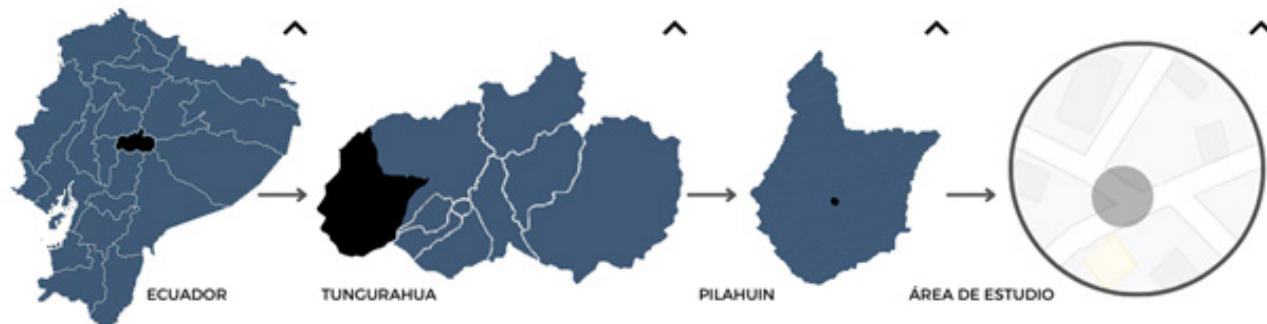
Una vez obtenido estos antecedentes investigativos, se procede al planteamiento de la redacción acerca de cómo se llevará a cabo el levantamiento de datos e información, este estará descrito de manera detallada en las técnicas para el procesamiento de información y el procesamiento metodológico los cuales permitirán obtener resultados que ayuden a complementar esta investigación.

## 8. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

### 8.1. Delimitación espacial del territorio

Figura 13

Ubicación del área de estudio



El área de estudio se encuentra en la periferia de la parroquia Pilahuín en un barrio denominado por los moradores como “Cuatro Esquinas”, sector caracterizado por ser residencial y agrícola el cual cuenta con viviendas de diferentes características aptas para el desarrollo de este análisis.

### 8.2. Análisis de la Parroquia Pilahuín

#### 8.2.1. Contexto

Pilahuín es una de las parroquias rurales del cantón Ambato que abarca la mayor extensión del territorio, con un área de 420 km<sup>2</sup> abarca más del tercio del área del cantón. Ubicado geográficamente en las coordenadas de latitud -1.298108 y longitud -78.726599, a una altura sobre el nivel del mar de 3480 metros

contempla un clima con temperaturas que van desde los 0° hasta los 14° centígrados, aun así, el pueblo de Pilahuín es habitado por 12218 habitantes la mayoría conformado por pueblos indígenas dedicados a la producción agrícola.

#### 8.2.2. Componente Biofísico

##### Temperatura

El clima característico de la parroquia contempla temperaturas frías con un promedio de entre 14° y 12° centígrados en el día y por la noche entre 7° y 4° centígrados, considerando un análisis realizado a lo largo de 10 años se logra llegar a la conclusión de que la temperatura mensual en un año ronda alrededor de los siguientes valores.

**Figura 14**  
*Temperatura mensual en centígrados de Pilahuín*

Temperaturas Mensuales			
Dia		Noche	
Ene	Feb	Mar	Abr
13	13	13	13
6	7	7	6
May	Jun	Jul	Ago
12	12	13	14
6	4	4	4
Sep	Oct	Nov	Dic
14	14	14	13
4	6	6	6

## Vientos

Los vientos predominantes de la parroquia Pilahuín generalmente tienen dirección de suroeste a noreste, las velocidades del viento varían según su topografía y accidentes geográficos, en promedio la velocidad anual del viento es de 7.4 km/h con picos máximos y mínimos de 10.1 km/h y de 6.1km/h respectivamente.

## Asoleamiento

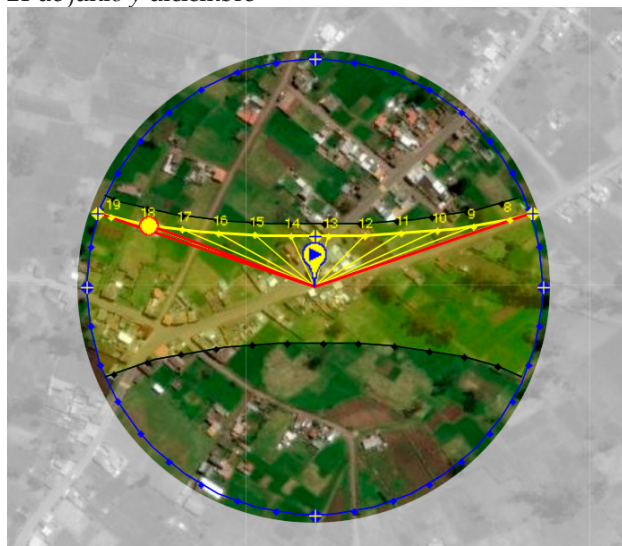
El comportamiento y presencia solar de la parroquia varía según los meses del año dada la oscilación en la rotación del planeta, al estar cerca de la línea ecuatorial esta variación de luz en el día no es muy notoria, aun así, lo valores fluctúan mes a mes como se muestra a continuación.

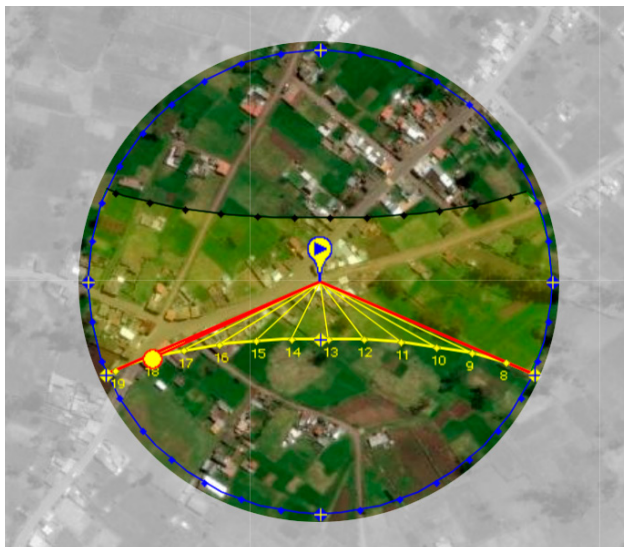
**Figura 15**  
*Iluminación solar Pilahuín*

Horas de sol por día			
Ene	Feb	Mar	Abr
8	8	8	8
May	Jun	Jul	Ago
8	9	9	10
Sep	Oct	Nov	Dic
9	11	10	9

Para ello por medio de la aplicación digital Sun Earth Tools y los conocimientos previos de la interacción del sol con respecto a la tierra, se analizará los días más críticos en las variaciones solares, tales como es el solsticio de invierno y el de verano los cuales serán de gran ayuda para el desarrollo de la investigación.

**Figura 16**  
*Representación del Recorrido solar en el Área de Estudio 21 de junio y diciembre*





**Nota.** Adaptado de Asoleamiento Pilahuín [Imagen], Sun Earth Tools (s.f)

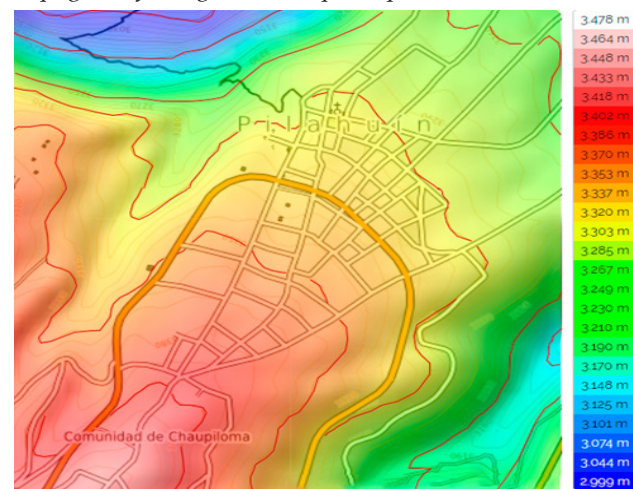
### Topografía y Orografía

La topografía de Pilahuín está delimitada por los diferentes relieves estructurados por colinas que conforman el territorio de la parroquia.

Según el GADPR Pilahuín aporta que:

Pilahuín se caracteriza por un relieve de colinas medianas con pendientes moderadamente inclinadas del 12 al 25% cubriendo el 29% del territorio; seguido por un relieve escarpado con pendientes del 50 al 70% ocupando el 23% de la parroquia; mientras que el 15% y el 12% del territorio está conformado por nieve y relieve montañoso. (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DE PILAHUÍN [GADPR PILAHUÍN], 2015, pág. 1)

**Figura 17**  
*Topografía y Orografía de la parroquia Pilahuín*



**Nota.** Cotas Importantes representadas cada 50m Elaborado por Geophysical Research Letters (2017). mapas topográficos.

Para ello por medio de la aplicación digital Sun Earth Tools y los conocimientos previos de la interacción del sol con respecto a la tierra, se analizará los días más críticos en las variaciones solares, tales como es el solsticio de invierno y el de verano los cuales serán de gran ayuda para el desarrollo de la investigación.

### 8.2.3. Componente Sociocultural

La población de la parroquia está compuesta en su mayoría por etnias indígenas característicos de las culturas Kichwa y Tomabela además de pequeños grupos de la población son mestizos. Con una población relativamente joven la ocupación del territorio abarca un 62% de pobladores que rondan entre los 15 y 29 años de edad tanto en hombres como mujeres de

manera equilibrada, en la siguiente tabla se proporciona un detallado específico de la población recabada por el Censo realizado por el INEC en el 2010.

**Figura 18**  
*Distribución de la Población en la Parroquia Pilahuín*

Población por grupos quinquenales de edad				
Grupos de Edad	Sexo		Total	%
	Hombre	Mujer		
Menor de 1 año	93	107	200	2
De 1 a 4 años	507	525	1.032	9
De 5 a 9 años	705	680	1.385	11
De 10 a 14 años	740	770	1.510	13
De 15 a 19 años	603	700	1.303	11
De 20 a 24 años	603	578	1.181	10
De 25 a 29 años	500	572	1.072	9
De 30 a 34 años	412	432	844	7
De 35 a 39 años	310	339	649	5
De 40 a 44 años	238	270	508	4
De 45 a 49 años	216	244	460	4
De 50 a 54 años	192	225	417	3
De 55 a 59 años	176	207	383	3
De 60 a 64 años	151	184	335	3
De 65 a 69 años	165	164	329	3
De 70 a 74 años	116	126	242	2
De 75 a 79 años	91	64	155	1
De 80 a 84 años	38	43	81	1
De 85 a 89 años	9	25	34	0
De 90 a 94 años	2	1	3	0
De 95 a 99 años	1	2	3	0
De 100 años y más	-	2	2	0
<b>Total</b>	<b>5.868</b>	<b>6.260</b>	<b>12.128</b>	<b>100</b>

*Nota.* INEC, CPV Censo 2010

### 8.2.4. Componente Económico Productivo

La mayoría de la población activa se dedica al sector primario tanto en la producción agrícola como ganadera, además como fuente primordial de empleo parte de la comunidad busca desarrollo en el sector secundario como son los oficios de construcción y manufactura, la distribución económica de la parroquia

Pilahuín bajo el censo del 2010 distribuye a la población económicamente activa de la siguiente manera.

**Figura 19**  
*Distribución Poblacional Económicamente Activa*

Rama de actividad	Sexo		Total
	Hombre	Mujer	
1. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	2.267	2.039	4.306
2. Explotación de minas y canteras	4	-	4
3. Industrias manufactureras	72	47	119
4. Electricidad, Gas y Agua	3	1	4
5. Construcción	278	5	283
6. Comercio al por mayor y menor	167	159	326
7. Transporte y almacenamiento	65	3	68
8. Servicios	202	160	362
9. no declarado	150	135	285
10. Trabajador nuevo	51	33	84

*Nota.* INEC, Censo 2010

### 8.2.5. Componente de Asentamientos Humanos

El total de las viviendas existentes en la parroquia de Pilahuín es de 3358 edificaciones de las cuales el 71% son propias y el resto corresponden a arriendo, heredadas o donadas, las tipologías preponderantes de la parroquia se clasifican en tres grupos principalmente. Según el GADPR PILAHUIN, (2015) “En la parroquia, en cuanto al tipo de vivienda, el 71% son casas o villas, el 18% son mediagua, y el 7% son chozas. (p.29) Para una mejor descripción de las viviendas de la parroquia se presenta un resumen en la siguiente tabla.

**Figura 20**  
*Tipo de Vivienda en la Parroquia de Pilahuín*

Tipo de la vivienda	Nº	%
Casa/Villa	3.511	71
Departamento en casa o edificio	51	1
Cuarto(s) en casa de inquilinato	16	0
Mediagua	891	18
Rancho	24	1
Covacha	54	1
Choza	359	7
Otra vivienda particular	31	1
<b>Total</b>	<b>4.937</b>	<b>100</b>

*Nota.* INEC, Censo 2010

Entre la infraestructura que aporta servicios fundamentales para la parroquia se tiene conocimiento que el abastecimiento de servicios básicos es existente pero ineficiente dada que la distribución de estos recursos no alcanza una cobertura total del territorio.

### 8.2.6. Conclusiones del Análisis de la Parroquia Pilahuín

Conocer los componentes de la parroquia de Pilahuín permite tener un mejor acercamiento y análisis de la problemática propuesta, los puntos abordados en este apartado tienen relación con la investigación pues al entender la estructura de la parroquia se puede delimitar las condicionantes que tiene este asentamiento rural.

Una vez realizada esta estimación de información general, se procede a realizar los objetivos con los instrumentos propuestos para el desarrollo de la metodología de investigación, de esta manera se procede a la resolución de los objetivos específicos planteados.

## 8.3. Proceso Metodológico

### 8.3.1. Aplicación del Objetivo Específico 1

Para alcanzar el cumplimiento del objetivo específico 1, se presenta por medio de tablas a manera de resumen los criterios que se abordaron para realizar la búsqueda de información propuesta en el estado del arte el cual gira en tres ejes fundamentales, además de presentar la investigación más relevante para el desarrollo de este trabajo investigativo, Por ultimo a manera de reforzar la investigación se presentara dos entrevistas realizadas a docentes de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Indoamérica que entiendan el valor de la luz natural en la arquitectura.

### 8.3.1.1. Resumen del Estado del Arte

Tabla 3

*Aspectos Fundamentales abordados en el estado del arte.*

Ejes de la investigación	Aporte
<b>Acercamiento Patrimonial</b>	El valor patrimonial, la forma de intervención y su acercamiento contextual de la investigación.
<b>Estrategias de optimización lumínica</b>	Obtención de una luz optima desde el ante proyecto con herramientas digitales, además del análisis de intervención en preexistencia, intervención patrimonial y propuestas económicas y sostenibles
<b>Salud y Bienestar</b>	La luz como un elemento fundamental para el confort, bienestar y salud de las personas que habitan un espacio, su relación salud-espacio-usuario

### 8.3.1.2. Investigación Esencial del Estado del Arte

Tabla 4

*Investigación de mayor aporte para la investigación*

<b>Tema</b>	“Estrategias, sistemas y tecnologías para el uso de luz natural y su aplicación en la rehabilitación de edificios históricos” <sup>a</sup>
<b>Aporte</b>	La contribución de esta investigación es aportar con estrategias de iluminación a edificaciones patrimoniales sin afectar al criterio de conservación, aplicando una reactivación de los espacios por medio de una iluminación natural opcional como es la apertura de vanos cenitales o patios interiores, además de presentar tecnologías que se adapten al patrimonio y que no alteren su funcionalidad, formalidad y estética original, además de prever un análisis del entorno el cual es fundamental para realizar las estrategias de intervención.

*Nota.* <sup>a</sup>Wolff (2014, p. 1).

### 8.3.1.3. Análisis y Resumen de Entrevistas

A continuación, se presenta un análisis de las entrevistas realizadas a arquitectos docentes de la universidad Indoamérica a manera de conversación formal con la intención de comprender de mejor manera el

análisis y desarrollo de esta investigación, la entrevista proporcionada por los docentes es de carácter semiestructurada, esta fue realizada con preguntas abiertas de manera que se pueda obtener información relevante acerca de la influencia de la luz natural en las viviendas rurales.

**Tabla 5**

*Análisis de las entrevistas realizadas a profesionales de la arquitectura Lucía Pazmiño y Luis Llacas*

<b>Tema</b>	<b>Análisis y Aporte en Conjunto de los Arquitectos Entrevistados</b>
Bioclimatismo en la arquitectura	El valor del Bioclimatismo es altísimo en la arquitectura, la relación de las viviendas y el contexto es importante para un adecuado confort, la arquitectura estaría incompleta sin tomar en consideración las características bioclimáticas del entorno inmediato, entendiendo que el aprovechamiento de los recursos naturales del área permite reducir la huella energética de manera considerable.
Valor de la luz natural al interior de las viviendas	El valor de la luz natural al interior es primordial a fin de ser uno de los principales parámetros a considerar al momento del diseño, para ello se debe considerar que este recurso propicia al usuario una habitabilidad confortable y salubre, estabilidad mental y física además de reducir el costo energético.
Condicionantes de diseño a considerar para el aprovechamiento de la luz natural	Es un proceso que se presenta por etapas, en primera instancia se debe realizar un análisis de todas las condicionantes de diseño que se tienen en el sector como son: ubicación geográfica, recorrido solar, ventilación, clima, entorno inmediato entre otros factores que puedan incidir en la edificación. A partir de ello el diseño de formas y volúmenes que aprovechen estas características intrínsecas del lugar donde también se debe considerar la materialidad y cromática del diseño como uno de los pilares fundamentales del proyecto, por último, comprender la dinámica de los usuarios y su relación con el espacio edificable para optimizar los espacios de su interés.



<b>Tema</b>	<b>Análisis y Aporte en Conjunto de los Arquitectos Entrevistados</b>
Estrategias de iluminación en viviendas ya edificadas	Al ser estructuras ya consolidadas la aplicación de estrategias es un poco más complicado dado el costo económico que esta intervención implica, aun así, existen modificaciones que en base a esta cuantificación se pueden realizar. Cambios sencillos en pintura o materialidades de revestimiento aportan significativamente a la intervención de este factor, al acercarse a cambios más significativos en la forma y estructura el costo será mayor entendiendo que la modificación de fachadas o zonificación de espacios establecerá un costo adicional pero resultados significativos a la vez, en conclusión las intervenciones más importantes son: la cromática, iluminación cenital (quinta fachada), modificación de la materialidad de los vanos y por último la implementación de patios interiores o chimeneas de luz.
Estrategias de intervención lumínica para viviendas patrimoniales	Si la intervención en viviendas edificadas es complicada aún más es la intervención en viviendas patrimoniales entendiendo que existen restricciones significativas por cuestiones de conservación y cultura, la intervención aplicada en estos casos dependerá de normativas que calculen el nivel de intervención posible, en casos más comunes las intervenciones que se realizan adoptan cambios en la materialidad de los vanos y la aplicación de los mismos en la quinta fachada además de modificaciones al interior de la edificación convirtiendo a las fachadas en un cascaron que conserva el patrimonio y divide las modificaciones del interior con el exterior.

### 8.3.2. Aplicación del Objetivo Específico 2

Para el cumplimiento del objetivo específico 2 se realizó una delimitación espacial del polígono de estudio, donde por medio de fichas de observación se analizó dos viviendas que cumplan con las características de análisis para el desarrollo de la investigación, además del levantamiento de las mismas para proceder al estudio de la luz en el interior de los espacios arquitectónicos.

#### 8.3.2.1. Polígono de estudio

Para poder determinar el polígono de estudio en cuestión se requirió una revisión de los análisis previos realizados en el sistema de información del patrimonio cultural Ecuatoriano (SIPCE) elaborado por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, el cual determina que en la parroquia de Pilahuín existen dos sectores con las características de viviendas tradicionales las cuales son necesarias para el avance de

esta investigación, por un lado se encuentra el centro histórico de la parroquia y por otro lado el barrio Cuatro Esquinas que es donde se tiene registro de la existencia de viviendas de este índole.

**Figura 21**

*Polígono de estudio Barrio Cuatro Esquinas*



**Nota.** Tomado de Google Maps

El área de estudio se encuentra ubicado en las periferias de la parroquia Pilahuín, dentro de esta delimitación espacial se han seleccionado dos viviendas de carácter tradicional a las cuales se las analizo por medio de fichas de observación para constatar si cumplían con las delimitaciones necesarias para el desarrollo del análisis lumínico.

El estudio presentado a continuación se fomenta en las características primordiales de la vivienda tradicional del sector, para ello se analizó la composición de las viviendas entendiendo que esta se basa en la acumulación de medidas de la vivienda, su distribución, su materialidad, su estado, su orientación y su estructura en cuanto a forma, función y estética.


Este análisis está basado en que todos los criterios que pueden llegar a ser determinantes para el entendimiento de las mismas, los valores obtenidos en este levantamiento de datos generales y fichas de observación son interpretados de manera gráfica para mayor entendimiento de la composición de cada vivienda, además, este material obtenido es de gran ayuda para la digitalización de planos que aportaran a un levantamiento más acertado para el desarrollo de los siguientes objetivos metodológicos que presenta esta investigación.

Las fichas de observación adicionales y los planos de cada vivienda se encuentran en la sección de anexos como elementos de aporte para poder ser analizados y procesados además, de dar constancia y fundamentar esta investigación.

### 8.3.2.2. Análisis Vivienda 1

Figura 22

Ficha de observación de la vivienda 01 propiedad de Isabel Usulle

FICHA DE OBSERVACIÓN DE VIVIENDAS OPTIMAS PARA ANÁLISIS										
INFORMACIÓN DE LAS VIVIENDAS										
Localización		N° Vivienda	1		Régimen de Propiedad		Fotografías generales de la vivienda			
Provincia	Tungurahua	Estado de conservación		Publico						
Parroquia	Pilahuín	Buena	X	Mala	Privado					X
Calle	Cuatro Esquinas	Año Aprox. de Construcción		Uso Actual						
Intersección	S/N	1942		Residencial						X
Altitud	Coordenadas		Oeste 78°43'52"W		Comercial					
3585 msnm			Sur 1°18'07"S		Otros					
ASPECTOS Y TIPOLOGÍAS A EVALUAR										
N° de Pisos	Planta Arquitectónica				Materiales Constructivos para Muro o Pared					
2	Rectangular	Cuadrada	En C	Otras	Piedra	X	Madera	Tapial	Adobe	
	X				Bahareque	X	Bloque	Ladrillo	Otros	
N° de Espacios Arquitectónicos	Materialidad de la Cubierta		Tipo de Cubierta		Material del Sist. Estructural		Acabados de Mampostería			
	Teja Artesanal		Tres Aguas		Muro Piedra y Col. de Madera		Enlucido			
4	Acabado de Piso		Materialidad de ventanas		Material de Puertas		Elementos Adicionales			
	Cemento Visto		Vidrio y Madera		Madera		Ninguno			
ELEMENTOS EN FACHADAS					ORIENTACIÓN DE LA VIVIENDA (FACHADAS)					
	Frontal	Posterior	Lat. Izquierda	Lat. Derecha	Frontal	Posterior	Lat. Izquierda	Lat. Derecha		
N° de Puertas	1	1	2	0	noreste	suroeste	sur	norte		
N° de Ventanas	1	1	3	0	Análisis Global Tipológico: Elementos Estructurales Mixtos					

Análisis e interpretación de resultados obtenidos del levantamiento de medidas

#### Espacios arquitectónicos

Por medio de representaciones gráficas se detallará los porcentajes que corresponden a cada elemento dentro de toda la composición de la vivienda.

