



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**ESCUELA PARA LA CIUDAD, EL PAISAJE Y LA ARQUITECTURA  
(CIPARQ)**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
ARQUITECTO**

**“DIAGNÓSTICO ARQUITECTÓNICO DEL SÍNDROME DEL  
EDIFICIO ENFERMO EN LAS VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL  
CIUDAD VICTORIA DE LA CIUDAD DE LOJA”.**

**MÓNICA KATHERINE CANGO CABRERA**

**DIRECTOR:**

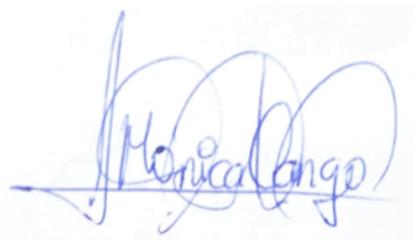
**ARQ. MG. SC. FERNANDO MONCAYO SERRANO**

**AGOSTO - 2020**

**LOJA – ECUADOR**

Yo, **Mónica Katherine Cango Cabrera** declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría: que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación personal y que se encuentra respaldado con la respectiva bibliografía.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a **la Universidad Internacional del Ecuador**, para que el presente trabajo sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual y demás disposiciones legales.



Mónica Katherine Cango Cabrera

Yo, **Arq. Mg. Sc. Fernando Moncayo Serrano**, certifico que conozco el autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo, tanto de originalidad, autenticidad, como de su contenido.



Arq. Mg. Sc. Fernando Moncayo Serrano  
DIRECTOR DE TESIS

*A mis padres, por su amor, apoyo y aliento sin fin.*

*A mis hermanos, amigos de sueños que nunca mueren.*

*A ti, por todas las noches sin dormir, por el café, ese, el de tus ojos.*

*A Dios*

*A mi familia por su amor incondicional.*

*A Fernando Moncayo Serrano, Arq. Mgs.*

*A los docentes de la titulación de Arquitectura*

*A mis amigos y compañeros.*

## Resumen

La carencia de confort térmico ocasionada por la falta de conocimiento y descuido en el diseño arquitectónico provocan problemas de salud a sus ocupantes determinado la presencia del Síndrome del Edificio Enfermo, por ello elevar los estándares mínimos de la vivienda social será el objetivo para lograr un mayor confort térmico y una mejor calidad ambiental.

La metodología se basó en un modelo de evaluación Expost, donde se evaluó la vivienda después de la construcción, su función, materiales y expectativas del usuario. Para su validación se compara el análisis de las características ambientales del sitio con los cálculos matemáticos obtenidos de la envolvente de acuerdo a la NEC y datos sobre el confort del usuario recogidos mediante encuestas y observación.

Los resultados más significativos dan cuenta que, los materiales utilizados para la envolvente no son los adecuados según su zona climática puesto que no cumplen con los coeficientes de transmitancia térmica, asimismo su construcción presenta deficiencias de iluminación y ventilación provocando presencia del SEE, por ello se procede a proponer acciones para el mejoramiento térmico de la vivienda.

Se ha demostrado que, efectivamente, los materiales y la ausencia de un estudio previo a la etapa de diseño atribuyen la presencia del SEE, pese a las restricciones que se pueda tener en costos o tamaño si es posible obtener confort correcto mediante el diseño, orientación y aplicación de los materiales de construcción adecuados a las condiciones climáticas de su entorno.

**Palabras clave:** Síndrome Edificio Enfermo; cálculo matemático; ventilación e iluminación, confort térmico.

## Abstract

The lack of thermal comfort caused by the lack of knowledge and carelessness in the architectural design causes health problems to its occupants determined the presence of the Sick Building Syndrome, so raising the minimum standards of social housing will be the goal to achieve greater thermal comfort and better environmental quality.

The methodology was based on an Expost evaluation model, where the house was evaluated after construction, its function, materials and user expectations. For validation, the analysis of the environmental characteristics of the site is compared with the mathematical calculations obtained from the enclosure according to the NEC and data on user comfort collected through surveys and observation.

The most significant results show that the materials used for the enveloping are not suitable according to their climatic zone, since they do not comply with the thermal transmittance coefficients.

It has been shown that the materials and the absence of a study prior to the design stage do attribute the presence of ESS, despite the restrictions that may be had in costs or size if it is possible to obtain correct comfort through design, orientation and application of construction materials appropriate to the climatic conditions of their environment.

**Keywords:** Sick building syndrome; mathematical calculation; ventilation and lighting, thermal comfort.

**“DIAGNÓSTICO ARQUITECTÓNICO DEL SÍNDROME DEL  
EDIFICIO ENFERMO EN LAS VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL  
CIUDAD VICTORIA DE LA CIUDAD DE LOJA”**

Resumen .....	v
Abstract.....	vi
Índice de figuras .....	x
Índice de tablas .....	xi
Índice de anexos .....	xiii
Introducción.....	1
Capítulo 1 .....	2
1. Investigar.....	2
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Problemática .....	3
1.3 Justificación .....	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 General.....	6
1.4.2 Específicos. ....	7
Capítulo 2 .....	8
2. Estudiar – marco de referencia.....	8
2.1 Marco teórico .....	8
2.2 Marco Conceptual.....	11
2.2.1 Confort ambiental.....	11
2.2.2 