Tabla 6

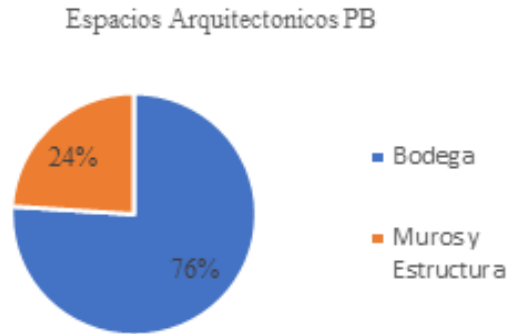
Porcentajes de ocupación total de la vivienda 1 planta baja

#### Espacios Arquitectónicos Planta Baja

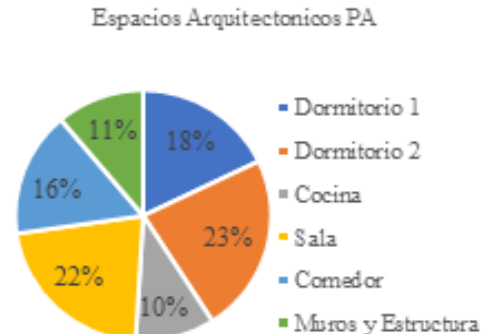
Elemento	m2	%
Bodega	54,09	76%
Muros y Estructura	17,03	24%
<b>Total</b>	<b>71,12</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Ocupación de cada elemento que compone la vivienda Planta Baja

**Figura 23**  
Referencia gráfica Tabla 6



**Figura 24**  
Referencia gráfica Tabla 7



**Tabla 7**  
Porcentajes de ocupación total de la vivienda 01 planta baja

Espacios Arquitectónicos Planta Alta		
Elemento	m2	%
Dormitorio 1	15,36	18%
Dormitorio 2	19,78	23%
Cocina	8,64	10%
Sala	18,72	22%
Comedor	13,86	16%
Muros y Estructura	9,57	11%
<b>Total</b>	<b>85,93</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Ocupación de cada elemento que compone la vivienda Planta Alta

## Conclusión

Se determina que la composición de la vivienda en cuanto a distribución espacial no es la correcta ni óptima para su buen funcionamiento, los dormitorios están sobredimensionados con respecto al resto de la vivienda. Además, el porcentaje existente a lo que se refiere a muros y estructura es alto en consideración a la cantidad de espacios dentro de la vivienda.

## Análisis de la envolvente

Por medio de este análisis se detalla el porcentaje y la relación que existen entre los componentes de las fachadas o envolventes.

**Tabla 8**

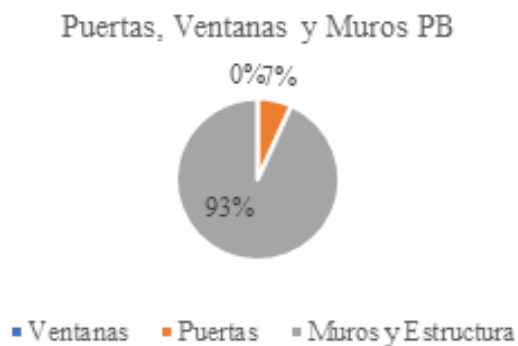
*Elementos que conforman la envolvente Planta Baja*

Puertas, Ventanas y Muros PB		
Elemento	m2	%
Ventanas	0	0%
Puertas	2,42	7%
Muros y Estructura	33,51	93%
<b>Total</b>	<b>35,93</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Ocupación de cada elemento en la envolvente Planta Baja

**Figura 25**

*Referencia gráfica Tabla 8*



**Tabla 9**

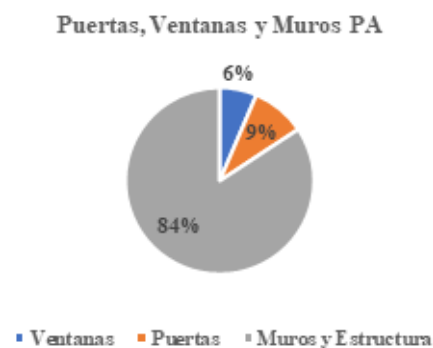
*Elementos que conforman la envolvente Planta alta*

Puertas, Ventanas y Muros PA		
Elemento	m2	%
Ventanas	7,88	6%
Puertas	11,52	9%
Muros y Estructura	104,35	84%
<b>Total</b>	<b>123,75</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Ocupación de cada elemento en la envolvente Planta Alta

**Figura 26**

*Referencia gráfica Tabla 9*



### Conclusión

La relación entre muros y vanos es deficiente entendiendo que el porcentaje de muros es alto con respecto a los vanos que conforman la envolvente, esta determinante está prevista por el sistema estructural con el que está elaborado la vivienda

### 8.3.2.3. Análisis Vivienda 2

Figura 27

Ficha de observación de la vivienda 2 propiedad de Telmo Montesdeoca

FICHA DE OBSERVACIÓN DE VIVIENDAS OPTIMAS PARA ANÁLISIS										
INFORMACIÓN DE LAS VIVIENDAS										
Localización		N° Vivienda		2		Régimen de Propiedad		Fotografías generales de la vivienda		
Provincia	Tungurahua	Estado de conservación		Publico						
Parroquia	Pilahuín	Buena	X	Mala	Privado	X				
Calle	Cuatro Esquinas	Año Aprox. de Construcción		Uso Actual						
Intersección	S/N	1953		Residencial		X				
Altitud	Coordenadas	Oeste	78°43'44"W		Comercial					
3376 msnm		Sur	1°18'05"S		Otros					
ASPECTOS Y TIPOLOGÍAS A EVALUAR										
N° de Pisos	Planta Arquitectónica				Materiales Constructivos para Muro o Pared					
1	Rectangular	Cuadrada	En C	Otras	Piedra	Madera	Tapial	Adobe		
		X			Bahareque	X	Bloque	Ladrillo	Otros	
N° de Espacios Arquitectónicos	Materialidad de la Cubierta		Tipo de Cubierta		Material del Sist. Estructural		Acabados de Mampostería			
	Teja Artesanal		Cuatro Aguas		Columnas de Madera		Enlucido			
3	Acabado de Piso		Materialidad de ventanas		Material de Puertas		Elementos Adicionales			
	Cemento Visto		Vidrio y Madera		Madera		Ninguno			
ELEMENTOS EN FACHADAS					ORIENTACIÓN DE LA VIVIENDA (FACHADAS)					
	Frontal	Posterior	Lat. Izquierda	Lat. Derecha	Frontal	Posterior	Lat. Izquierda	Lat. Derecha		
N° de Puertas	2	0	0	1	noreste	suroeste	sur	norte		
N° de Ventanas	0	1	0	1	Análisis Global Tipológico: Ninguno					

Análisis e interpretación de resultados obtenidos del levantamiento de medidas

#### Espacios arquitectónicos

Por medio de representaciones gráficas se detallará los porcentajes que corresponden a cada elemento dentro de toda la composición de la vivienda.

Tabla 10

Porcentajes de ocupación total de la vivienda 2 planta baja

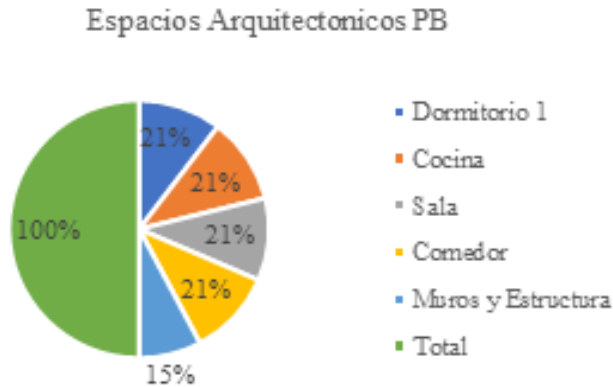
#### Espacios Arquitectónicos Planta Baja

Elemento	m2	%
Dormitorio 1	18,14	21%
Cocina	18,83	21%
Sala	18,14	21%
Comedor	18,83	21%
Muros y Estructura	13,55	15%
<b>Total</b>	<b>87,87</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Ocupación de cada elemento que compone la vivienda Planta Baja

Figura 28

Referencia gráfica Tabla 10



### Conclusión

Se determina que la composición de la vivienda en cuanto a distribución espacial es homogénea pero no es la correcta ni óptima para su buen funcionamiento entendiendo que la distribución de la vivienda permite zonificar de mejor manera los espacios arquitectónicos, el dormitorio y la cocina están sobredimensionados con respecto al resto de la vivienda.

### Análisis de la envolvente

Por medio de este análisis se detalla el porcentaje y la relación que existen entre los componentes de las fachadas o envolventes.

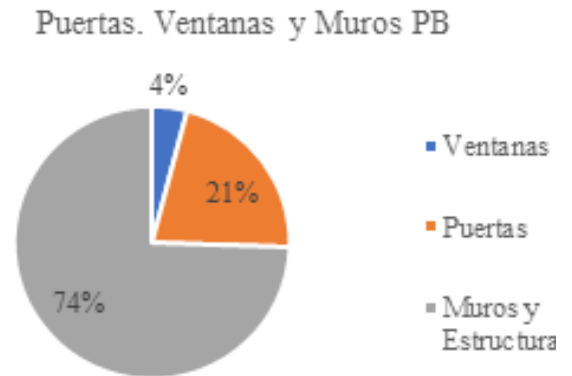
Tabla 11

Elementos que conforman la envolvente Baja

Puertas. Ventanas y Muros PB		
Elemento	m2	%
Ventanas	2,08	4%
Puertas	10,8	21%
Muros y Estructura	37,6	74%
<b>Total</b>	<b>50,48</b>	<b>100%</b>

Figura 29

Referencia gráfica Tabla 11



### Conclusión

La relación entre muros y vanos es deficiente entendiendo que el porcentaje de muros es alto con respecto a los vanos que conforman la envolvente, esta determinante está prevista por el sistema estructural con el que está elaborado la vivienda.

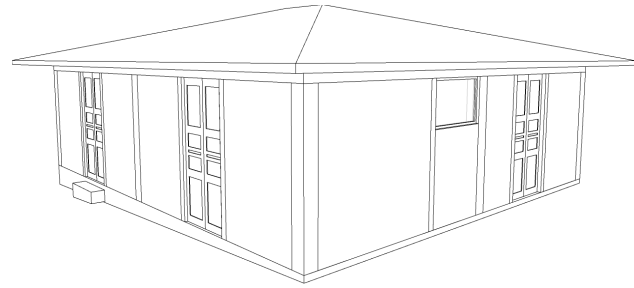
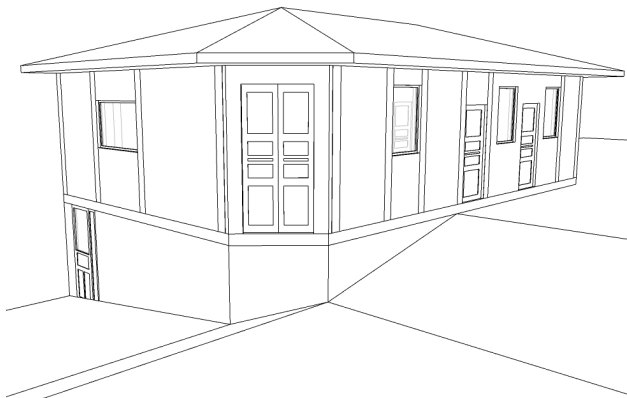
### 8.3.3. Aplicación del Objetivo Específico 3

Para el cumplimiento del objetivo específico 3, se realiza el modelado isométrico de las dos viviendas de análisis a fin de poder generar un diagnóstico lumínico al interior de las mismas por medio del programa Velux, a partir de ellos se analiza la interacción de la luz en fechas y horas críticas entendiendo el comportamiento de oscilación del globo terráqueo, por último se procede a presentar una comparativa de los datos arrojados por el programa con normativas vigentes para entender el estado de las viviendas.

#### 8.3.3.1. Modelado Isométrico

Para poder generar el análisis lumínico de las viviendas es necesario representar las edificaciones en su forma volumétrica por medio de un software que tenga relación con el programa Velux entendiendo que la luz interactúa con planos volúmenes y formas.

**Figura 30**  
*Volumetría isométrica de las viviendas de análisis*



**Nota.** Reinterpretación de las viviendas de análisis necesarias para el análisis lumínico

Al realizar el levantamiento volumétrico de las viviendas se procede a darles las materialidades correspondientes que previamente fueron datados por medio de las fichas de observación a cada uno de sus elementos constructivos para tener un acercamiento más acertado al análisis de la luz

**Figura 31**  
*Materialidad de las viviendas de análisis*







**Nota.** Reinterpretación de la materialidad de las viviendas de análisis necesarias para el análisis lumínico.

Una vez realizadas las correspondientes modificaciones se procede a exportar las viviendas al programa Velux para su respectivo análisis donde se le da su orientación correspondiente a fin de representar con veracidad el recorrido e interacción de la luz en las mismas.

### 8.3.3.2. Simulación y Datos

Las simulaciones en el programa Velux correspondientes a cada vivienda se realiza en base a dos fechas fundamentales, la una en el solsticio de verano 21 de junio, y la otra en el solsticio de invierno 21 de diciembre, en las cuales la oscilación del globo terráqueo es máxima lo cual permite entender la interacción de la luz con las edificaciones de mejor manera y así poder promediar su relación con las viviendas durante todo el año.

A más de ello esta simulación se realiza en tres horas específicas del día, donde dada los grados de inclinación del planeta con respecto al sol se podrá en-

tender cómo incide el recorrido solar sobre las casas, estas horas será: en la mañana 9:00 am, al medio día 12:00 pm y por la tarde a las 3:00 pm dado que estas horas son propicias para el análisis.

Por último, para generar el diagnóstico de las viviendas se procede a realizar una comparativa con los estándares lumínicos proporcionados por la normativa ecuatoriana de construcción NEC-HS-EE, 2018 presentada a continuación.

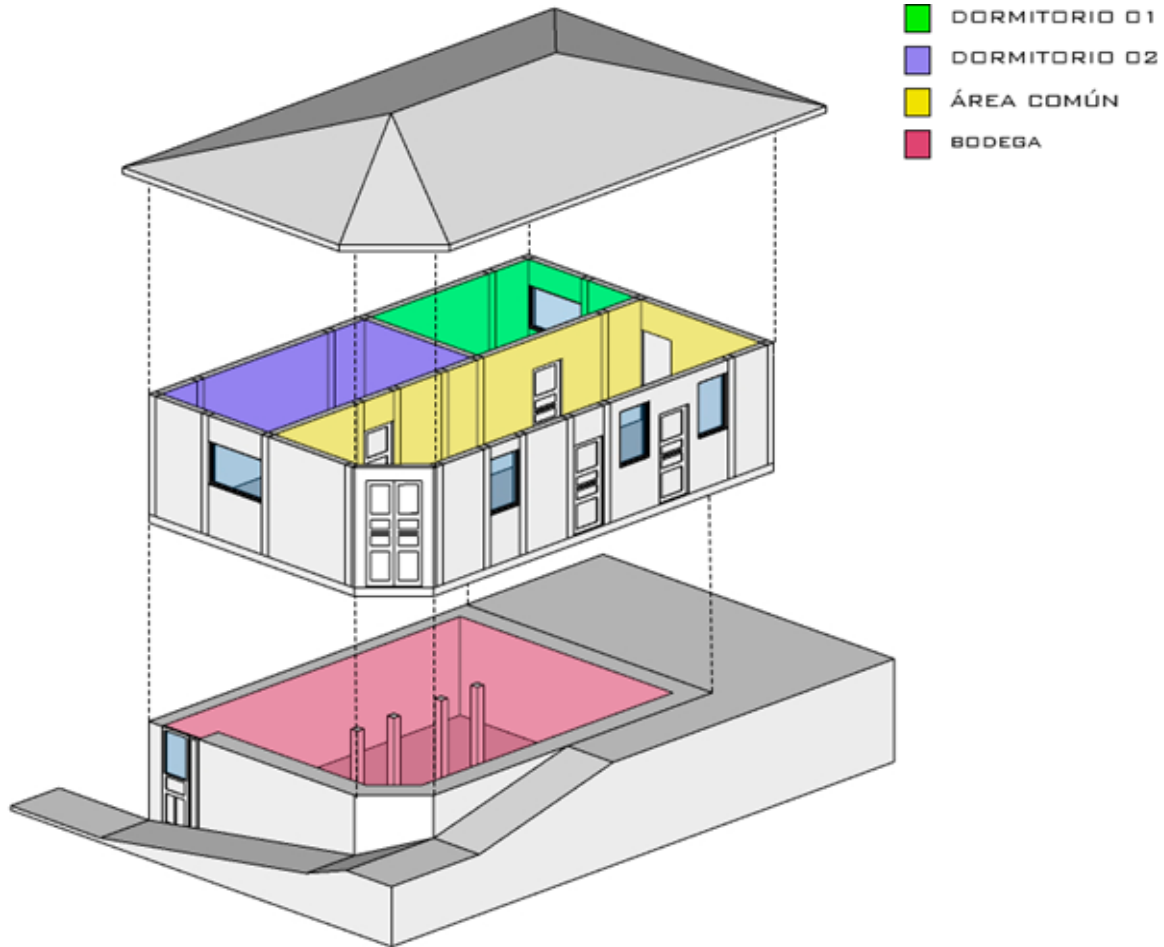
**Tabla 12**  
*Niveles mínimos de iluminación al interior de la vivienda*

<b>Niveles mínimos de iluminación al interior de la vivienda</b>			
Áreas	Mínimo (LUX)	Recomendado (Lux)	Optimo (LUX)
Dormitorios	100	150	200
Cuarto de aseo/ Baño	100	150	200
Cuarto de estar/ Sala	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuarto de estudio	300	500	750
Circulación y pasillo	50	100	150
Escaleras, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200

**Nota.** Los valores presentados son medidos en el centro de cada área a una altura del piso de 60cm, Elaborado por Ministerio de desarrollo urbano y vivienda NEC (2018). Valores mínimos de Iluminación.

### 8.3.3.2.1. Vivienda 1

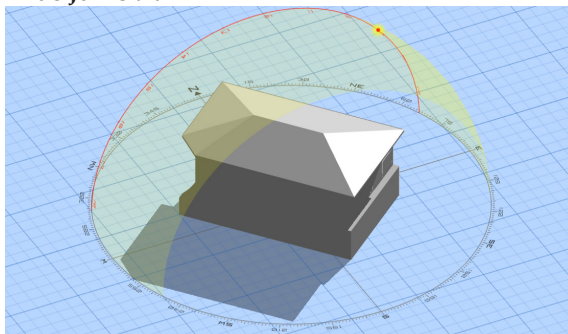
Figura 32  
Zonificación de la vivienda 01



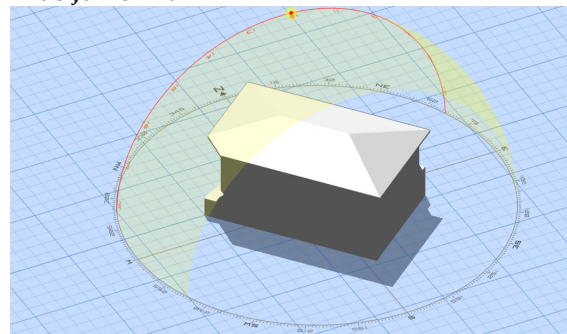
*Nota.* Distribución espacial para el entendimiento de las simulaciones posteriores

Figura 33  
Interpretación gráfica de la interacción solar vivienda 01

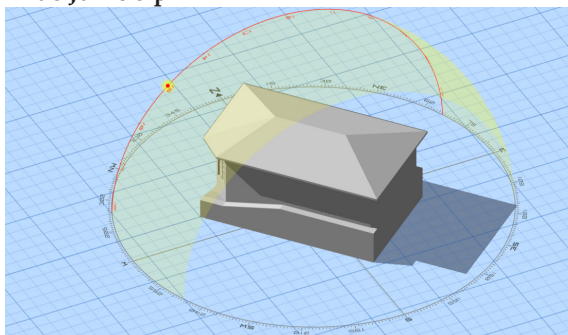
21 de Junio 9 am



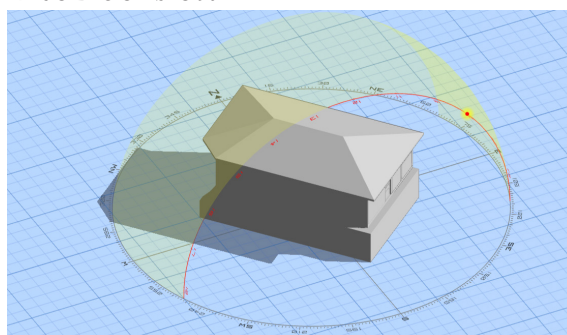
21 de Junio 12 am



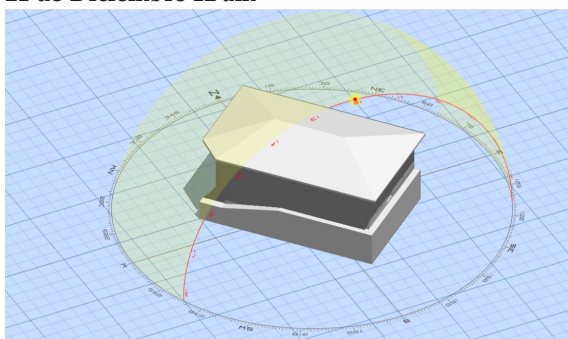
21 de Junio 3 pm



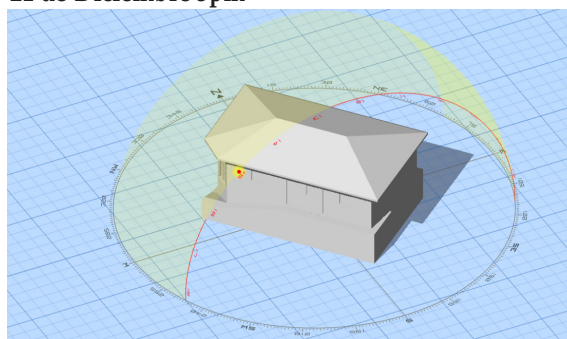
21 de Diciembre 9 am



21 de Diciembre 12 am



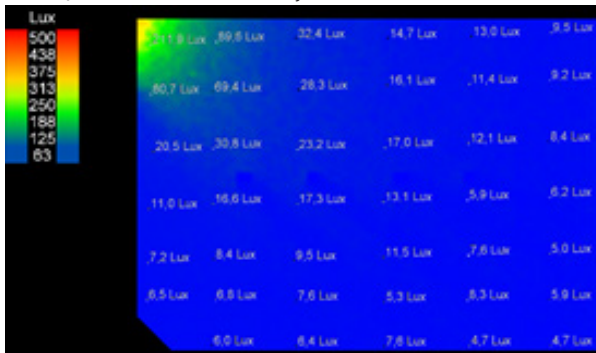
21 de Diciembre 3 pm



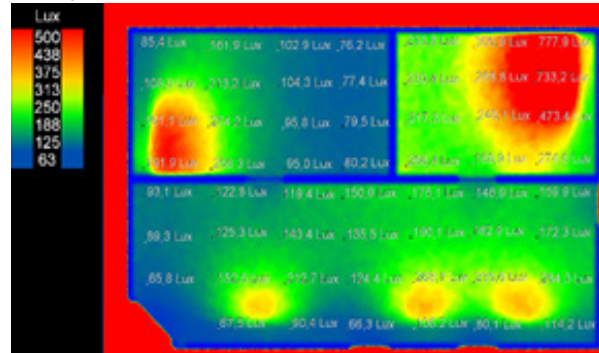
**Nota.** El recorrido solar está dispuesto en cada una de las fechas de análisis.

## Simulación a través del programa Velux Vivienda 01

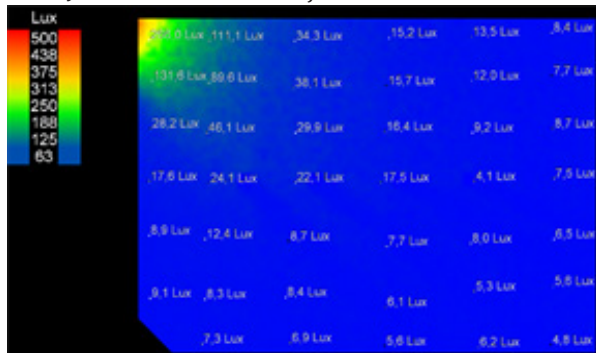
21 de Junio 9 am Planta Baja



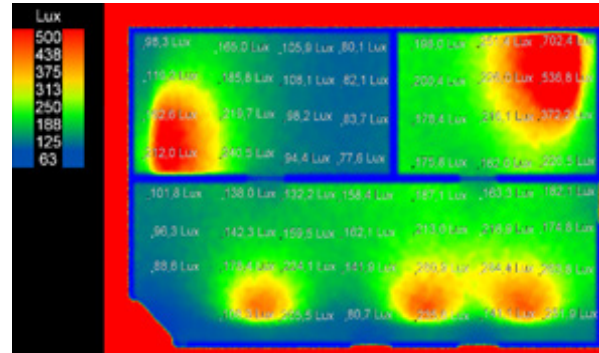
21 de Junio 9 am Planta Alta



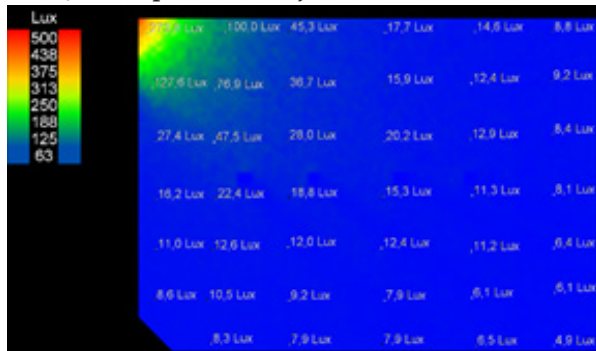
21 de Junio 12 am Planta Baja



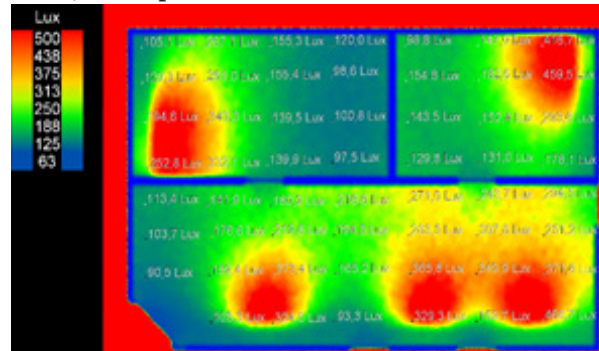
21 de Junio 12am Planta Alta



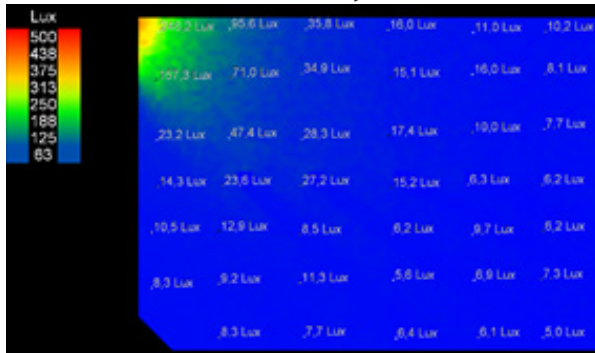
21 de Junio 3 pm Planta Baja



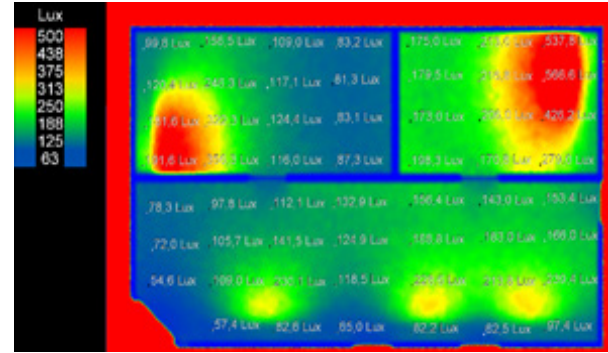
21 de Junio 3 pm Planta Alta



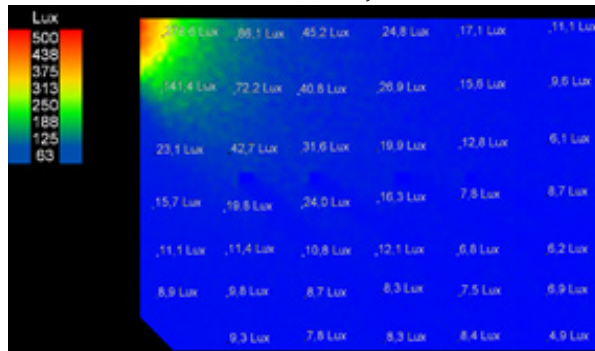
21 de Diciembre 9 am Planta Baja



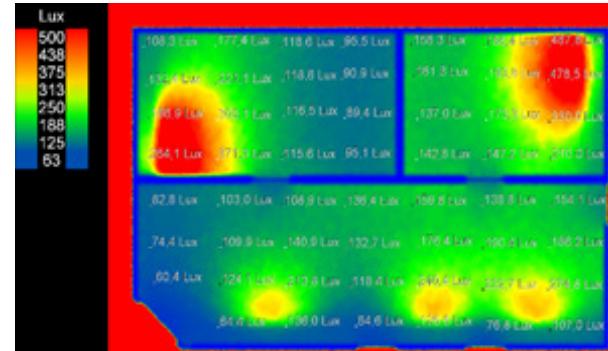
21 de Diciembre 9 am Planta Alta



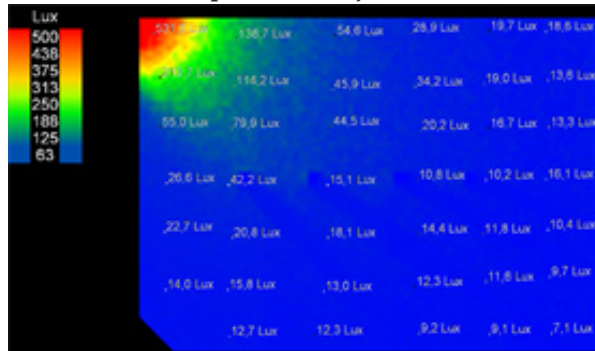
21 de Diciembre 12 am Planta Baja



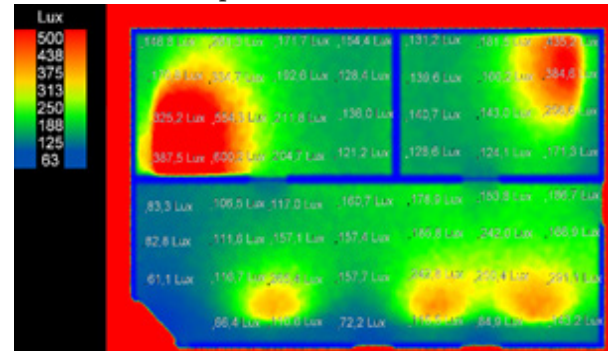
21 de Diciembre 12 am Planta Alta



21 de Diciembre 3 pm Planta Baja



21 de Diciembre 3 pm Planta Alta



**Figura 34**  
Vivienda 01 análisis lumínico en las fechas propuestas (medida lux)

Resultados de la simulación vivienda 01						
9:00 a. m.	jun-21			dic-21		
Área	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Bodega	19,43	0	318,54	22,34	0	396,07
Dormitorio 01	400,21	184,26	1085,21	309,63	147,97	811,82
Dormitorio 02	157,96	65,05	514,11	172,55	68,84	612,52
Sala, Comedor, Cocina	176,27	56,44	351,04	158,95	45,79	322,23
12:00 a. m.	jun-21			dic-21		
Área	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Bodega	21,07	0	396,61	25,65	0	461,9
Dormitorio 01	314,67	145,58	941,41	256,19	118,28	698,55
Dormitorio 02	173,44	68,74	594,31	196,06	73,57	706,82
Sala, Comedor, Cocina	204,91	60,93	475,06	167,93	48,86	375,16
3:00 p. m.	jun-21			dic-21		
Área	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Bodega	23	0	453,27	36,44	0	754,43
Dormitorio 01	231,68	113,51	652,38	210,94	108,6	554,45
Dormitorio 02	209,23	79,23	665,12	301,31	112,36	1120,68
Sala, Comedor, Cocina	286,84	71,96	692,53	191,02	56,5	424,21

*Nota.* Datos recabados del programa Velux

Tras realizar el análisis lumínico en las horas y fechas propuestas como delimitantes características por la oscilación del planeta y la interacción con el recorrido solar, se puede determinar que los valores en cada espacio de la vivienda varían según la ubicación del sol en el día, esto según la ubicación de los elementos de la envolvente, los espacios que conforman la arquitectura de la casa, la dimensión de esta espacialidad como también la dirección hacia donde apunta la vivienda con respecto al norte.

Frente a esta interacción se puede determinar que la relación del sol con la vivienda presenta dos características de análisis fundamentales como son, el deslumbramiento y el déficit lumínico al interior, criterio que está resuelto tras la revisión de los estándares lumínicos óptimos según la NEC, para un mejor entendimiento se realiza una comparativa de la normativa con los valores arrojados por el programa.

Figura 35  
Comparativa Vivienda 01 y la NEC (medida lux)

Comparativa De La Iluminación Promedio De La Vivienda Con Respecto A La NEC					
9:00 a. m.	jun-21	dic-21	NEC		
Área	Promedio	Promedio	Optimo	Recomendado	Mínimo
Bodega	19,43	22,34	200	150	100
Dormitorio 01	400,21	309,63	200	150	100
Dormitorio 02	157,96	172,55	200	150	100
Sala, Comedor, Cocina	176,27	158,95	Sala 500/ Cocina 200	Sala 300/ Cocina 150	Sala 200/ Cocina 100
12:00 a. m.	jun-21	dic-21			
Área	Promedio	Promedio			
Bodega	21,07	25,65	200	150	100
Dormitorio 01	314,67	256,19	200	150	100
Dormitorio 02	173,44	196,06	200	150	100
Sala, Comedor, Cocina	204,91	167,93	Sala 500/ Cocina 200	Sala 300/ Cocina 150	Sala 200/ Cocina 100
3:00 p. m.	jun-21	dic-21			
Área	Promedio	Promedio			
Bodega	23	36,44	200	150	100
Dormitorio 01	231,68	210,94	200	150	100
Dormitorio 02	209,23	301,31	200	150	100
Sala, Comedor, Cocina	286,84	191,02	Sala 500/ Cocina 200	Sala 300/ Cocina 150	Sala 200/ Cocina 100
	Deslumbramiento		Déficit Lumínico		

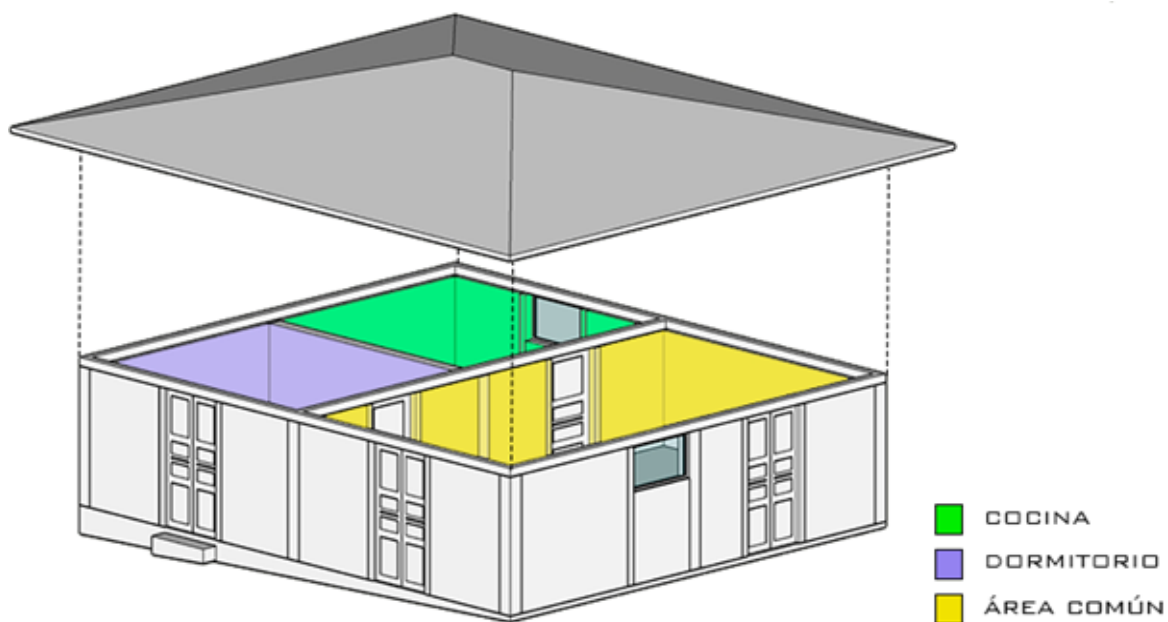
*Nota.* Datos recabados del programa Velux y de la NEC

### Conclusión

Bajo esta comparativa se puede determinar que los espacios de necesaria intervención son la Bodega por su déficit lumínico durante todo el año, además del dormitorio 01 que presenta gran parte del tiempo deslumbramiento al interior, por último, hacer una mínima intervención en el área común comprendida por la sala, comedor y cocina debido a que consta con los valores mínimos recomendados por la NEC.

### 8.3.3.2.2. Vivienda 02

**Figura 36**  
*Zonificación de la vivienda 02*



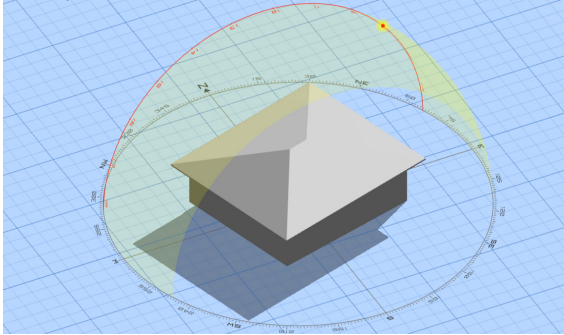
*Nota.* Distribución espacial para el entendimiento de las simulaciones posteriores



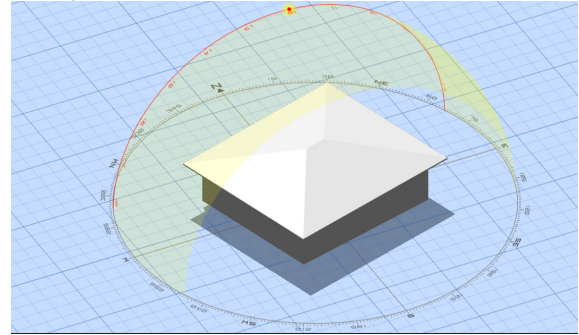
Figura 37

Interpretación gráfica de la interacción solar vivienda 02

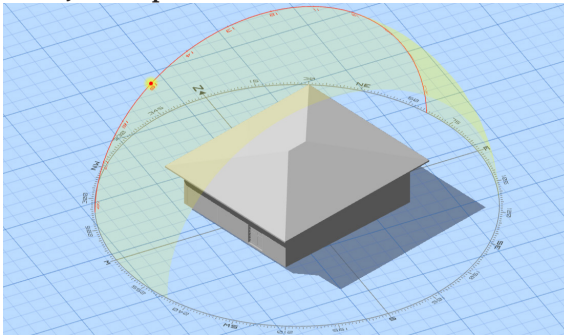
21 de Junio 9 am



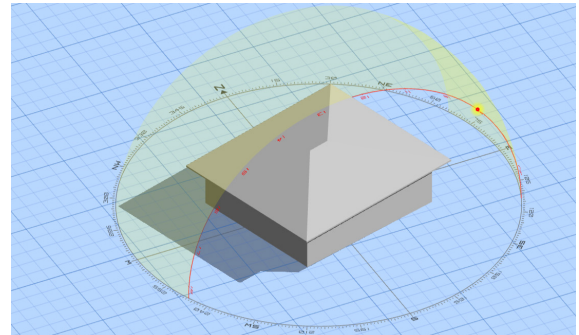
21 de Junio 12 am



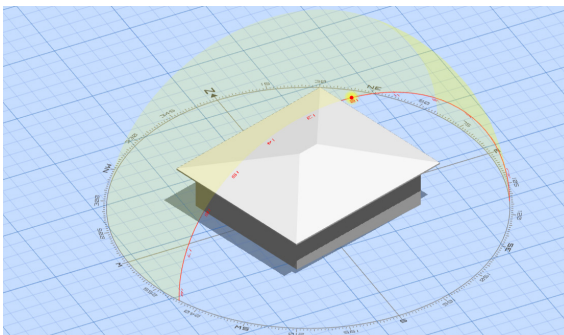
21 de Junio 3 pm



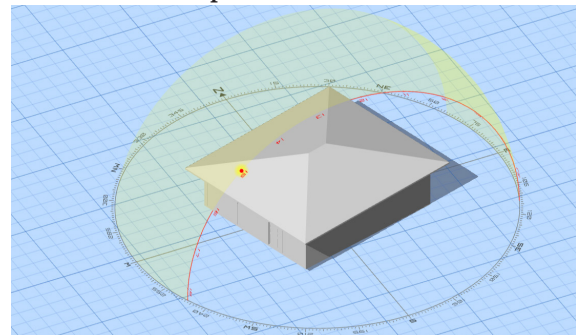
21 de Diciembre 9am



21 de Diciembre 12 am



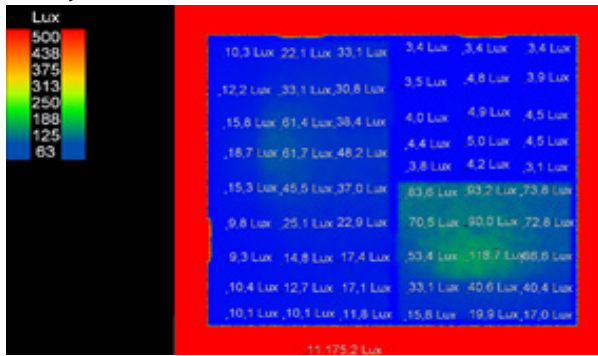
21 de Diciembre 3pm



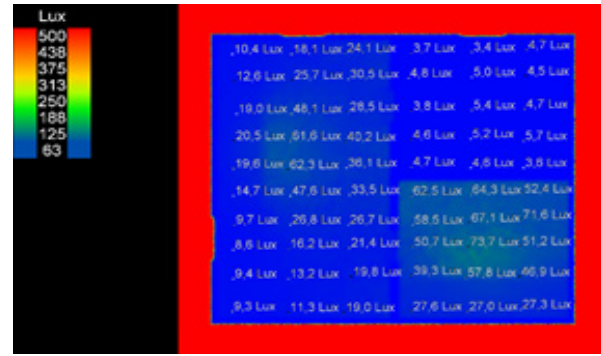
**Nota.** El recorrido solar está dispuesto en cada una de las fechas de análisis.

## Simulación a través del programa Velux Vivienda 02

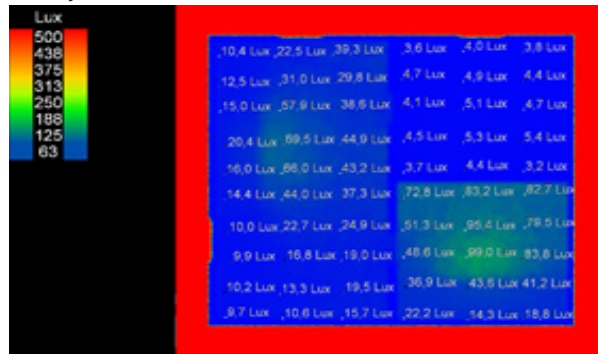
21 de Junio 9 am



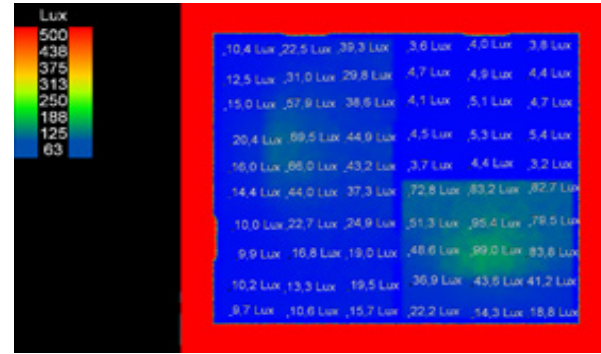
21 de Diciembre 9 am Planta Alta



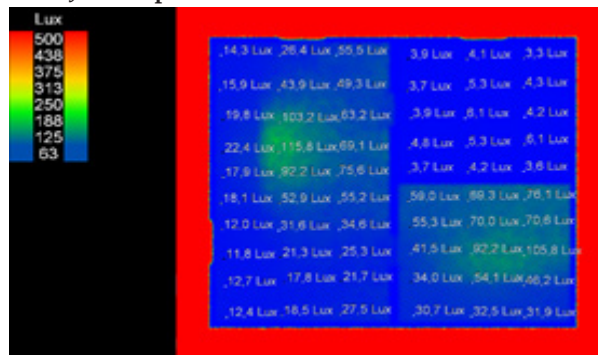
21 de Junio 12 am



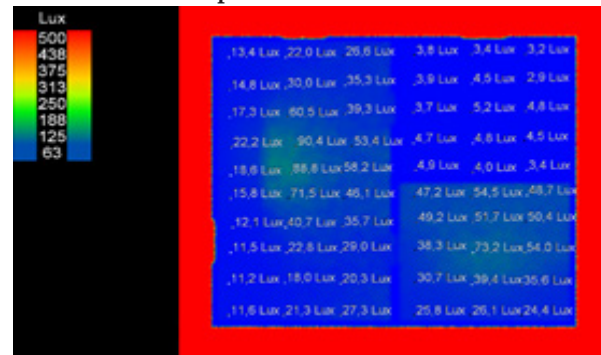
21 de Diciembre 12am Planta Alta



21 de Junio 3 pm



21 de Diciembre 3 pm Planta Alta



**Figura 38**  
Vivienda 02 análisis lumínico en las fechas propuestas (medida lux)

Resultados de la simulación vivienda 02						
9:00 a. m.	jun-21			dic-21		
Área	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Cocina	80,81	27,99	170,76	61,79	23,96	110,81
Dormitorio	4,41	4,39	2,93	4,14	2,54	9,38
Sala, Comedor	29,35	6,42	86,38	28,88	5,91	79,74
12:00 p. m.	jun-21			dic-21		
Área	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Cocina	77,03	28,14	141,88	59,39	22,78	110,78
Dormitorio	4,65	2,99	7,86	4,29	2,58	7,98
Sala, Comedor	32,79	9,23	104,44	30,99	6,51	92,95
3:00 p. m.	jun-21			dic-21		
Área	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Cocina	71,67	27,03	132,82	56,77	22,85	101,48
Dormitorio	4,64	2,8	7,19	4,26	2,72	6,4
Sala	46,49	8,41	167,89	39,06	8,52	120,67

*Nota.* Datos recabados del programa Velux

El análisis lumínico realizado a la vivienda 02 bajo los criterios mencionados anteriormente que datan la información de las fechas y horas de análisis determinan que la relación de la vivienda con el sol es diferente en cada solsticio, aun así, la variación de los valores en las fechas diferentes no es tan considerable, esto dado que la orientación de la casa con respecto al norte permite que los elementos de la envolvente tengan una relación equilibrada en las diferentes fechas de selección.

Bajo esta interacción de la luz natural con la vivienda se puede determinar que la característica de análisis que se presenta en las espacialidades de toda la edificación es un déficit lumínico constante, criterio que está resuelto tras la revisión de los estándares lumínicos óptimos según la NEC, para un mejor entendimiento se realizara una comparativa de la normativa con los valores arrojados por el programa.

Figura 39  
Comparativa Vivienda 02 y la NEC (medida lux)

Comparativa de la iluminación promedio de la vivienda con respecto a la NEC					
9:00 a. m.	jun-21	dic-21	NEC		
Área	Promedio	Promedio	Óptimo	Recomendado	Mínimo
Cocina	4,41	4,14	200	150	100
Dormitorio 01	80,81	61,79	200	150	100
Sala, Comedor	29,35	28,88	500	300	200
12:00 a. m.	jun-21	dic-21			
Área	Promedio	Promedio			
Cocina	4,65	4,29	200	150	100
Dormitorio 01	77,03	59,39	200	150	100
Sala, Comedor	32,79	30,99	500	300	200
3:00 p. m.	jun-21	dic-21			
Área	Promedio	Promedio			
Cocina	4,64	4,26	200	150	100
Dormitorio 01	71,67	56,77	200	150	100
Sala, Comedor	46,49	39,06	500	300	200
Deslumbramiento			Déficit Lumínico		

Nota. Datos recabados del programa Velux

## Conclusión

Tras realizar la comparativa de los valores obtenidos en la vivienda con respecto a los estándares establecidos por la NEC se puede determinar que la vivienda sufre de un déficit lumínico constante en todas las espacialidades que la componen, los valores de análisis con respecto a los estándares establecidos diagnostican que la vivienda no cumple siquiera con los estándares mínimos necesarios, para ello es recomendado realizar una intervención en todas las áreas que contemplan la vivienda a fin de proporcionar este recurso natural al interior de cada espacio.

#### 8.3.4. Aplicación del Objetivo Especifico 4

Para el cumplimiento del objetivo específico 4, se realizará intervenciones en el modelado isométrico de las dos viviendas de análisis a fin de poder generar estrategias que brinden un alcance lumínico óptimo al interior de las edificaciones, a partir de ellos se analiza la interacción de la luz en fechas y horas críticas ya establecidas con anterioridad, por último se procede a presentar una comparativa de los datos arrojados por el programa con normativas vigentes (NEC) para entender el cambio de estado en las viviendas.

Para la aplicación de estrategias en las viviendas se tiene que conocer los fenómenos que se presentan al interior de las mismas, bajo los resultados alcanzados en el análisis de las edificaciones se identifica que se producen dos características de intervención como son el deslumbramiento y el déficit lumínico.

A partir de estas resoluciones se tiene que tomar en cuenta estrategias de intervención que vayan acorde al contexto de las edificaciones de análisis, entendiendo que estas viviendas están adaptadas a un contexto urbano y son parte histórica- cultural de la zona, por lo cual su intervención tiene que adaptarse al ornamento tanto de la vivienda como al de su entorno inmediato.

Para ello se busca adaptar estrategias que apliquen a estos criterios de cuidado patrimonial y cultural, además de ser coherentes con la viabilidad en la intervención de las viviendas a manera de formular propuestas que tengan factibilidad y sean de alcance.

Las estrategias de intervención disponibles planteadas a continuación son descritas por su nivel de intervención en cuanto a los cambios establecidos en las viviendas, desde un punto muy superficial hasta intervenciones tan profundas como cambio de la composición arquitectónica de la edificación.

#### **Referencia para intervención ante el Déficit Lumínico:**

- Cambio en la materialidad y tonalidad de los componentes arquitectónicos, buscar materiales que presenten mayor reflectancia y transmitancia de la luz.
- Cambio en el tamaño y disposición de las ventanas como aumentar el tamaño de los vanos o redistribuir los vanos para un mejor ingreso de luz.
- Apertura de vanos en los envolventes que conforman la vivienda.
- Intervenciones en la quinta fachada por medio de claraboyas, tetinas, zócalos de iluminación natural o conductos reflectantes.
- Despeje de elementos alrededor de las edificaciones que interfieran con el paso de la luz.
- Redistribución de las espacialidades al interior de las viviendas como aplicación de patios al interior.

### Referencia para intervención ante el Deslumbramiento:

- Cambio en la materialidad y tonalidad de los componentes arquitectónicos, buscar materiales que sean más opacos con texturas que impidan la reflectancia de la luz como también aplicar cristales más opacos que irrumpen con la transmitancia de este factor.
- Cambio en el tamaño y disposición de las ventanas reduciendo el tamaño del vano y su ubicación
- Colocación de elementos adicionales en los vanos para obstruir el paso de la luz como corta soles, persianas o puertas adicionales a las ventanas
- Cierre de vanos en los envolventes que conforman la vivienda.
- Aplicación de elementos alrededor de las edificaciones que interfieran con el paso de la luz por ejemplo vegetación.

#### 8.3.4.1. Propuesta Vivienda 01

##### Estrategias para un alcance óptimo de iluminación natural al interior

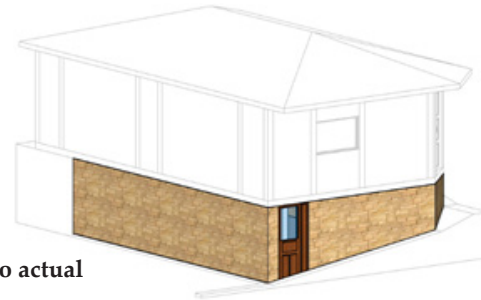
Tras las resultantes obtenidas en la vivienda 01 y entendiendo los métodos de intervención para una iluminación óptima al interior de la vivienda, se procede a determinar estrategias para cada uno de los espacios que necesitan de un cambio a manera de poder alcanzar una iluminación natural óptima o recomendada, dentro de este análisis se procede a actuar bajo criterios que sean viables entendiendo el contexto cultural y los recursos disponibles.

**BODEGA:** En la bodega al tener la problemática de un déficit lumínico excesivo durante todo el año se realizará los siguientes cambios:

1. Cambio en la materialidad de la puerta de acceso de madera a cristal con las respectivas protecciones.
2. Dado que la envolvente de la planta baja es parte del sistema estructural se propone la inclusión de pequeños vanos intercalados de 80 x 100 cm que no debiliten la estructura existente, la colocación de estas aperturas se realiza al costado de la vivienda la cual no es considerada una fachada importante de la vivienda.

**Figura 40**

*Propuestas estratégicas en bodega*



Estado actual



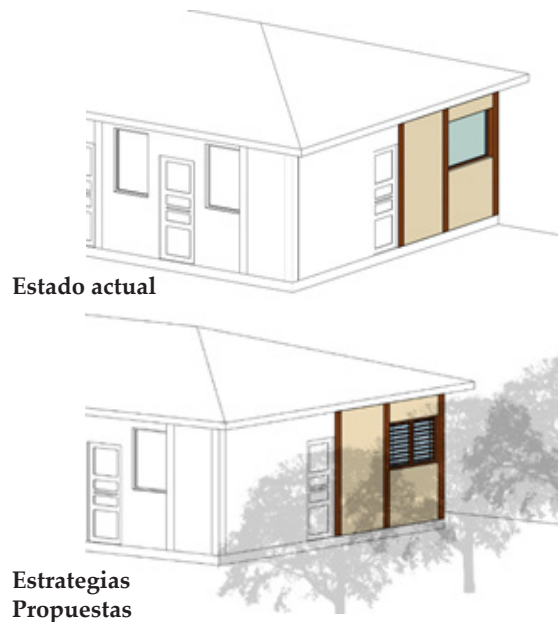
Estrategias Propuestas

*Nota. Aplicación de nuevos vanos y cambio de materialidad de la puerta*

**DORMITORIO:** En el dormitorio 01 al existir la problemática de un deslumbramiento excesivo se realiza los siguientes cambios:

1. Colocación de protección en las ventanas con diseño de manera en forma de corta soles que se acoplen al ornamento de la vivienda y al contexto cultural.
2. Colocar vegetación frondosa de 2,50m de alto y 1,50m de diámetro frente al dormitorio a una distancia de 5,00 m en áreas que sean disponibles.

**Figura 41**  
*Propuestas estratégicas en dormitorio 01*



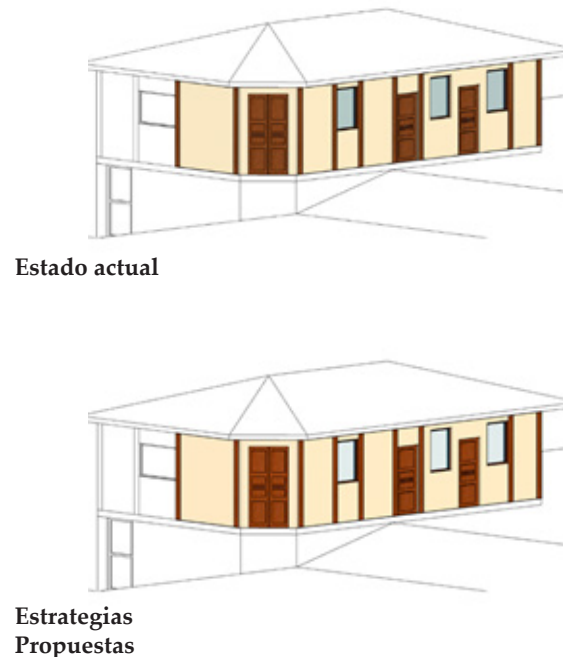
**Nota.** Aplicación de protecciones (corta soles) en la ventana e implantación de vegetación frente al dormitorio 01

### ÁREA COMÚN:

En el área común comprendida por sala, comedor y cocina se encontró una deficiencia lumínica mínima para lo cual la intervención a realizarse será:

1. Cambio de cristalería en ventanas para una mejor transmitancia de luz al interior de la vivienda.

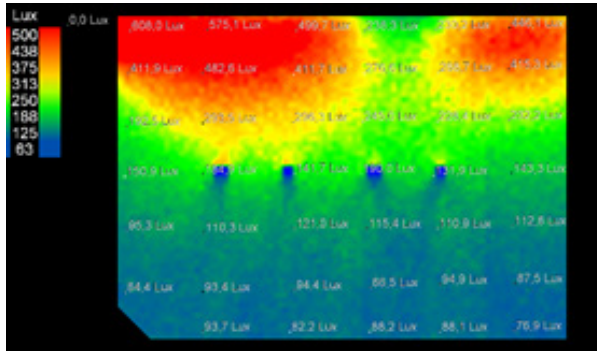
**Figura 42**  
*Propuestas estratégicas en área común*



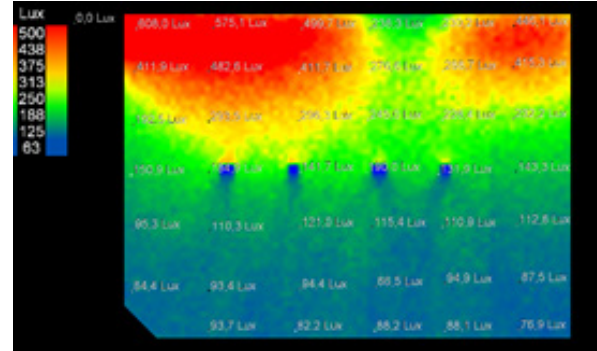
**Nota.** Cambio de cristal opaco por uno que permita mayor transmitancia lumínica al interior

### 8.3.4.1.1. Simulación y datos de las estrategias propuestas en vivienda 01

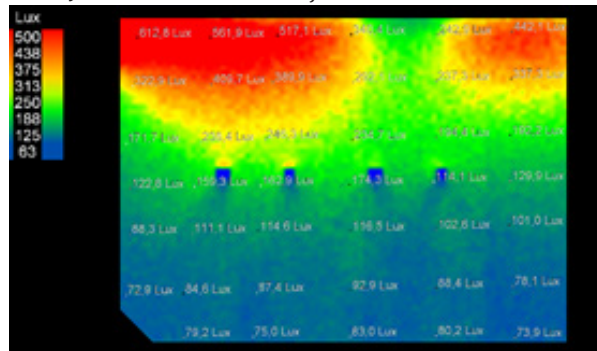
21 de Junio 9 am Planta Baja



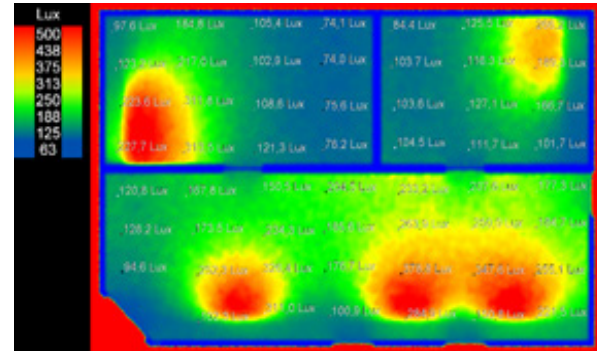
21 de Junio 9 am Planta Alta



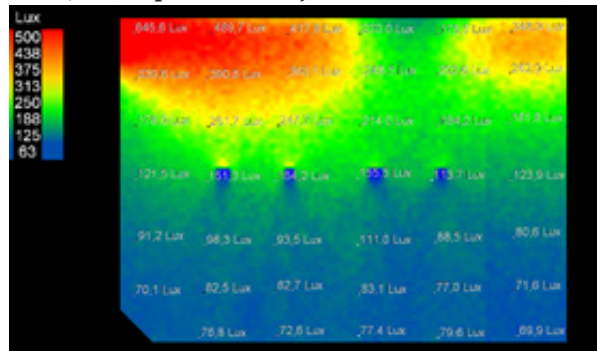
21 de Junio 12 am Planta Baja



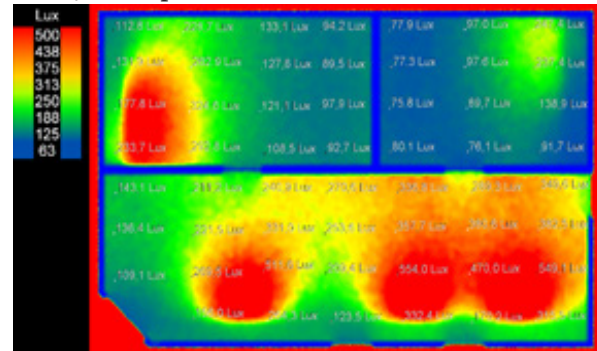
21 de Junio 12am Planta Alta



21 de Junio 3 pm Planta Baja

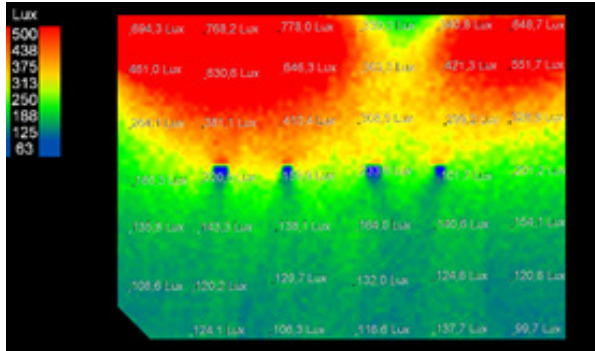


21 de Junio 3 pm Planta Alta

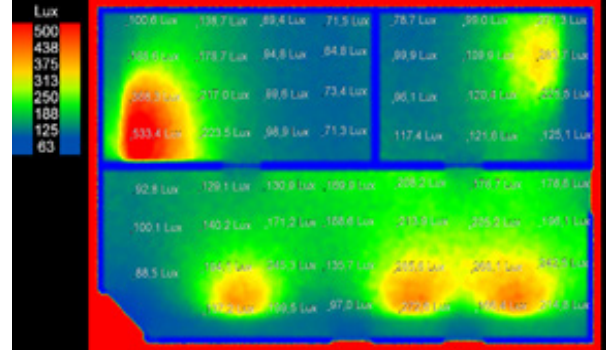




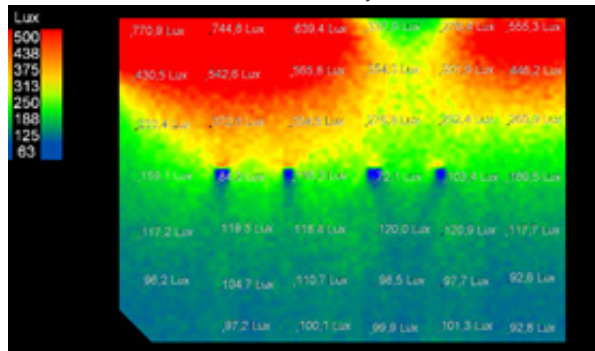
21 de Diciembre 9 am Planta Baja



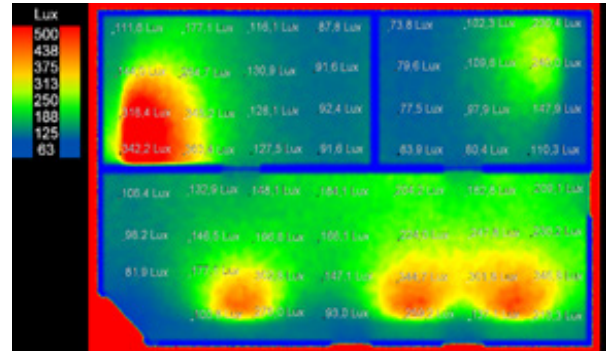
21 de Diciembre 9 am Planta Alta



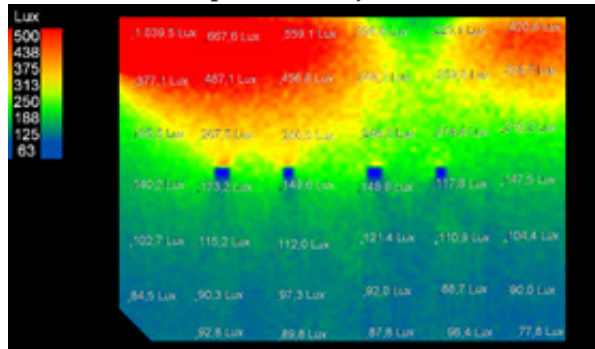
21 de Diciembre 12 am Planta Baja



21 de Diciembre 12 am Planta Alta



21 de Diciembre 3 pm Planta Baja



21 de Diciembre 3 pm Planta Alta

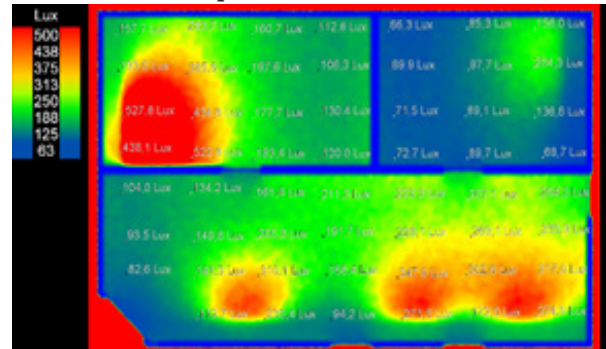


Figura 43

Resultado de simulación aplicando estrategias vivienda 01

Resultados de las estrategias en la vivienda 01						
9:00 a. m.	jun-21			dic-21		
Área	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Bodega	211.19	0.05	695.83	282.21	0.08	876.64
Dormitorio 01	193.99	87.17	495.62	151.44	69.14	333.10
Dormitorio 02	159.57	62.16	499.64	171.49	67.36	594.55
Sala, Comedor, Cocina	224.46	68.35	448.77	202.89	63.89	401.44
12:00 a. m.	jun-21			dic-21		
Área	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Bodega	199.78	0.02	779.13	247.19	0.06	919.84
Dormitorio 01	154.40	72.73	408.51	125.73	57.52	304.53
Dormitorio 02	173.60	68.87	563.93	195.41	72.22	722.37
Sala, Comedor, Cocina	258.84	71.00	586.77	214.99	64.84	464.75
3:00 p. m.	jun-21			dic-21		
Área	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Bodega	175.73	0.02	892.16	227.87	0.07	1429.05
Dormitorio 01	116.21	56.41	298.37	106.74	55.98	231.03
Dormitorio 02	208.32	74.17	651.45	299.35	103.20	1086.68
Sala, Comedor, Cocina	362.38	95.09	866.42	242.94	69.05	501.29

Nota. Datos recabados del programa Velux

Una vez realizadas las intervenciones propuestas como estrategias para el mejoramiento del ingreso solar se puede denotar que los valores en cada espacio presentan un cambio esto según las reformas que se le ha hecho a la vivienda. Tras la realización de estos cambios en la vivien-

da se puede determinar que la relación del sol con la vivienda presenta estándares más acordes a lo requerido por la normativa NEC, para un mejor entendimiento se realiza una comparativa de los valores arrojados inicialmente, los valores aplicando las estrategias y la normativa.

Figura 44

Comparativa de estado actual- aplicación de estrategias y la NEC Vivienda 01

Comparativa de la iluminación promedio de la vivienda con respecto a la NEC							
9:00 a. m.	Estado Actual		Aplicación de Estrategias		NEC		
	jun-21	dic-21	jun-21	dic-21			
Área	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Optimo	Recomendado	Mínimo
Bodega	19,43	22,34	211.19	282.21	200	150	100
Dormitorio 01	400,21	309,63	193.99	151.44	200	150	100
Dormitorio 02	157,96	172,55	159.57	171.49	200	150	100
Sala, Comedor, Cocina	176,27	158,95	224.46	202.89	Sala 500/ Cocina 200	Sala 300/ Cocina 150	Sala 200/ Cocina 100
12:00 a. m.	jun-21	dic-21	jun-21	dic-21			
Área	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio			
Bodega	21,07	25,65	199.78	247.19	200	150	100
Dormitorio 01	314,67	256,19	154.40	125.73	200	150	100
Dormitorio 02	173,44	196,06	173.60	195.41	200	150	100
Sala, Comedor, Cocina	204,91	167,93	258.84	214.99	Sala 500/ Cocina 200	Sala 300/ Cocina 150	Sala 200/ Cocina 100
3:00 p. m.	jun-21	dic-21	jun-21	dic-21			
Área	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio			
Bodega	23	36,44	175.73	227.87	200	150	100
Dormitorio 01	231,68	210,94	116.21	106.74	200	150	100
Dormitorio 02	209,23	301,31	208.32	299.35	200	150	100
Sala, Comedor, Cocina	286,84	191,02	362.38	242.94	Sala 500/ Cocina 200	Sala 300/ Cocina 150	Sala 200/ Cocina 100
Deslumbramiento					Déficit Lumínico		

Nota. Datos recabados del programa Velux y de la NEC

## Conclusión

Bajo esta comparativa se puede determinar que la aplicación de estrategias permite un mejoramiento de la receptividad lumínica al interior de la vivienda, bajando los niveles de deslumbramiento y déficit lumínico a niveles más estandarizados por la NEC, aun así, es evidente que estas aplicaciones no generan un estado óptimo o recomendado en ciertas espacialidades durante todo el año, dado que la oscilación solar cambia según las fechas de análisis estipuladas.

### 8.3.4.2. Propuesta Vivienda 02

#### Estrategias para un alcance óptimo de iluminación natural al interior

Tras las resultantes obtenidas en la vivienda 02 y entendiendo los métodos de intervención para una iluminación óptima al interior de la vivienda, se procede a determinar estrategias para cada uno de los espacios que necesitan de un cambio a manera de poder alcanzar una iluminación natural óptima o recomendada, dentro de este análisis se procede a actuar bajo criterios que sean viables entendiendo el contexto cultural y los recursos disponibles.

Tras el análisis de las áreas que conforman la vivienda las cuales son: dormitorio, cocina y comedor se puede denotar que existe un déficit lumínico durante todo el año, el procedimiento de intervención a realizarse para esta vivienda dada su composición será:

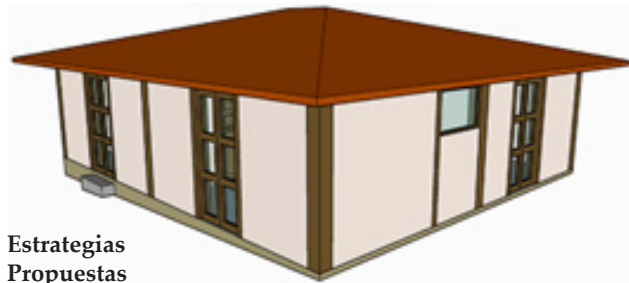
1. Cambiar la materialidad de madera a vidrio de las puertas que comunican el exterior dado que son los únicos vanos existentes en la vivienda para lo que sería el dormitorio, la sala y el comedor.

Figura 45

*Propuestas estratégicas en dormitorio y área común*



Estado actual



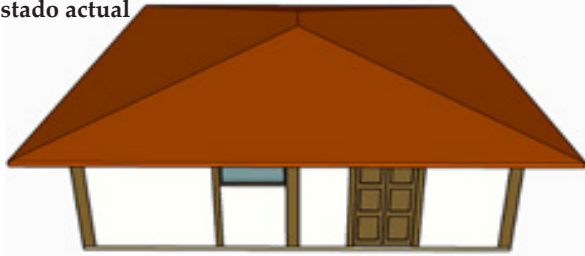
Estrategias  
Propuestas

*Nota.* Cambio de materialidad de las puertas

2. Generar iluminación cenital con un vano para la cocina de 1,00m x 0,80m y para el área común un vano de 2,00m x 0,80m por medio de claraboyas en la quinta fachada.

**Figura 46**  
Propuestas estratégicas en la cocina y el área común

Estado actual



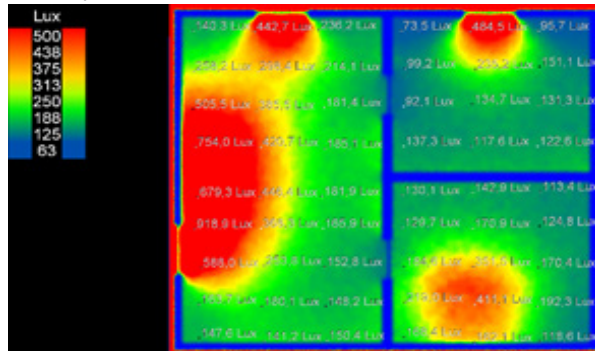
Estrategias Propuestas



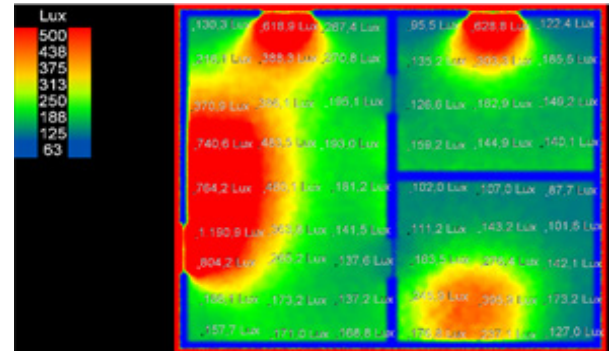
*Nota.* Apertura de vanos cenitales en la cocina y en el área común

### 8.3.4.2.1. Simulación y datos de las estrategias propuestas en vivienda 02

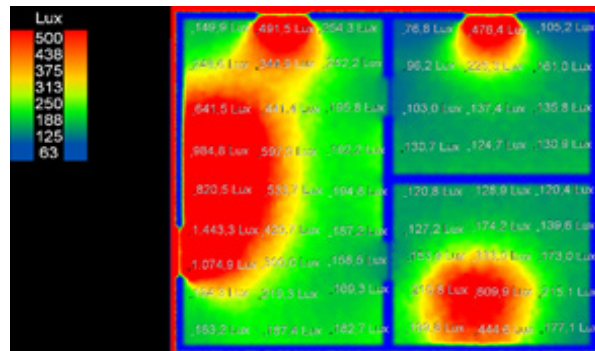
21 de Junio 9 am



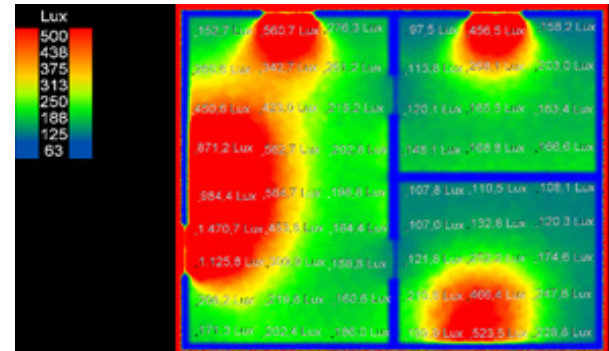
21 de Diciembre 9 am



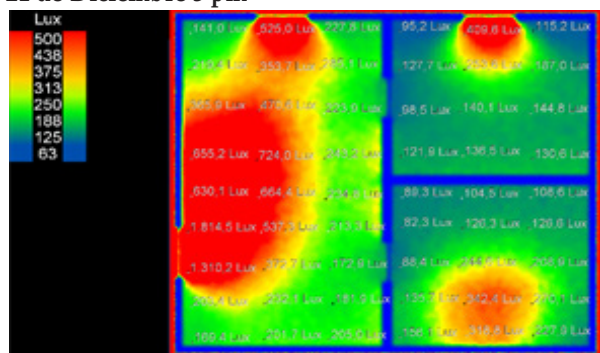
21 de Diciembre 12 am



21 de Diciembre 12am



21 de Diciembre 3 pm



21 de Diciembre 3 pm

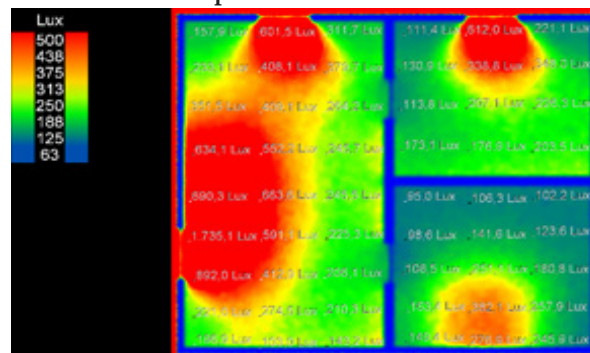


Figura 47

Resultado de simulación aplicando estrategias vivienda 02

Resultados de las estrategias en la vivienda 02						
9:00 a. m.	jun-21			dic-21		
Área	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Cocina	228,51	95,56	507,12	201,99	91,6	480,12
Dormitorio 01	158,2	78,39	551,51	189,56	91,98	727,86
Sala, Comedor	304	112,67	841,13	313,5	119,05	874,33
12:00 a. m.	jun-21			dic-21		
Área	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Cocina	265,5	107,47	674,25	223,62	91,72	609,06
Dormitorio 01	167,27	84,2	595,35	205,03	97,4	796,72
Sala, Comedor	363,19	128,52	1162,75	360,9	129,23	1123,95
3:00 p. m.	jun-21			dic-21		
Área	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
Cocina	219,65	91,93	489,72	190,33	82,37	446,65
Dormitorio 01	168,26	76,46	606,27	257,53	107,58	1008,35
Sala, Comedor	395,41	147	1305,61	409,81	161,49	1205,18

Nota. Datos recabados del programa Velux

Una vez realizadas las intervenciones propuestas como estrategias para el mejoramiento del ingreso solar se puede denotar que los valores en cada espacio presentan un cambio esto según las reformas que se le ha hecho a la vivienda. Tras la realización de estos cambios en la vivienda se

puede determinar que la relación del sol con la vivienda presenta estándares más acordes a lo requerido por la normativa NEC, para un mejor entendimiento se realizara una comparativa de los valores arrojados inicialmente junto a los valores aplicando las estrategias y la normativa.

Figura 48

Comparativa de estado actual- aplicación de estrategias y la NEC Vivienda 02

Comparativa de la iluminación promedio de la vivienda con respecto a la NEC							
	Estado Actual		Aplicación de Estrategias		NEC		
	jun-21	dic-21	jun-21	dic-21			
9:00 a. m.	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Óptimo	Recomendado	Mínimo
Área							
Cocina	80,81	61,79	228,51	201,99	200	150	100
Dormitorio	4,41	4,14	158,2	189,56	200	150	100
Sala, Comedor	29,35	28,88	304	313,5	Sala 500/ Cocina 200	Sala 300/ Cocina 150	Sala 200/ Cocina 100
12:00 a. m.	jun-21	dic-21	jun-21	dic-21			
Área	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio			
Cocina	77,03	59,39	265,5	223,62	200	150	100
Dormitorio	4,65	4,29	167,27	205,03	200	150	100
Sala, Comedor	32,79	30,99	363,19	360,9	Sala 500/ Cocina 200	Sala 300/ Cocina 150	Sala 200/ Cocina 100
3:00 p. m.	jun-21	dic-21	jun-21	dic-21			
Área	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio			
Cocina	71,67	56,77	219,65	190,33	200	150	100
Dormitorio	4,64	4,26	168,26	257,53	200	150	100
Sala, Comedor	46,49	39,06	395,41	409,81	Sala 500/ Cocina 200	Sala 300/ Cocina 150	Sala 200/ Cocina 100
	Deslumbramiento				Déficit Lumínico		

Nota. Datos recabados del programa Velux y de la NEC

## Conclusión

Bajo esta comparativa se puede determinar que la aplicación de estrategias permite un mejoramiento de la receptividad lumínica al interior de la vivienda bajando los niveles de deslumbramiento y déficit lumínico a niveles más estandarizados por la NEC, aun así, es evidente que estas aplicaciones no generan un estado óptimo o recomendado en ciertas espacialidades durante todo el año dado que la oscilación solar cambia según las fechas de análisis estipuladas.

## 9. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Tras el análisis realizado al interior de las viviendas de estudio, se puede determinar que el estado lumínico de las mismas presenta dos fenómenos de intervención que son: el deslumbramiento y el déficit lumínico, la presencia de estos factores de luz natural al interior de las viviendas varían según la fecha del año y la interacción horaria del sol con respecto a las edificaciones, lo que hace que los valores de luminancia sean siempre una variable.

La materialidad, la composición de la envolvente, la altura de la vivienda y distribución de los espacios al interior son parte de las razones intrínsecas por las cuales existen estas falencias lumínicas, además de ello, la ubicación en el globo terrestre, el entorno inmediato a la vivienda y su orientación geográfica consolidan este tema de análisis.

En la vivienda 01 se encuentra que los problemas de iluminación natural en cuanto a déficit lumínico se refieren, están ubicados en la bodega como un estado constante, y en ciertas fechas del solsticio de verano en lo que vendría a ser el área común. Por otro lado, en cuanto a deslumbramiento, este estado lumínico se produce en lo que vendría a ser el dormitorio 01 con presencias constantes durante casi todo el año y en el dormitorio 02 en fechas del solsticio de verano.

En la vivienda 02 lo resuelto tras el diagnóstico realizado bajo las determinantes propuestas en esta investigación, es que la problemática existente dentro de la vivienda es una deficiencia lumínica constante, lo cual se presenta con valores variables a lo largo del año y en las diferentes horas del día, pero siempre delimitada bajo la condicionante de este factor de deficiencia.

Bajo el análisis de estas determinantes y como parte de este trabajo investigativo esta resolver estas problemáticas por medio de propuestas que ayuden a estandarizar estas anomalías lumínicas a fin de estandarizarlas con valores óptimos o recomendados por la NEC.

Para ello bajo los criterios recopilados por parte de los arquitectos entrevistados y las investigaciones compiladas en la fundamentación de esta investigación. Se procedió a realizar la simulación de las viviendas aplicando estrategias de intervención factibles en cuanto a los recursos y limitantes de diseño. Por ende, se aplicó los criterios de Wolff (2014) que busca la rehabilitación de edificaciones que presenten estas anomalías, sin alterar su contexto cultural ni su composición tradicional.



También se aplicó las estrategias propuestas por Gayoso (2020) entendiendo que la distribución y geometría de vanos en las envolventes de las viviendas son un factor indispensable para la optimización lumínica al interior de las edificaciones. Por último las entrevistas realizadas a arquitectos docentes de la Facultad de Arquitectura de la universidad Indoamérica fue fundamental para ampliar el abanico disponible ante la intervención de las viviendas, dando como resultado la selección de estrategias aplicables en las casas de análisis.

Es así que ante la implementación de estrategias propuestas para la vivienda 01, se obtiene como resultado las siguientes resoluciones. En la bodega luego de la creación de vanos en la fachada disponible para esta intervención y el cambio de materialidad de la puerta de ingreso a esta área, se obtiene que se puede llegar a tener un confort lumínico casi constante con variaciones de deslumbramiento en horas específicas del solsticio de verano.

El dormitorio 01 consigue alcanzar los rangos óptimos, recomendados y mínimos establecidos por la NEC, de manera que la aplicación de corta soles en la ventana y la colocación de vegetación frente a la misma aporta de manera considerable a la estandarización de este factor.

Por último, en el área común comprendida por la sala comedor y cocina se logra reflejar que el cambio de cristalería opaca por una que permita mayor transmitancia de luz al interior genera un mayor confort lumínico en esta zona de la vivienda, permitiendo alcanzar valores óptimos sugeridos por la NEC durante todo el año.

Para la vivienda 02 tras la aplicación de las estrategias propuestas con anterioridad se logró obtener los siguientes resultados. En la cocina se paso de tener una deficiencia lumínica constante, a tener un ingreso óptimo de luz durante casi todo el año tras la aplicación de iluminación cenital, esta estrategia también fue aplicada en el área común donde, además, se realizó el cambio de materialidad en las puertas, pasando de ser completamente de madera a puertas compuestas con cristalería que permitan el ingreso óptimo de luz, alcanzando así los valores recomendados y óptimos sugeridos por la NEC durante casi todo el tiempo.

Por último, la intervención realizada para el área del dormitorio fue cambiar la materialidad de la puerta que comunica al exterior, siendo esta de madera por una puerta que esté compuesta de cristalería lo cual permitió alcanzar valores recomendados y óptimos de iluminación natural durante casi todo el año, beneficiando así en gran parte a esta área de la vivienda.

## 10. CONCLUSIONES

En este trabajo se conoció las condiciones de iluminación natural en los espacios domésticos de las viviendas rurales en el sector Pilahuín, Tungurahua 2022, una vez realizado el análisis del impacto lumínico al interior de los espacios domésticos de las viviendas tradicionales seleccionadas en la parroquia de estudio, se llegó a la

conclusión que el estado actual de las casas presenta anomalías en cuanto al ingreso de la luz a las diferentes áreas de las viviendas.

Este factor no cumple con los estándares fijados por la normativa ecuatoriana de construcción dado que la arquitectura de las viviendas al momento de su realización no programó el respectivo análisis de esta condicionante natural, además los criterios al momento de su construcción no primaban la implementación de este factor dentro de las edificaciones, dado que su prioridad era mantener el factor térmico mas no el lumínico.

Este tipo de alteraciones recaen sobre el confort de los usuarios en las viviendas dado que para el desarrollo de sus actividades cotidianas es necesario una iluminación estándar dentro de las edificaciones, al prescindir o intensificar este factor lumínico se ve afectada su comodidad como también su salud entendiendo que al presentarse este tipo de anomalías se produce forzamiento del sentido de la visión, además la ausencia de este recurso puede llegar a recaer en patologías dentro de la construcción que afectarían al estado de los usuarios.

Para ello la aplicación de estrategias que generen un ingreso adecuado de luz a las viviendas deben estar basadas en un análisis acerca de las condicionantes que existen en la implantación, dado que estas limitantes proporcionarían parámetros efectivos de intervención, esto se refiere al estudio de ubicación, recorrido solar, entorno natural y artificial.

Además, otro criterio de análisis debe ser la composición arquitectónica de las viviendas, entendiendo que esto determina las posibilidades de intervención que guarden su contexto cultural y que mantengan la integridad estructural de la edificación, bajo este preceptos se debe realizar las intervenciones para alcanzar un ingreso normado de luz al interior.

## 11. SUGERENCIAS

Para futuros análisis acerca de la incidencia del factor lumínico natural al interior de las viviendas, es importante tomar en cuenta la composición formal, funcional y estética de las edificaciones de análisis, entendiendo que estas son determinantes para generar la aplicación de estrategias a futuro.

Se propone la sociabilización de normativas vigentes, por medio de profesionales entendidos en el tema del confort lumínico con las comunidades que presentan estas anomalías, de manera que se pueda generar entendimiento del tema para mejora en construcciones futuras, además de proporcionar estrategias factibles para las viviendas existentes.

De manera subjetiva se recomienda entender la interacción de los usuarios con la vivienda, deduciendo que la relación con el espacio puede determinar las necesidades lumínicas en determinados momentos del día o del año, por ende,

de esta manera se puede proporcionar el estándar lumínico que los usuarios necesitan en determinadas horas o fechas. Pues tras el análisis realizado se puede entender que la completa optimización lumínica durante todo el año requiriere de mayores intervenciones los cuales no responden al contexto económico y cultural de los habitantes y las viviendas.

Para futuros estudios o investigaciones acerca de la optimización acerca el ingreso de la luz al interior de las viviendas, se debe considerar analizar la búsqueda del reparto homogéneo de la luz al interior de las viviendas, además que las normativas que proporcionan el estándar lumínico amplíen el estudio de otras áreas que puedan llegar a existir en la vivienda y la combinación de espacios como un área común.

Por último, se recomienda promover este tipo de análisis en la región, dado que existen pocos referentes nacionales que han realizado este tipo de estudio, entendiendo que este aporte a la comunidad es esencial para el futuro de nuevas construcciones.

## 12. REFERENCIAS

- Arango Díaz, L., Montoya Flórez, O. L., Rendón Gaviria, L., & Callejas Ochoa, L. F. (2018). Estrategias de iluminación natural en el diseño de viviendas económicas: el caso Mihouse, Solar Decathlon 2015. *Arquetipo*. (16), 131-148.
- Busquets, J. (1999). *La urbanización marginal*. Barcelona: EDICIONES UPC.
- Bustán Gaona, D. (2018). *La luz natural en la vivienda vernácula: Análisis al Centro Histórico de la Parroquia Pasa*. (Master's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Dirección de Posgrado. Maestría en Diseño Arquitectónico).
- Ching, F. (2015). *Arquitectura. Forma, espacio y orden*. México: GG.
- Coellar Alvear, I. R. (04 de 05 de 2018). *Fachada cinética: parametrización para optimizar el confort lumínico*. (Tesis de Maestría). Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30293>
- Cornejo, C. (2017). *Iluminación natural y arquitectura de sanación: Consideraciones para mejorar los entornos de curación*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12637/208>
- Diez Martínez, D., Martí Noguera, J. J., & Suárez Abril, S. (2016). *Arquitectura, tradición y turismo. La arquitectura vernácula de Tisaleo en el desarrollo de un modelo turístico basado en el paisaje cultural*. *REVISTA AUS* 20, 35.
- Garduño Sánchez, B., & Garduño Sánchez, Á. (20 de 01 de 2019). *Salud, estilo de vida y el ciclo circadiano*. Obtenido de UNAM: <https://www.c3.unam.mx/noticias/noticia80.html>
- Gayoso, M. (2020). *Luz natural y arquitectura: perforaciones en fachada y su influencia sobre el reparto de luz en el espacio interior*. [Universidad Politécnica de Cataluña]. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1592103>
- GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DE PILAHUÍN. (2015). Obtenido de *DIAGNÓSTICO TERRITORIAL POR COMPONENTES*: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/1865019420001\\_Diagnostico\\_GADPR%20Pilahuin\\_15-05-2015\\_17-33-52.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1865019420001_Diagnostico_GADPR%20Pilahuin_15-05-2015_17-33-52.pdf)

- Gómez Azpeitia, G., Caicedo Moncayo, C., Escobar del Pozo, C., & Vázquez Fernández, E. E. (2015). Geometría solar y sus aplicaciones. En A. Tejada Martínez, & G. Gómez Azpeitia, *Prontuario Solar de México* (pág. 70). Colima: Universidad de Colima.
- Guardarrama Gándara, C., & Bronfman Rubli, D. (2020). Sobre luz natural en la arquitectura. *BITÁCORA ARQUITECTURA*, 78.
- Mendes, M. C. (1981). La geografía en la formación del arquitecto: el caso portugués. *Ciudad Y Territorio Estudios Territoriales*, 92-94. Obtenido de <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/81573>
- Meneses Bedoya, E. A. (2016). La representación de la luz natural en el proyecto arquitectónico. Tesis doctoral, UPC, Departament de Composició Arquitectònica,. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2117/96168>
- Monteoliva, J. M., Villalba, A., Aceña, A., & Pattini, A. (2016). Modelo simplificado para el cálculo de iluminancia por luz natural (UDI) en espacios individuales perimetrales de cielos claros. Caso de estudio: Mendoza, Argentina. Obtenido de *Hábitat Sustentable*, 6(1). 50-59: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RHS/article/view/2314>
- Nguyen, A. T., & Reiter, S. (2017). BIOCLIMATISM IN ARCHITECTURE: AN EVOLUTIONARY PERSPECTIVE [BIOCLIMATISMO EN ARQUITECTURA: UNA PERSPECTIVA EVOLUTIVA]. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*. 12(1), 16-29.
- Palomo Amores, T. R. (2020). Protocolo de evaluación del impacto de la iluminación natural para gestión energética. (Trabajo Fin de Grado Inédito). Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Paredes Cuevas, C. (2021). Ilumíname: la relación entre la luz natural, la vivienda y la vejez. (Doctoral dissertation). Obtenido de <https://hdl.handle.net/11721/2759>
- Sáinz Guerra, J. L., & Camino Solórzano, M. (2014). Hábitat social digno, sostenible y seguro en Manta, Manabí, Ecuador. Valladolid: AECID.
- Sanz García, M. (2011). Iluminación en el Puesto de Trabajo. Criterios para su evaluación y acondicionamiento. Obtenido de <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promociones/Iluminacion/ficheros/IluminacionPuestosTrabajoN.pdf> [Último acceso: Octubre 2014].

- Wolff Cecchi, C. (2014). Estrategias, sistemas y tecnologías para el uso de luz natural y su aplicación en la rehabilitación de edificios históricos. (Doctoral dissertation, Arquitectura). doi:<https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.35206>
- Yamin, J., Pattini, A., & Colombo, E. (2020). Confort visual en oficinas, factor temporal en la evaluación de deslumbramiento. *Informes De La Construcción*. doi:<https://doi.org/10.3989/ic.67992>
- Yepez Tambaco, D. A. (2012). Análisis de la arquitectura vernácula del Ecuador: Propuestas de una arquitectura contemporánea sustentable. (Master's thesis, ESPAÑA/Universidad Politécnica de Cataluña/2012).

## 13. ANEXOS

### Entrevista, Arquitecta Lucía Pazmiño



<https://youtu.be/7LKbkNqHbZM>

### ¿Cuál es el valor del Bioclimatismo en la arquitectura?

El valor Bioclimático en la arquitectura es de suma importancia, este debe tener una estrecha relación entre los elementos arquitectónicos y el contexto de su ubicación para un óptimo funcionamiento con respecto a todos los tipos de confort, al hacer referencia al Bioclimatismo lo que se busca es generar confort en cuanto a criterios acústico, térmico y lumínico por medio de los recursos naturales y las condicionantes climáticas del lugar de implantación, con el fin de proveer confort mental y mejorar las sensaciones de los usuarios entendiendo que ese es el objetivo primordial que busca el encargado del diseño de la vivienda en este caso el arquitecto.

### ¿Cómo define usted el valor de la luz natural al interior de las viviendas?

El valor de la luz natural al interior de los espacios es algo primordial, se tiene que siempre priorizar el uso de la iluminación natural en especial por nuestra localización geográfica ya que en Ecuador existe una gran cantidad de horas con iluminación natural que debería ser muy bien aprovechada, buscando así evitar costos energéticos con la iluminación artificial. Está iluminación natural en el interior de las viviendas no es únicamente un tema de luz sino también un tema de poder ir acumulando el calor que proviene de la radiación solar y generar sensaciones más confortables en las viviendas.

### ¿Cuál cree usted que son las condicionantes de diseño para poder diseñar viviendas que aprovechen el recurso de la luz natural?

Las condicionantes del diseño para tener un buen producto arquitectónico sería la realización previa de un correcto análisis climático, este tipo de análisis proviene desde los tiempos de la construcción vernácula, cabe resaltar que este tipo de edificaciones tenían criterios que solo se fijaban en que la edificación funcione bajo las necesidades primordiales de los usuarios.

Entonces de las condicionantes más importantes para tener un buen análisis debe recaer sobre el

estudio de asolamientos, ventilación, clima, topografía, presencia de agua y todo este tipo de criterios que resultan en un correcto aprovechamiento de todo el contexto que interviene en la vivienda.

Con respecto al análisis solar, para darnos cuenta según el uso que vaya a tener la edificación se presentan ciertas incógnitas como: ¿dónde quiero tener iluminación solar?, ¿a qué hora quiero tener iluminación solar? Para de esta manera generar un ingreso correcto de luz, incluso evitar también los deslumbramientos, pues muchas veces a fin de buscar un ingreso de luz optima comenzamos a abrir huecos por todas partes resultando excesivo y sin ninguna utilidad.

Entonces saber cómo funciona y poder aplicarlo en la arquitectura es la condición más importante, con respecto a ello se considera que claro la arquitectura vernácula es una construcción de personas que no son estudiadas en el tema de arquitectura, además de que no se pensaron que estas condicionantes se necesitaban al momento de la construcción de las viviendas.

Antes que nada, las viviendas antiguas eran creadas bajo conceptos de las necesidades primordiales de estas personas, quizás en su momento en la vivienda no se necesitaba tanta luz sino más bien tener o hacer un ambiente más térmico donde se podría mantener el calor. Con esto me refiero a que la prioridad de los constructores de su momento no fue generar iluminación natural al interior de las viviendas dado que muchas veces las ventanas o los vanos que

se abren en las fachadas pueden generar una pérdida de del valor térmico.

Hay que comprender muchísimo cómo era la dinámica de la vida en esa época cuando la arquitectura vernácula empezó con el único objetivo de generar un refugio para la noche, porque las personas para lo único que necesitaban tener un refugio era para dormir, el resto de sus actividades se daban en el exterior, entonces no tenían ese problema pues siempre estaban trabajando o haciendo cualquier otro asunto fuera de la vivienda.

No es como la dinámica de vida actual que nosotros diseñamos las viviendas para estar dentro todo el tiempo, entonces todo recae en la dinámica de su cotidianidad así es como ellos lo organizaban las viviendas, entonces hacían de cierta manera que estos espacios acumulen la mayor cantidad de calor, además de que necesitaban un refugio anti la lluvia, un refugio anti depredadores o ante cualquier peligro de la intemperie entonces esas dinámicas nos dejan como herencia muchas cosas sí, pero no podemos volver cien por ciento a generar ese tipo de viviendas porque la dinámica de vida actual es diferente incluso también el clima.

Hoy en día se han presentado muchas situaciones en lugares distintos en donde las edificaciones quedaron obsoletas porque de repente antes necesitaban cierta cantidad de masa térmica para que eso se acumule y funcionará muy bien, actualmente tanta cantidad de masa térmica resulta insostenible porque de repente ya resulta muy frío en relación a como era antes.



### **¿Qué estrategias arquitectónicas usaría para suplir la escasez de iluminación natural en viviendas ya edificadas?**

Hay que tomar en cuenta varias cosas, primero siempre hay que hacer un análisis climático, aunque ya esté hecha la edificación, porque como digo el fenómeno del cambio climático es latente real y pasa en todas partes, entonces ante eso, saber el diagnóstico es vital para entender que está funcionando y que no, a partir de ello comenzar a potencializar este tipo de estrategias.

En el caso de edificaciones que ya están hechas y lo que se quiere actuar es con la iluminación natural, se debe revisar primero normativas en un caso que sean patrimoniales, temas estructurales, en donde podríamos hacer nuevas aperturas, en donde podríamos llegar con iluminación natural reflejada que también es una buena estrategia, si podemos o no hacer intervenciones en la quinta fachada que normalmente es la fachada que olvidamos que es fachada básicamente haciendo de ella un elemento muy sólido cuando esta tiene una capacidad brutal para meter iluminación natural a las edificaciones sin necesidad de tener a los deslumbramientos.

### **¿Usted cree que actualmente en el Ecuador existe alguna normativa que regule y permita plantear estrategias de viviendas que entiendan como brindar estos recursos a las viviendas como tal?**

La norma ecuatoriana tiene su capítulo de eficiencia energética y supone que es obligatorio

para todo tipo de vivienda nueva, excepto las patrimoniales las patrimoniales son otra historia y ellos tienen su propia normativa entonces ellas son un poco más delicadas. Pero actualmente si hiciéramos caso o si es que hiciéramos cumplimiento de esa normativa tendríamos que cumplir muchos más factores y no únicamente enfocados a la iluminación natural sino también a la parte de envolvente térmica y también a comenzar a pensar en temas de autogeneración energética.

### **¿Cómo aplicaría estrategias de intervención para suplir el factor lumínico natural en viviendas patrimoniales?**

Lo que se haría después del análisis y de saber qué mismo sucede con las viviendas, en el caso de las viviendas patrimoniales se suman a análisis de sistemas constructivos estados de la edificación tipo de materialidad saber si es que ya fue intervenida si es que ha tenido algún tipo de renovación y demás y luego ver hasta que se puede se pueden hacer modificaciones en estos diseños.

Hay intervenciones muy interesantes y aquí vuelvo a meter la colada a la quinta fachada porque De hecho dentro de las edificaciones patrimoniales casi siempre lo que menos puedes tocar obviamente es la envolvente que es de bahareque o adobe independientemente de esos dos son muy delicados entonces o son de piedra que en cambio es muy complejo la modificación entonces existen intervenciones que son muy interesantes y siempre se recomienda la parte de

la quinta fachada como edificación patrimonial si bien es cierto se debe mantener esta postura de las cubiertas a dos aguas tres aguas o cuatro aguas independientemente de que esto sea pero por ejemplo se puede hacer una doble altura bueno un desfase en el cumbrero por ejemplo entonces allí los levantas un poco y generas ya un ingreso de iluminación natural al interior es algo que ya se ha aplicado y funciona de manera considerable.

La intervención en la quinta fachada es más por cuestiones patrimoniales casi nunca te dejan cómo quitar o poner algo más, en las fachadas principales a veces incluso existen intervenciones que te dicen usted puede hacer lo que quiera, pero de la fachada para adentro y ha habido casos en los que literalmente queda como una cáscara la fachada y adentro ya todo es nuevo, patios internos, chimeneas solares que permiten el ingreso de luz aplicándose en la quinta fachada y al interior.

### Entrevista, Arquitecto Luis Llacas



<https://youtu.be/ekXjO5jcf2o>

### ¿Cuál es el valor del Bioclimatismo en la arquitectura?

En base a mi experiencia profesional en realidad la bioclimática eso es una característica indispensable e intrínseca en el ejercicio de la arquitectura, porque se podría decir que definitivamente una arquitectura que no toma en cuenta las cuestiones bioclimáticas no es una arquitectura de una manera integral o completa.

Muchas veces, incluso en épocas pasadas se ha diseñado un objeto arquitectónico estudiando primero las condicionantes del clima, justamente eso lo que refiere el bioclimático y obviamente también a veces se ha hecho de manera empírica, simplemente sin estudiarlo, pero observando el contexto, observando las características, etcétera, se genera una solución que es pertinente y adecuada para tal problemática.

En resumen, para mí la arquitectura en realidad tiene el Bioclimatismo como eje o característica intrínseca al mismo ejercicio del proceso proyectual sin bioclimática o sin las consideraciones bioclimáticas no se podría hablar de una arquitectura completa ya que no es un valor intrínseco y es un valor primordial

### ¿Cómo define usted el valor de la luz natural al interior de las viviendas?

Específicamente al interior de las viviendas no, porque a ver si hablamos del valor de la luz natural en las edificaciones en general, claro se podría decir que el valor de la luz natural es el

básicamente también uno de los principales parámetros que se tiene que considerar al momento de proyectar cualquier tipo de espacio habitable, estamos hablando ahora específicamente si metemos la variable de viviendas, definitivamente esa cuestión de habitabilidad termina siendo mucho más importante o de mayor consideración, porque sin luz natural o con una deficiente iluminación o a su vez un deficiente ingreso de luz natural a los espacios habitables definitivamente generan efectos y problemas después que puede incluso ser de índole de salubridad o sea salud o problemas en el funcionamiento correcto de las actividades en los espacios habitables para los cuales fueron obviamente proyectados.

No se puede hablar entonces de una habitabilidad en sí al interior de las viviendas y sus espacios habitables si es que no se considerará justamente este factor principal de la iluminación a través de la luz natural como tal. claro que se puede suplir con temas artificiales como iluminación artificial, pero, definitivamente no es lo mismo y es como si se tratara de parchar un error o un problema en el diseño de repente; claro no entra suficiente luz le pongo un foco o le pongo algún otro tipo de iluminación artificial y estoy más que nada parchando algo que desde el inicio en realidad debería haberse considerado con diversas estrategias obviamente.

### **¿Cuál cree usted que son las condicionantes de diseño para diseñar viviendas que aprovechen el recurso de la luz natural?**

La primera definitivamente es la ubicación geo-

gráfica, dependiendo mucho en donde se encuentre una vivienda por el clima, por la latitud, por la longitud se va primero a establecer unos parámetros mínimos debido a que no en todas las partes del mundo llegan las mismas horas de sol o de repente no llega la misma cantidad de luz a un punto en el globo terráqueo que otro punto, lo primero es la ubicación geográfica eso, en definitiva.

Luego es el entorno inmediato, el contexto urbano inclusive por el hecho de que es muy diferente diseñar a campo abierto donde no hay nada alrededor donde de repente existe un árbol por ahí que puede ser una obstrucción de la luz natural como también este es muy diferente por ejemplo diseñar en un centro consolidado no donde te rodean edificios de diferente cantidad de pisos y eso también afecta.

El tercer punto es inclusive la forma misma del edificio y su orientación, la orientación se aplica con respecto a las formas porque dependiendo de la forma y dependiendo de los planos o las caras y las cubiertas y de cómo estén orientadas por los puntos cardinales o inclusive hacia el cielo también hacia arriba podremos obtener más o menos ventilación e iluminación.

Como cuarto punto diría yo el dimensionamiento de los vanos o las aberturas que permitan justamente el ingreso de luz natural en paralelo y en conjunto con los materiales de la envolvente arquitectónica porque hay materiales que son inclusive más receptivos a la luz que otros incluso son medio transparentes hablando un poqui-

to de innovación tecnológica que permiten que pase un poco de iluminación natural a través de ellos.

Finalmente diría que también es una condicionante de diseño el uso de los materiales al en los espacios interiores, de repente por el color, por la textura o por la rugosidad que es muy diferente tener una pared de una madera oscura al interior de un espacio que tener una pared completamente pintado de blanco. Eso definitivamente ayudará a que la luz natural que pudo ingresar primero a ese ambiente ya sea por la ubicación geográfica por el entorno inmediato urbano por el tamaño de las ventanas pueda de una manera esparcirse en el espacio interior de mayor forma o de mejor forma.

### **¿Qué estrategias arquitectónicas usaría para suplir la escasez de iluminación natural en viviendas ya edificadas?**

En viviendas edificadas es bastante complicado primero por el tema económico, sabemos que dependiendo de la cuestión económica se va a poder hacer más o menos arreglos en la vivienda que ya está construida, entonces definitivamente entre las principales y más fáciles estrategias diría yo el tema del acromática es decir el color de los elementos constructivos como las paredes, los pisos, los techos, los cielos rasos, etc.

Por ejemplo, para pisos tiene que utilizarse unas tonalidades o cromática oscura, para los cielos rasos algo más claro, para los muros igual si es que se quiere tener una iluminación interior más

uniforme. Eso primero la cromática porque pintar o cubrir alguna superficie de un color que permita tener mayor iluminación en base a la problemática que tú planteas de escasez de iluminación.

Después otra estrategia para suplir la escasez de iluminación natural de repente optaría antes de incluso modificar cualquier cosa del edificio construido; de repente hay esos túneles o cavidades que permiten trasladar la iluminación natural haciendo que la luz rebote e ingrese al ambiente como si fuera un ducto de extracción mecánica algo así, en la práctica es algo así, pero que permiten que la luz natural llegue con mayor fuerza, mejor dicho, con mayor intensidad.

Después también me iría por la cuestión de cambiar la composición de los elementos constructivos como las ventanas por ejemplo, no cambiar la dimensión de la ventana es decir no agrandarla porque estaríamos cambiando la fachada y muchas cosas más, sino simplemente cambiar el tipo de vidrio del cristal de la ventana o del marco que también influye, de repente un marco que permite una mayor transmitancia y puede ingresar más luz al interior, las puertas también por ejemplo en vez de poner o tener mi puerta de madera o de metal podría ser una puerta de vidrio templado siempre considerando las cuestiones de confort térmico dado que si son viviendas de repente en la Sierra y pongo una puerta de vidrio donde había una puerta de madera obviamente eso va a ser inevitable por el tema del frío no, pero es una solución también existen acristalamientos de doble triple y hasta más este

capas de cristal con capas interiores de aire o de gases que no permiten que el calor escape tampoco eso podría ser una solución.

Y al final sí sería ya la cuestión de y modificar la envolvente arquitectónica es decir agrandar las ventanas agrandar las puertas si es que son viviendas edificadas no claro si son patrimoniales y es algo muy diferente porque no se podría hacer eso de repente hay sí estrategias por ejemplo que permiten modificar en las cubiertas o generando teatinas o esas ventanas en la parte de la cubierta que definitivamente una ventana en las cubiertas son las que mejor y más iluminan todavía.

### **¿Cómo aplicaría estrategias de intervención para suplir el factor lumínico natural en viviendas patrimoniales?**

Bueno una de ellas yo te las dije no que sería el tema del cambio de materialidad en las ventanas y en las puertas no agrandando las no simplemente cambiando el cristal o la hoja de la puerta no como tal ya si las puertas también son un elemento de patrimonio ahí sí es también no se puede hacer eso definitivamente no, pero hay ejemplos por decirte internacionales en que muchas veces vale la pena un poco e hacer un análisis o hacer una valoración de los elementos patrimoniales en la arquitectura es decir, conozco de algunos ejemplos internacionales en España sobre todo que no se puede tocar las fachadas y ni siquiera las puertas o las ventanas de una vivienda o de otro tipo de edificación pequeña obviamente pero si la cubierta porque la cubier-

ta de repente fue era de madera y ya ahorita la madera no sirve esta podrida o tiene no muchos defectos que por último es un riesgo porque hasta se puede terminar cayendo y terminan cambiando toda la cubierta a una cubierta que instalada de triple vidrio inclusive por el tema del calor no del frío y termina siendo toda la cubierta completamente traslúcida o sea eso te genera un ambiente interior súper iluminado prácticamente como si estuvieras al aire libre no porque no hay techo prácticamente como si no hubiera techo pero los muros las puertas las ventanas lo que está en la fachada no se topó para absolutamente nada.

Entonces yo creo que sí es importante claro dependiendo de los alcances que tengan en que tengan los proyectos, estos trabajos de patrimonio hacer la valoración de esos elementos constructivos sabemos porque sí claro uno de los elementos constructivos ya no sirve porque está podrido deteriorado a tal punto de que hasta es un peligro para los habitantes tiene que cambiarse definitivamente ya no se puede hacer nada, entonces el tema de las cubiertas es algo bastante tratado por el hecho de que no cambie la fachada no cambia la imagen del edificio en sí entre algunas cosas.

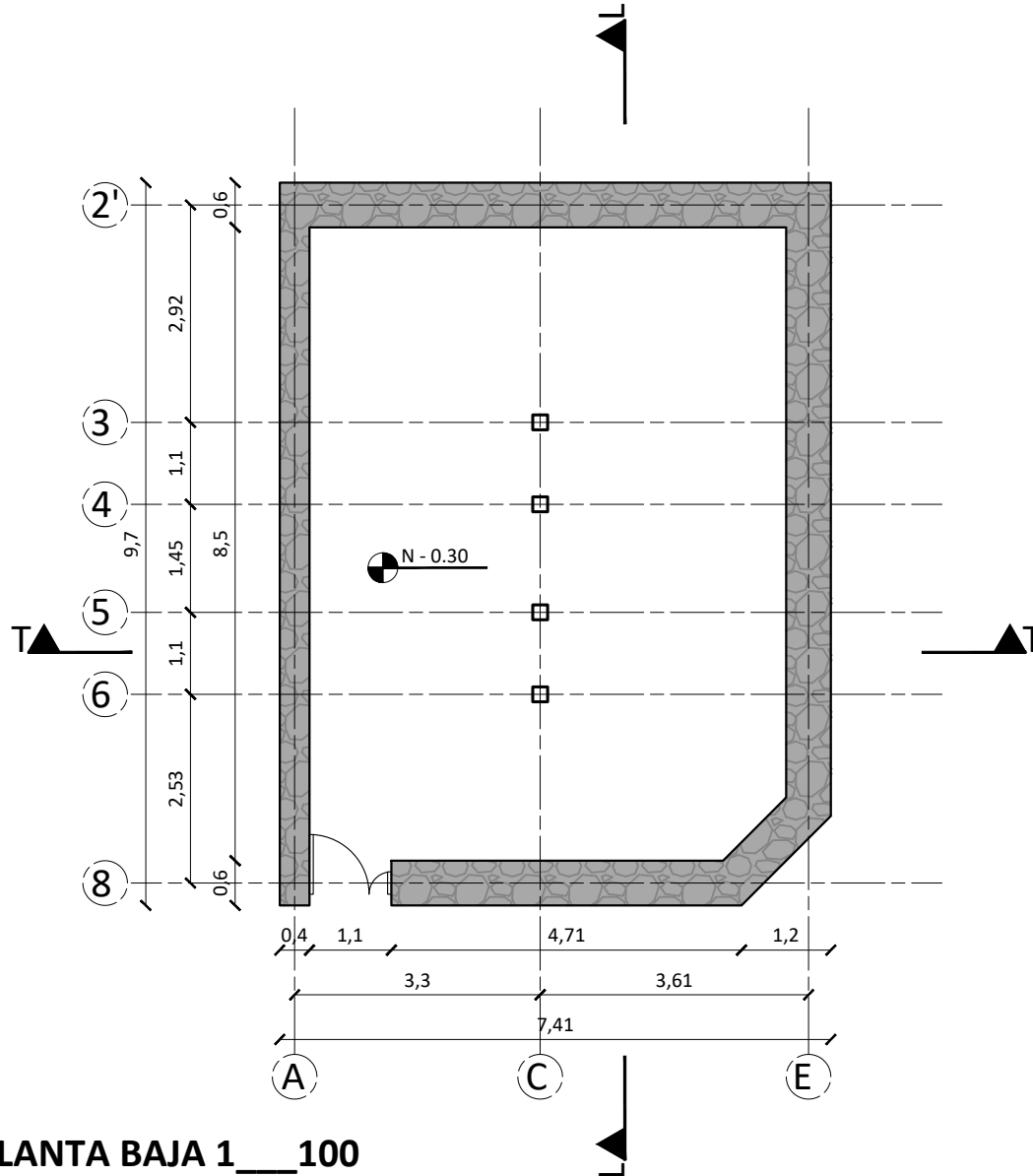
Hay unas intervenciones inclusive un poco más ya digamos complejas donde si se cambia una parte de fachada o una parte del edificio por un por digamos un diseño moderno no pero claro ahí lo que más prima es esa dicotomía o esa dualidad entre un mismo edificio que haya una fachada que tenga una parte moderna y otra

parte antigua no existen los ejemplos y existen bastantes pero eso ya depende bastante una vez más del valor que tenga el patrimonio no en ese punto y de qué claro al final cualquier intervención que termina haciéndose en esa edificación o vivienda patrimonial siempre con el objetivo de que realce nuevamente el patrimonio o los valore nuevamente el patrimonio es la idea siempre porque no se va a hacer algo moderno a lo Zaha Hadid para que el patrimonio de repente quede disminuido o reducido o con menor valor quizás.

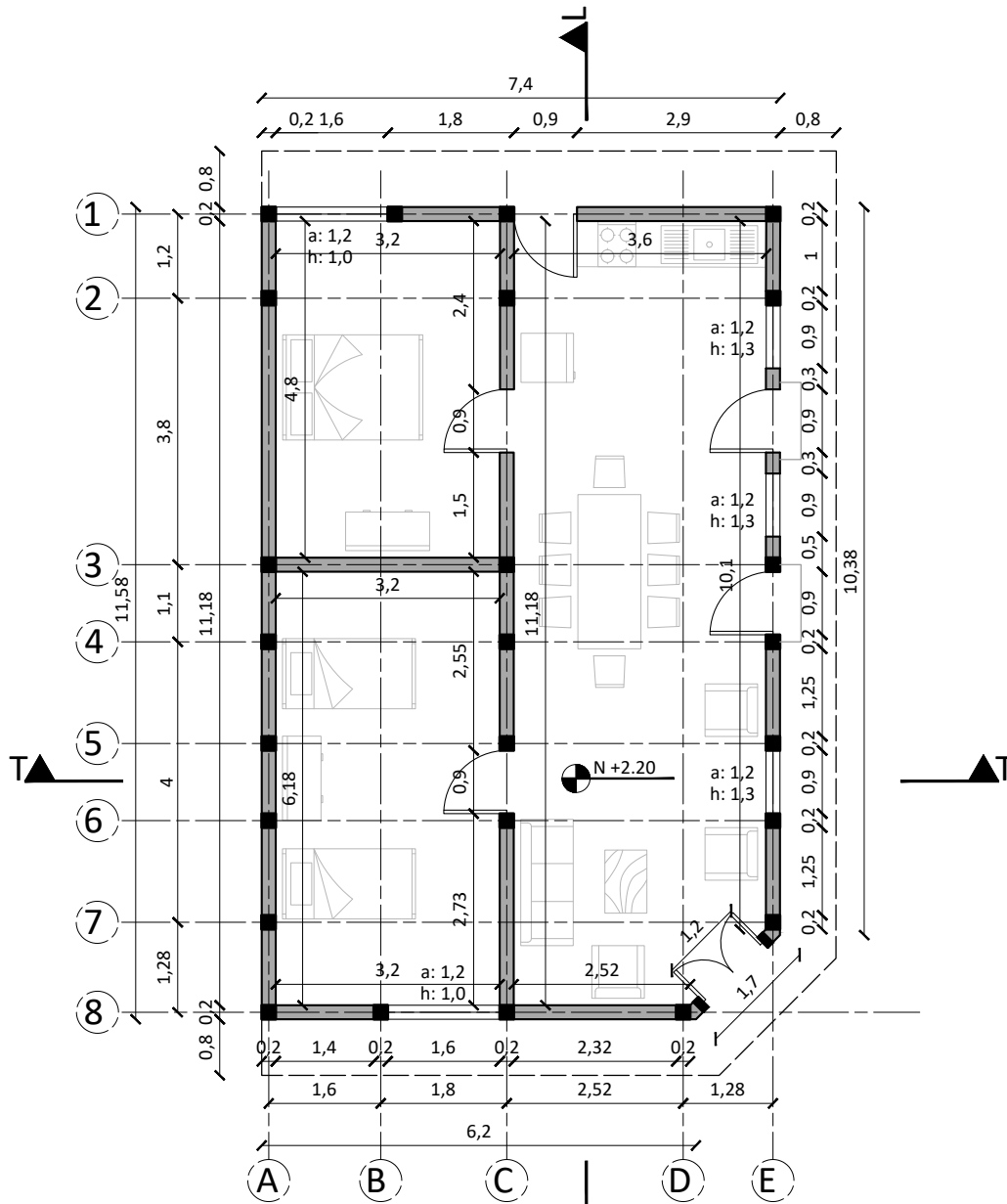
Las mayores intervenciones que he visto han sido encubiertas y han sido en las puertas y las ventanas por el tema de la materialidad en las hojas de la puerta y los paños o los paneles de acristalamiento que tienen las ventanas eso más que nada, y bueno también el tema de la acromática en los espacios interiores no en el piso en las paredes en las en los cielos pasos eso es lo más ahorita lo más más lógico que te puedo mencionar.

## VIVIENDA 01

DIMENSIONAMIENTOS GENERALES DE LA VIVIENDA									
m <sup>2</sup>			DIMENSIONES ESPACIOS ARQUITECTÓNICOS m <sup>2</sup>						
Planta 01	Planta 02	Otras	Dormitorios			Espacios comunes			
7,41m*9,70m=71,88m <sup>2</sup>	7,40m*11,58m=85,69	x	Dormitorio 01	Dormitorio 02	Dormitorio 03	Cocina	Sala	Comedor	Otros
<b>DIMENSIONAMIENTO DE VENTANAS m<sup>2</sup></b>			4,80m*3,20m	6,18m*3,20m	x	2,40m*3,60m	5,20m*3,60m	3,85mm*3,60m	0
Cantidad	Largo*ancho	area m <sup>2</sup>	15,36 m <sup>2</sup>	19,776 m <sup>2</sup>	x	8,64m <sup>2</sup>	18,72m <sup>2</sup>	13,86m	0
2	1,60m*1,00m	3,2	<b>LEVANTAMIENTO FOTOGRÁFICO</b>						
3	1,20m*1,30m	4,68							
x	x	x							
<b>DIMENSIONAMIENTO DE PUERTAS m<sup>2</sup></b>									
Cantidad	Largo*alto	area m <sup>2</sup>							
1	1,20m*2,40m	2,88							
5	0,90m*2,40m	10,8							
1	1,10m*2,20m	2,42							
ESPESORES DE MUROS Y MAMPOSTERÍA			COTAS DE NIVEL			DIMENSIÓN DE ELEMENTOS ADICIONALES		DIMENSIONAMIENTO DE CUBIERTAS	
0,40m	0,60m	0,20m	Planta 01	Planta 02	Otras	Balcones	Bolados	ÁREA	106,75 m <sup>2</sup>
			0,30 m	+2,20m	x	x	x		

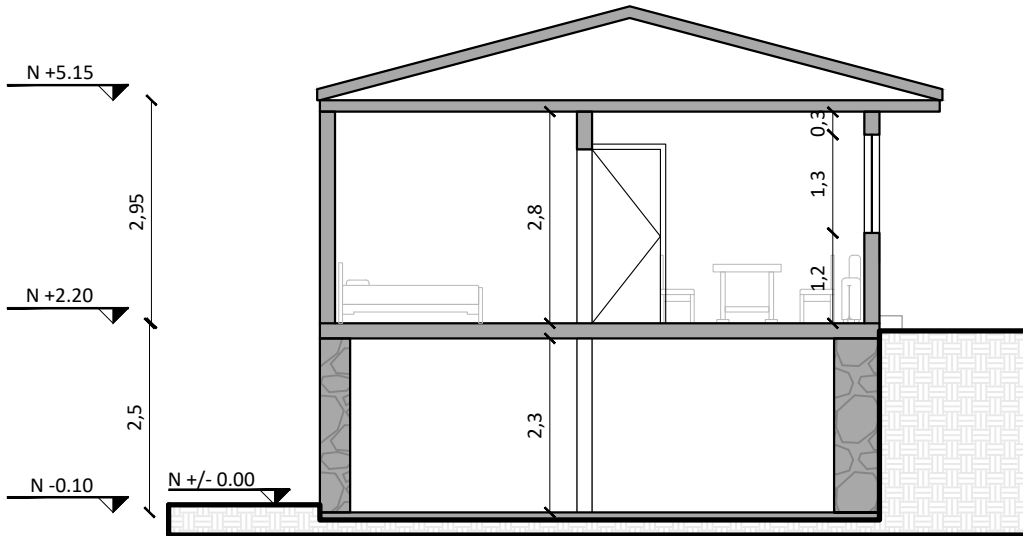


PLANTA BAJA 1 \_\_\_ 100

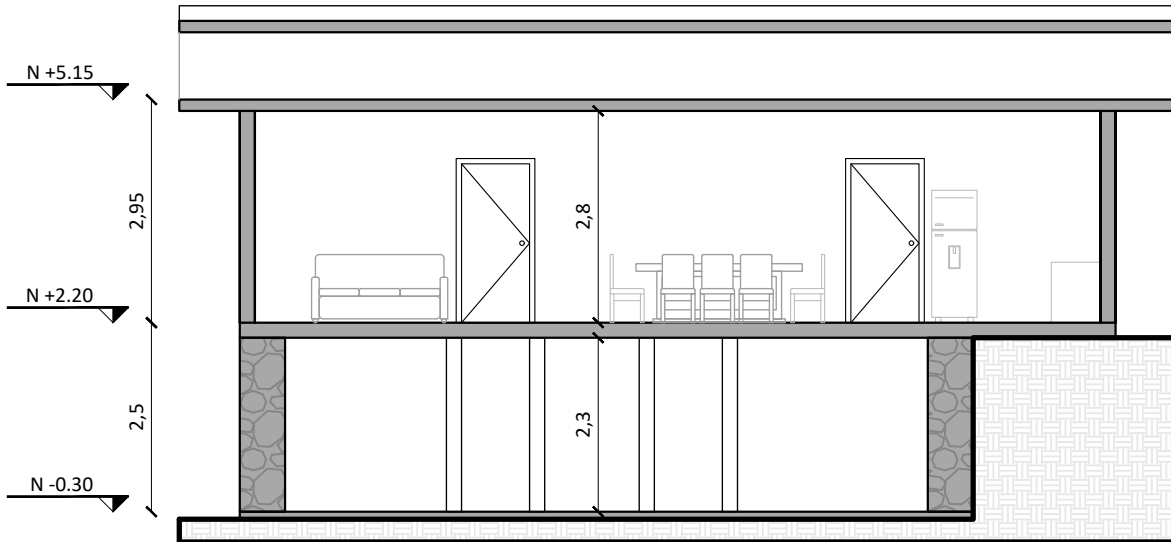


PLANTA ALTA 1\_100

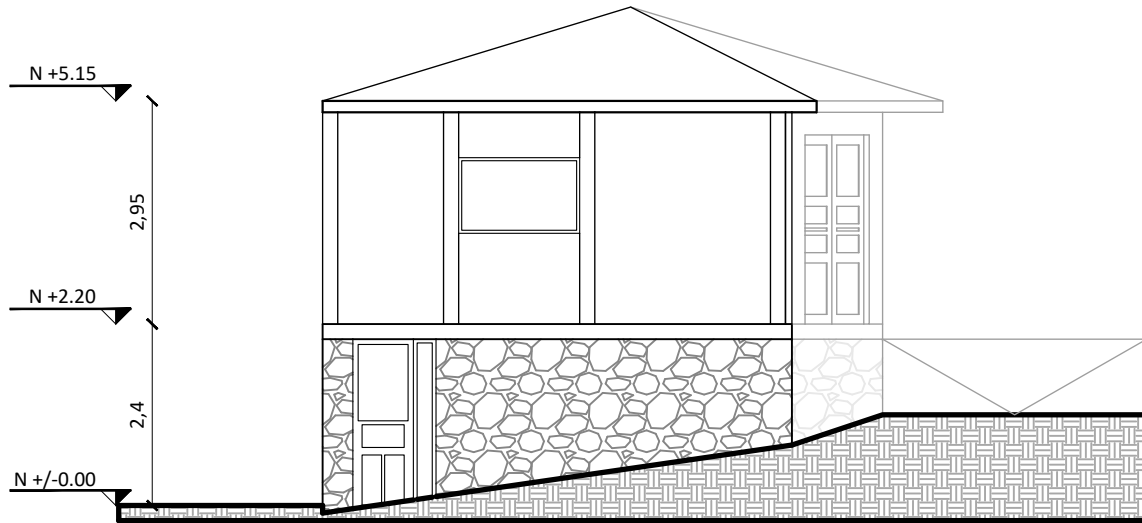




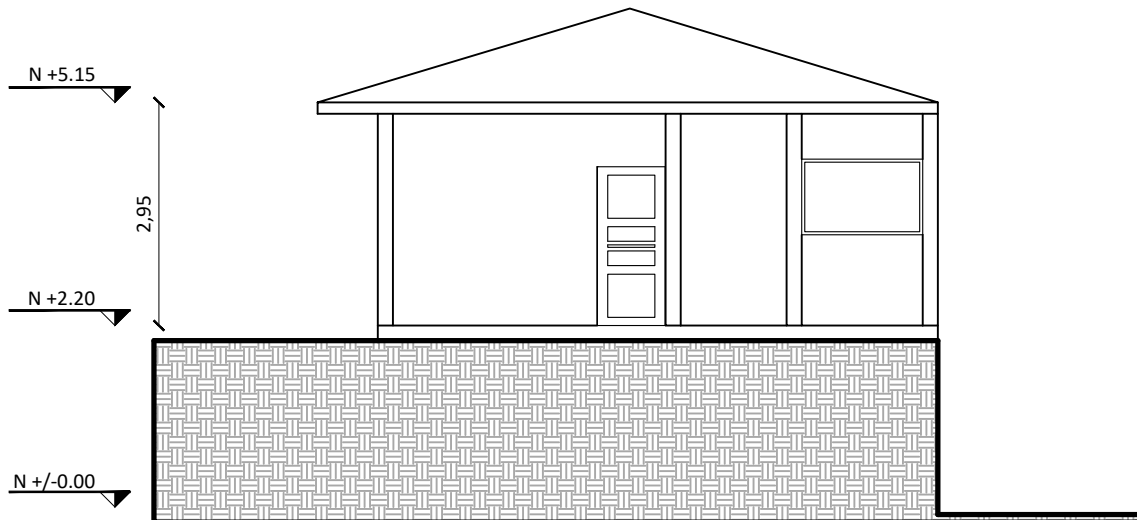
**CORTE TRANSVERSAL 1\_\_100**



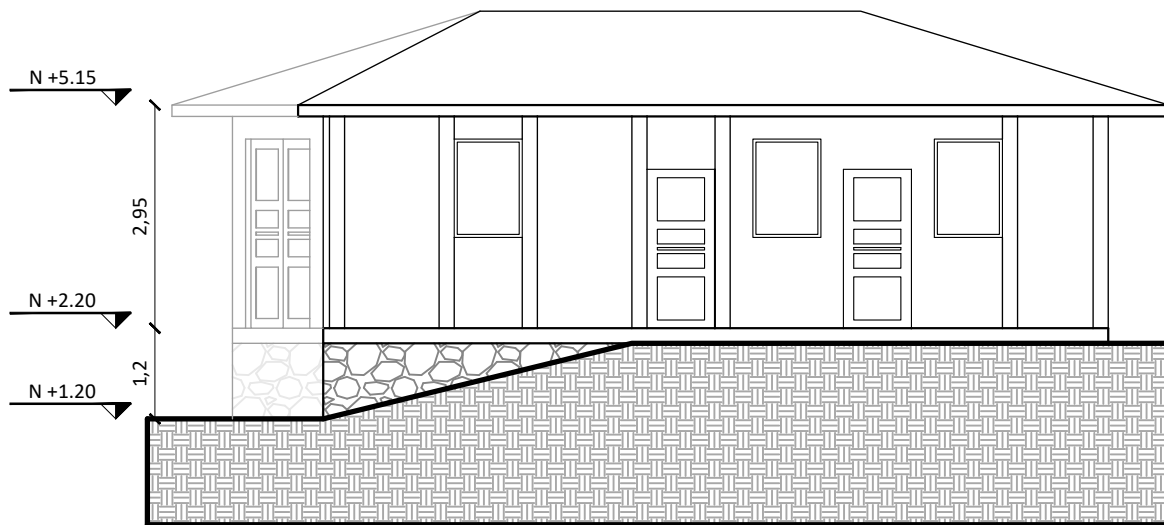
**CORTE LONGITUDINAL 1\_\_100**



**FACHADA FRONTAL 1\_\_100**



**FACHADA POSTERIOR 1\_\_100**



**FACHADA LAT. IZQUIERDA 1\_\_100**

## Análisis del estado actual arrojado por el programa Velux Vivienda 01

21 de diciembre 9am

### w\_zone Bodega

Default	
Average	I <sub>average</sub> 22.34 lux
Median	I <sub>median</sub> 10.65 lux
Minimum	I <sub>min</sub> 0.00 lux
Maximum	I <sub>max</sub> 396.07 lux
Uniformity 1	I <sub>min</sub> /I <sub>average</sub> 0.0000
Uniformity 2	I <sub>min</sub> /I <sub>max</sub> 0.0000
F <sub>plane,t</sub> ≥ 40%	12.89 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 50%	10.65 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 60%	9.29 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 70%	8.19 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 95%	5.34 lux

### w\_zone D1

Default	
Average	I <sub>average</sub> 309.63 lux
Median	I <sub>median</sub> 250.16 lux
Minimum	I <sub>min</sub> 147.97 lux
Maximum	I <sub>max</sub> 811.82 lux
Uniformity 1	I <sub>min</sub> /I <sub>average</sub> 0.4779
Uniformity 2	I <sub>min</sub> /I <sub>max</sub> 0.1823
F <sub>plane,t</sub> ≥ 40%	293.94 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 50%	250.16 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 60%	213.23 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 70%	192.23 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 95%	162.99 lux

### w\_zone D2

Default	
Average	I <sub>average</sub> 172.55 lux
Median	I <sub>median</sub> 123.18 lux
Minimum	I <sub>min</sub> 68.84 lux
Maximum	I <sub>max</sub> 612.52 lux
Uniformity 1	I <sub>min</sub> /I <sub>average</sub> 0.3990
Uniformity 2	I <sub>min</sub> /I <sub>max</sub> 0.1124
F <sub>plane,t</sub> ≥ 40%	157.95 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 50%	123.18 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 60%	103.72 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 70%	91.39 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 95%	78.65 lux

### w\_zone area comun

Default	
Average	I <sub>average</sub> 158.95 lux
Median	I <sub>median</sub> 154.07 lux
Minimum	I <sub>min</sub> 45.79 lux
Maximum	I <sub>max</sub> 322.23 lux
Uniformity 1	I <sub>min</sub> /I <sub>average</sub> 0.2881
Uniformity 2	I <sub>min</sub> /I <sub>max</sub> 0.1421
F <sub>plane,t</sub> ≥ 40%	166.29 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 50%	154.07 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 60%	142.19 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 70%	130.21 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 95%	79.88 lux

21 de diciembre 12am

**w\_zone Bodega**

**Default**

Average	$I_{average}$	25.65 lux
Median	$I_{median}$	12.05 lux
Minimum	$I_{min}$	0.00 lux
Maximum	$I_{max}$	461.90 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.0000
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.0000
$E_{plane,t} \geq 40\%$		14.53 lux
$E_{plane,t} \geq 50\%$		12.05 lux
$E_{plane,t} \geq 60\%$		10.51 lux
$E_{plane,t} \geq 70\%$		9.30 lux
$E_{plane,t} \geq 95\%$		6.04 lux

**w\_zone D1**

**Default**

Average	$I_{average}$	256.19 lux
Median	$I_{median}$	202.33 lux
Minimum	$I_{min}$	118.28 lux
Maximum	$I_{max}$	698.55 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.4617
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.1693
$E_{plane,t} \geq 40\%$		235.33 lux
$E_{plane,t} \geq 50\%$		202.33 lux
$E_{plane,t} \geq 60\%$		178.17 lux
$E_{plane,t} \geq 70\%$		160.56 lux
$E_{plane,t} \geq 95\%$		137.65 lux

**w\_zone D2**

**Default**

Average	$I_{average}$	196.06 lux
Median	$I_{median}$	136.46 lux
Minimum	$I_{min}$	73.57 lux
Maximum	$I_{max}$	706.82 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.3752
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.1041
$E_{plane,t} \geq 40\%$		175.06 lux
$E_{plane,t} \geq 50\%$		136.46 lux
$E_{plane,t} \geq 60\%$		114.04 lux
$E_{plane,t} \geq 70\%$		99.95 lux
$E_{plane,t} \geq 95\%$		85.93 lux

**w\_zone area comun**

**Default**

Average	$I_{average}$	167.93 lux
Median	$I_{median}$	160.37 lux
Minimum	$I_{min}$	48.86 lux
Maximum	$I_{max}$	375.16 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.2909
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.1302
$E_{plane,t} \geq 40\%$		173.48 lux
$E_{plane,t} \geq 50\%$		160.37 lux
$E_{plane,t} \geq 60\%$		148.29 lux
$E_{plane,t} \geq 70\%$		134.98 lux
$E_{plane,t} \geq 95\%$		81.62 lux

21 de diciembre 3pm

**w\_zone Bodega**

Default	
Average	I <sub>average</sub> 36.44 lux
Median	I <sub>median</sub> 16.53 lux
Minimum	I <sub>min</sub> 0.00 lux
Maximum	I <sub>max</sub> 754.43 lux
Uniformity 1	I <sub>min</sub> /I <sub>average</sub> 0.0000
Uniformity 2	I <sub>min</sub> /I <sub>max</sub> 0.0000
F <sub>plane,t</sub> ≥ 40%	19.90 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 50%	16.53 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 60%	14.33 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 70%	12.59 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 95%	8.25 lux

**w\_zone D1**

Default	
Average	I <sub>average</sub> 210.94 lux
Median	I <sub>median</sub> 170.40 lux
Minimum	I <sub>min</sub> 108.60 lux
Maximum	I <sub>max</sub> 554.45 lux
Uniformity 1	I <sub>min</sub> /I <sub>average</sub> 0.5148
Uniformity 2	I <sub>min</sub> /I <sub>max</sub> 0.1959
F <sub>plane,t</sub> ≥ 40%	193.17 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 50%	170.40 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 60%	152.51 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 70%	139.85 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 95%	120.98 lux

**w\_zone D2**

Default	
Average	I <sub>average</sub> 301.31 lux
Median	I <sub>median</sub> 206.08 lux
Minimum	I <sub>min</sub> 112.36 lux
Maximum	I <sub>max</sub> 1120.68 lux
Uniformity 1	I <sub>min</sub> /I <sub>average</sub> 0.3729
Uniformity 2	I <sub>min</sub> /I <sub>max</sub> 0.1003
F <sub>plane,t</sub> ≥ 40%	257.27 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 50%	206.08 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 60%	172.29 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 70%	149.73 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 95%	127.42 lux

**w\_zone area comun**

Default	
Average	I <sub>average</sub> 191.02 lux
Median	I <sub>median</sub> 183.69 lux
Minimum	I <sub>min</sub> 56.50 lux
Maximum	I <sub>max</sub> 424.21 lux
Uniformity 1	I <sub>min</sub> /I <sub>average</sub> 0.2958
Uniformity 2	I <sub>min</sub> /I <sub>max</sub> 0.1332
F <sub>plane,t</sub> ≥ 40%	198.98 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 50%	183.69 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 60%	167.76 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 70%	152.65 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 95%	86.61 lux

21 de junio 9am

**w\_zone Bodega**

**Default**

Average	$I_{average}$	19.43 lux
Median	$I_{median}$	9.55 lux
Minimum	$I_{min}$	0.00 lux
Maximum	$I_{max}$	318.54 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.0000
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.0000
$F_{plane,t} \geq 40\%$		11.60 lux
$F_{plane,t} \geq 50\%$		9.55 lux
$F_{plane,t} \geq 60\%$		8.23 lux
$F_{plane,t} \geq 70\%$		7.21 lux
$F_{plane,t} \geq 95\%$		4.76 lux

**w\_zone D1**

**Default**

Average	$I_{average}$	400.21 lux
Median	$I_{median}$	308.71 lux
Minimum	$I_{min}$	184.26 lux
Maximum	$I_{max}$	1085.21 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.4604
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.1698
$F_{plane,t} \geq 40\%$		354.68 lux
$F_{plane,t} \geq 50\%$		308.71 lux
$F_{plane,t} \geq 60\%$		272.04 lux
$F_{plane,t} \geq 70\%$		246.61 lux
$F_{plane,t} \geq 95\%$		210.00 lux

**w\_zone D2**

**Default**

Average	$I_{average}$	157.96 lux
Median	$I_{median}$	114.61 lux
Minimum	$I_{min}$	65.05 lux
Maximum	$I_{max}$	514.11 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.4118
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.1265
$F_{plane,t} \geq 40\%$		145.69 lux
$F_{plane,t} \geq 50\%$		114.61 lux
$F_{plane,t} \geq 60\%$		96.02 lux
$F_{plane,t} \geq 70\%$		85.29 lux
$F_{plane,t} \geq 95\%$		72.72 lux

**w\_zone area comun**

**Default**

Average	$I_{average}$	176.27 lux
Median	$I_{median}$	169.92 lux
Minimum	$I_{min}$	56.44 lux
Maximum	$I_{max}$	351.04 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.3202
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.1608
$F_{plane,t} \geq 40\%$		181.00 lux
$F_{plane,t} \geq 50\%$		169.92 lux
$F_{plane,t} \geq 60\%$		157.59 lux
$F_{plane,t} \geq 70\%$		144.23 lux
$F_{plane,t} \geq 95\%$		92.47 lux

21 de junio 12 am

**w\_zone Bodega**

**Default**

Average	$I_{average}$	21.07 lux
Median	$I_{median}$	10.10 lux
Minimum	$I_{min}$	0.00 lux
Maximum	$I_{max}$	396.61 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.0000
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.0000
$F_{plane,t} \geq 40\%$		12.19 lux
$F_{plane,t} \geq 50\%$		10.10 lux
$F_{plane,t} \geq 60\%$		9.79 lux
$F_{plane,t} \geq 70\%$		7.78 lux
$F_{plane,t} \geq 95\%$		5.14 lux

**w\_zone D1**

**Default**

Average	$I_{average}$	314.67 lux
Median	$I_{median}$	240.82 lux
Minimum	$I_{min}$	145.58 lux
Maximum	$I_{max}$	941.41 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.4627
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.1546
$F_{plane,t} \geq 40\%$		274.77 lux
$F_{plane,t} \geq 50\%$		240.82 lux
$F_{plane,t} \geq 60\%$		213.28 lux
$F_{plane,t} \geq 70\%$		194.40 lux
$F_{plane,t} \geq 95\%$		166.50 lux

**w\_zone D2**

**Default**

Average	$I_{average}$	173.44 lux
Median	$I_{median}$	122.81 lux
Minimum	$I_{min}$	68.74 lux
Maximum	$I_{max}$	594.31 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.3964
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.1157
$F_{plane,t} \geq 40\%$		159.21 lux
$F_{plane,t} \geq 50\%$		122.81 lux
$F_{plane,t} \geq 60\%$		101.80 lux
$F_{plane,t} \geq 70\%$		90.36 lux
$F_{plane,t} \geq 95\%$		77.86 lux

**w\_zone area comun**

**Default**

Average	$I_{average}$	204.91 lux
Median	$I_{median}$	193.34 lux
Minimum	$I_{min}$	60.93 lux
Maximum	$I_{max}$	475.06 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.2974
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.1283
$F_{plane,t} \geq 40\%$		208.12 lux
$F_{plane,t} \geq 50\%$		193.34 lux
$F_{plane,t} \geq 60\%$		178.33 lux
$F_{plane,t} \geq 70\%$		162.00 lux
$F_{plane,t} \geq 95\%$		100.10 lux



21 de junio 3pm

**w\_zone Bodega**

**Default**

Average	$I_{average}$	23.00 lux
Median	$I_{median}$	11.28 lux
Minimum	$I_{min}$	0.00 lux
Maximum	$I_{max}$	453.27 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.0000
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.0000
$E_{plane,t} \geq 40\%$		13.46 lux
$E_{plane,t} \geq 50\%$		11.28 lux
$E_{plane,t} \geq 60\%$		9.85 lux
$E_{plane,t} \geq 70\%$		8.72 lux
$E_{plane,t} \geq 95\%$		5.61 lux

**w\_zone D1**

**Default**

Average	$I_{average}$	231.68 lux
Median	$I_{median}$	184.23 lux
Minimum	$I_{min}$	113.51 lux
Maximum	$I_{max}$	652.38 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.4900
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.1740
$E_{plane,t} \geq 40\%$		210.53 lux
$E_{plane,t} \geq 50\%$		184.23 lux
$E_{plane,t} \geq 60\%$		163.65 lux
$E_{plane,t} \geq 70\%$		149.80 lux
$E_{plane,t} \geq 95\%$		129.01 lux

**w\_zone D2**

**Default**

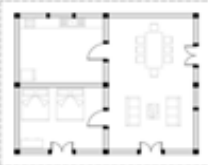
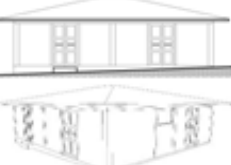
Average	$I_{average}$	209.23 lux
Median	$I_{median}$	146.94 lux
Minimum	$I_{min}$	79.23 lux
Maximum	$I_{max}$	665.12 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.3787
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.1191
$E_{plane,t} \geq 40\%$		192.52 lux
$E_{plane,t} \geq 50\%$		146.94 lux
$E_{plane,t} \geq 60\%$		120.87 lux
$E_{plane,t} \geq 70\%$		106.04 lux
$E_{plane,t} \geq 95\%$		89.95 lux

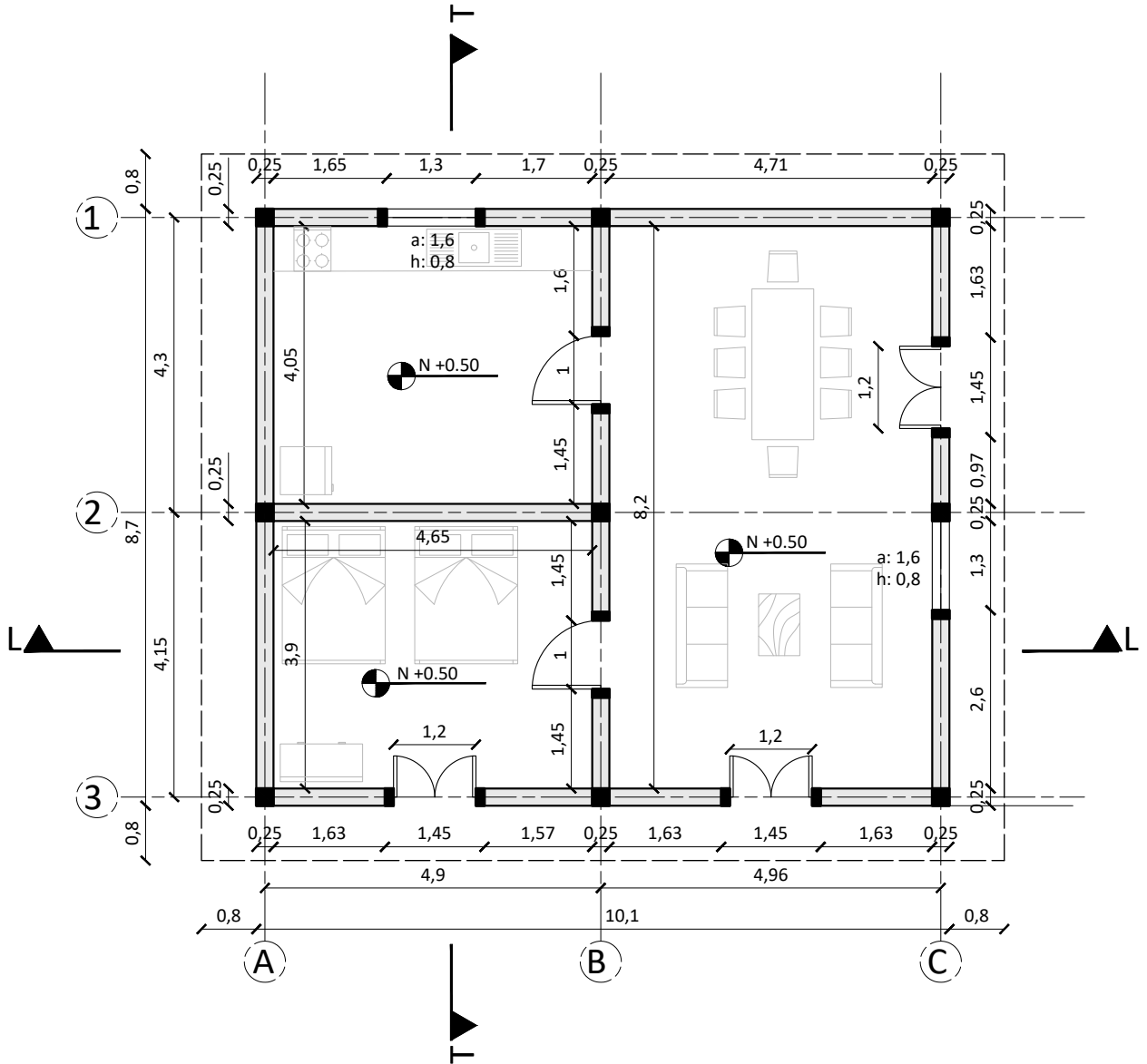
**w\_zone area comun**

**Default**

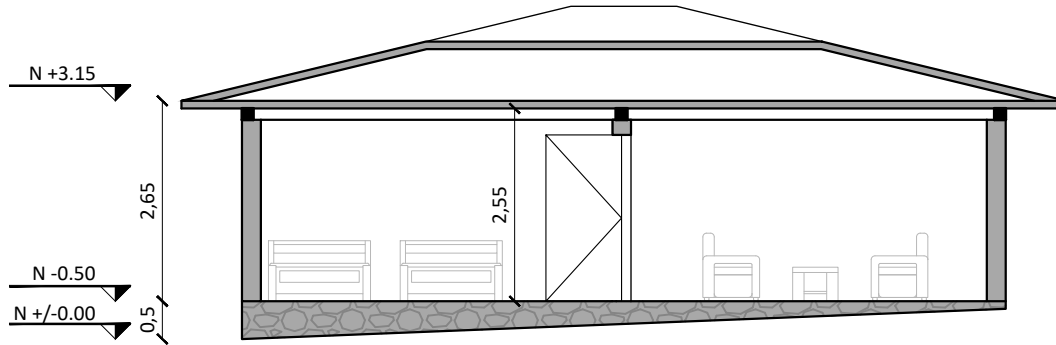
Average	$I_{average}$	286.84 lux
Median	$I_{median}$	271.13 lux
Minimum	$I_{min}$	71.96 lux
Maximum	$I_{max}$	692.53 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.2509
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.1039
$E_{plane,t} \geq 40\%$		299.53 lux
$E_{plane,t} \geq 50\%$		271.13 lux
$E_{plane,t} \geq 60\%$		242.12 lux
$E_{plane,t} \geq 70\%$		215.07 lux
$E_{plane,t} \geq 95\%$		114.55 lux

## VIVIENDA 02

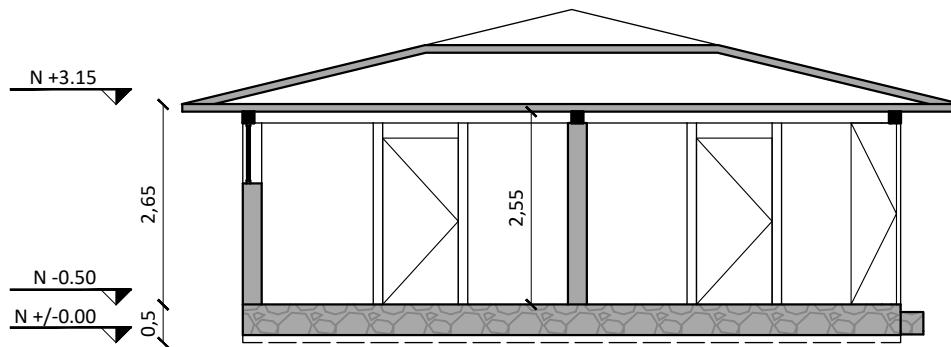
DIMENSIONAMIENTOS GENERALES DE LA VIVIENDA									
m <sup>2</sup>			DIMENSIONES ESPACIOS ARQUITECTÓNICOS m <sup>2</sup>						
Planta 01	Planta 02	Otras	Dormitorios			Espacios comunes			
10,10m*8,40m=87,87	X	X	Dormitorio 01	Dormitorio 02	Dormitorio 03	Cocina	Sala	Comedor	Otros
<b>DIMENSIONAMIENTO DE VENTANAS m<sup>2</sup></b>			3,90m*4,65m	X	X	4,05m*4,65m	3,90m*4,65m	4,05m*4,65m	X
<b>Cantidad</b>	<b>Largo*ancho</b>	<b>area m<sup>2</sup></b>	18,14 m <sup>2</sup>	X	X	18,83m <sup>2</sup>	18,14 m <sup>2</sup>	18,83m <sup>2</sup>	X
	2 1,30m*0,80m	2,08	<b>LEVANTAMIENTO FOTOGRÁFICO</b>						
X	X	X							
X	X	X							
<b>DIMENSIONAMIENTO DE PUERTAS m<sup>2</sup></b>			<b>COTAS DE NIVEL</b>			<b>DIMENSIÓN DE ELEMENTOS ADICIONALES</b>		<b>DIMENSIONAMIENTO DE CUBIERTAS</b>	
<b>Cantidad</b>	<b>Largo*alto</b>	<b>area m<sup>2</sup></b>	<b>Planta 01</b>	<b>Planta 02</b>	<b>Otras</b>	<b>Balcones</b>	<b>Bolados</b>	<b>ÁREA</b>	
	2 1,20m*2,40m	5,76	+ 0,50M	X	X	X	X		
	3 0,90m*2,40m	10,8							120,51 m <sup>2</sup>
X	X	X							



PLANTA BAJA 1\_\_100



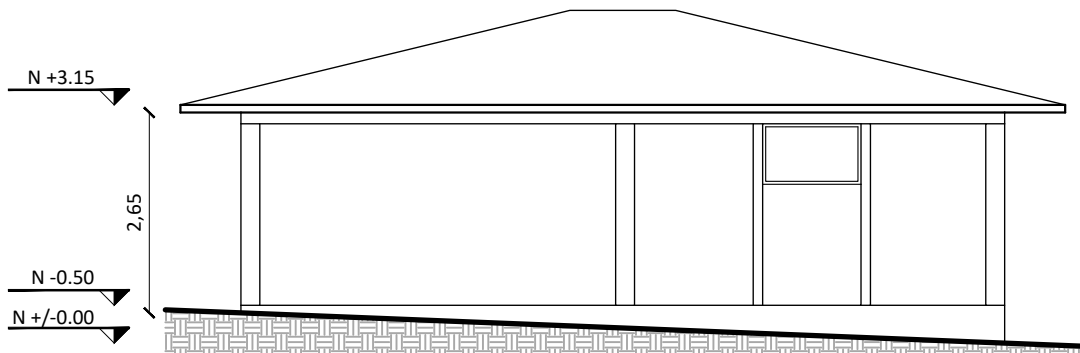
**CORTE LONGITUDINAL 1\_\_100**



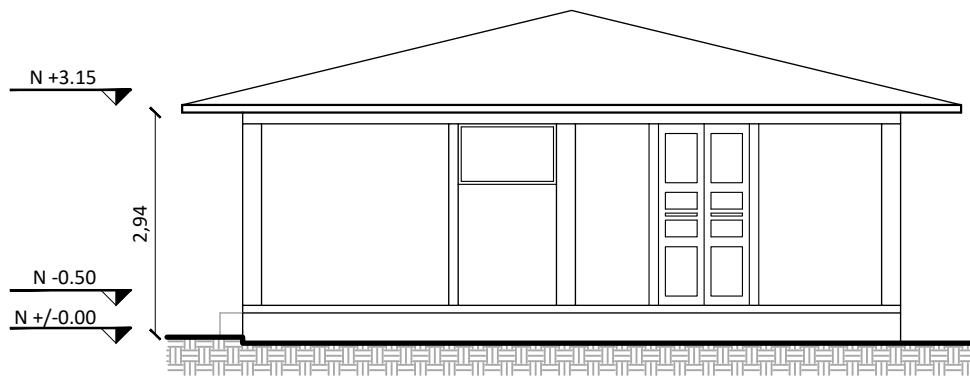
**CORTE TRANSVERSAL 1\_\_100**



**FACHADA FRONTAL 1\_\_100**



**FACHADA POSTERIOR 1\_\_100**



**FACHADA LAT. DERECHA 1\_\_100**

## Análisis del estado actual arrojado por el programa Velux Vivienda 02

21 de diciembre 9am

### w\_zone Cocina

#### Default

Average	$I_{average}$	61.79 lux
Median	$I_{median}$	63.81 lux
Minimum	$I_{min}$	23.96 lux
Maximum	$I_{max}$	110.81 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.3877
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.2162
$E_{plane,t} \geq 40\%$		67.55 lux
$E_{plane,t} \geq 50\%$		63.81 lux
$E_{plane,t} \geq 60\%$		59.94 lux
$E_{plane,t} \geq 70\%$		54.05 lux
$E_{plane,t} \geq 95\%$		33.17 lux

### w\_zone D1

#### Default

Average	$I_{average}$	4.14 lux
Median	$I_{median}$	4.10 lux
Minimum	$I_{min}$	2.64 lux
Maximum	$I_{max}$	9.38 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.6386
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.2818
$E_{plane,t} \geq 40\%$		4.26 lux
$E_{plane,t} \geq 50\%$		4.10 lux
$E_{plane,t} \geq 60\%$		3.95 lux
$E_{plane,t} \geq 70\%$		3.80 lux
$E_{plane,t} \geq 95\%$		3.23 lux

### w\_zone area comun

#### Default

Average	$I_{average}$	28.88 lux
Median	$I_{median}$	26.97 lux
Minimum	$I_{min}$	5.91 lux
Maximum	$I_{max}$	79.74 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.2046
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.0741
$E_{plane,t} \geq 40\%$		30.86 lux
$E_{plane,t} \geq 50\%$		26.97 lux
$E_{plane,t} \geq 60\%$		23.00 lux
$E_{plane,t} \geq 70\%$		19.20 lux
$E_{plane,t} \geq 95\%$		10.02 lux

21 de diciembre 12am

**w\_zone Cocina**

Default	
Average	I <sub>average</sub> 59.39 lux
Median	I <sub>median</sub> 61.36 lux
Minimum	I <sub>min</sub> 22.78 lux
Maximum	I <sub>max</sub> 110.78 lux
Uniformity 1	I <sub>min</sub> /I <sub>average</sub> 0.3835
Uniformity 2	I <sub>min</sub> /I <sub>max</sub> 0.2056
F <sub>plane,t</sub> ≥ 40%	64.61 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 50%	61.36 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 60%	57.39 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 70%	51.00 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 95%	32.50 lux

**w\_zone D1**

Default	
Average	I <sub>average</sub> 4.29 lux
Median	I <sub>median</sub> 4.26 lux
Minimum	I <sub>min</sub> 2.58 lux
Maximum	I <sub>max</sub> 7.98 lux
Uniformity 1	I <sub>min</sub> /I <sub>average</sub> 0.6012
Uniformity 2	I <sub>min</sub> /I <sub>max</sub> 0.3237
F <sub>plane,t</sub> ≥ 40%	4.43 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 50%	4.26 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 60%	4.10 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 70%	3.92 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 95%	3.33 lux

**w\_zone area comun**

Default	
Average	I <sub>average</sub> 30.99 lux
Median	I <sub>median</sub> 28.54 lux
Minimum	I <sub>min</sub> 6.51 lux
Maximum	I <sub>max</sub> 92.95 lux
Uniformity 1	I <sub>min</sub> /I <sub>average</sub> 0.2102
Uniformity 2	I <sub>min</sub> /I <sub>max</sub> 0.0701
F <sub>plane,t</sub> ≥ 40%	32.62 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 50%	28.54 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 60%	24.61 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 70%	20.59 lux
F <sub>plane,t</sub> ≥ 95%	10.94 lux



21 de diciembre 3pm

**w\_zone Cocina**

**Default**

Average	$I_{average}$	56.77 lux
Median	$I_{median}$	58.92 lux
Minimum	$I_{min}$	22.85 lux
Maximum	$I_{max}$	101.48 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.4025
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.2251
$E_{plane,t} \geq 40\%$		62.45 lux
$E_{plane,t} \geq 50\%$		58.92 lux
$E_{plane,t} \geq 60\%$		55.07 lux
$E_{plane,t} \geq 70\%$		49.20 lux
$E_{plane,t} \geq 95\%$		31.89 lux

**w\_zone D1**

**Default**

Average	$I_{average}$	4.26 lux
Median	$I_{median}$	4.23 lux
Minimum	$I_{min}$	2.72 lux
Maximum	$I_{max}$	6.40 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.6380
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.4246
$E_{plane,t} \geq 40\%$		4.39 lux
$E_{plane,t} \geq 50\%$		4.23 lux
$E_{plane,t} \geq 60\%$		4.07 lux
$E_{plane,t} \geq 70\%$		3.91 lux
$E_{plane,t} \geq 95\%$		3.34 lux

**w\_zone area comun**

**Default**

Average	$I_{average}$	39.06 lux
Median	$I_{median}$	34.83 lux
Minimum	$I_{min}$	8.52 lux
Maximum	$I_{max}$	120.67 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.2181
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.0706
$E_{plane,t} \geq 40\%$		40.40 lux
$E_{plane,t} \geq 50\%$		34.83 lux
$E_{plane,t} \geq 60\%$		30.07 lux
$E_{plane,t} \geq 70\%$		25.76 lux
$E_{plane,t} \geq 95\%$		12.64 lux

21 de junio 9am

**w\_zone Cocina**

**Default**

Average	$I_{average}$	80.81 lux
Median	$I_{median}$	83.55 lux
Minimum	$I_{min}$	27.99 lux
Maximum	$I_{max}$	170.76 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.3464
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.1639
$F_{plane,t} \geq 40\%$		89.58 lux
$F_{plane,t} \geq 50\%$		83.55 lux
$F_{plane,t} \geq 60\%$		77.28 lux
$F_{plane,t} \geq 70\%$		68.51 lux
$F_{plane,t} \geq 95\%$		38.82 lux

**w\_zone D1**

**Default**

Average	$I_{average}$	4.41 lux
Median	$I_{median}$	4.39 lux
Minimum	$I_{min}$	2.93 lux
Maximum	$I_{max}$	8.24 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.6648
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.3562
$F_{plane,t} \geq 40\%$		4.54 lux
$F_{plane,t} \geq 50\%$		4.39 lux
$F_{plane,t} \geq 60\%$		4.22 lux
$F_{plane,t} \geq 70\%$		4.08 lux
$F_{plane,t} \geq 95\%$		3.49 lux

**w\_zone area comun**

**Default**

Average	$I_{average}$	29.35 lux
Median	$I_{median}$	27.31 lux
Minimum	$I_{min}$	6.42 lux
Maximum	$I_{max}$	86.38 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.2188
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.0743
$F_{plane,t} \geq 40\%$		31.52 lux
$F_{plane,t} \geq 50\%$		27.31 lux
$F_{plane,t} \geq 60\%$		23.22 lux
$F_{plane,t} \geq 70\%$		19.30 lux
$F_{plane,t} \geq 95\%$		10.47 lux

21 de junio 12am

**w\_zone Cocina**

**Default**

Average	$I_{average}$	77.03 lux
Median	$I_{median}$	80.00 lux
Minimum	$I_{min}$	28.14 lux
Maximum	$I_{max}$	141.88 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.3653
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.1984
$F_{plane,t} \geq 40\%$		84.63 lux
$F_{plane,t} \geq 50\%$		80.00 lux
$F_{plane,t} \geq 60\%$		74.16 lux
$F_{plane,t} \geq 70\%$		64.08 lux
$F_{plane,t} \geq 95\%$		38.21 lux

**w\_zone D1**

**Default**

Average	$I_{average}$	4.65 lux
Median	$I_{median}$	4.62 lux
Minimum	$I_{min}$	2.99 lux
Maximum	$I_{max}$	7.86 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.6424
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.3804
$F_{plane,t} \geq 40\%$		4.79 lux
$F_{plane,t} \geq 50\%$		4.62 lux
$F_{plane,t} \geq 60\%$		4.46 lux
$F_{plane,t} \geq 70\%$		4.29 lux
$F_{plane,t} \geq 95\%$		3.65 lux

**w\_zone area comun**

**Default**

Average	$I_{average}$	32.79 lux
Median	$I_{median}$	30.24 lux
Minimum	$I_{min}$	7.23 lux
Maximum	$I_{max}$	104.44 lux
Uniformity 1	$I_{min}/I_{average}$	0.2205
Uniformity 2	$I_{min}/I_{max}$	0.0692
$F_{plane,t} \geq 40\%$		35.08 lux
$F_{plane,t} \geq 50\%$		30.24 lux
$F_{plane,t} \geq 60\%$		25.20 lux
$F_{plane,t} \geq 70\%$		20.90 lux
$F_{plane,t} \geq 95\%$		11.09 lux

21 de junio 3pm

**w\_zone Cocina**

Default	
Average	I <sub>average</sub> 71.67 lux
Median	I <sub>median</sub> 74.23 lux
Minimum	I <sub>min</sub> 27.03 lux
Maximum	I <sub>max</sub> 132.82 lux
Uniformity 1	I <sub>min</sub> /I <sub>average</sub> 0.3771
Uniformity 2	I <sub>min</sub> /I <sub>max</sub> 0.2035
E <sub>plane,t</sub> ≥ 40%	80.23 lux
E <sub>plane,t</sub> ≥ 50%	74.23 lux
E <sub>plane,t</sub> ≥ 60%	66.68 lux
E <sub>plane,t</sub> ≥ 70%	57.97 lux
E <sub>plane,t</sub> ≥ 95%	37.18 lux

**w\_zone D1**

Default	
Average	I <sub>average</sub> 4.64 lux
Median	I <sub>median</sub> 4.61 lux
Minimum	I <sub>min</sub> 2.80 lux
Maximum	I <sub>max</sub> 7.19 lux
Uniformity 1	I <sub>min</sub> /I <sub>average</sub> 0.6026
Uniformity 2	I <sub>min</sub> /I <sub>max</sub> 0.3889
E <sub>plane,t</sub> ≥ 40%	4.78 lux
E <sub>plane,t</sub> ≥ 50%	4.61 lux
E <sub>plane,t</sub> ≥ 60%	4.46 lux
E <sub>plane,t</sub> ≥ 70%	4.27 lux
E <sub>plane,t</sub> ≥ 95%	3.67 lux

**w\_zone area comun**

Default	
Average	I <sub>average</sub> 46.49 lux
Median	I <sub>median</sub> 38.82 lux
Minimum	I <sub>min</sub> 8.41 lux
Maximum	I <sub>max</sub> 167.89 lux
Uniformity 1	I <sub>min</sub> /I <sub>average</sub> 0.1809
Uniformity 2	I <sub>min</sub> /I <sub>max</sub> 0.0501
E <sub>plane,t</sub> ≥ 40%	48.94 lux
E <sub>plane,t</sub> ≥ 50%	38.82 lux
E <sub>plane,t</sub> ≥ 60%	31.01 lux
E <sub>plane,t</sub> ≥ 70%	25.02 lux
E <sub>plane,t</sub> ≥ 95%	13.29 lux





Avenida Manuela Sáenz y Agramnonte



+593 2-382-6970

2022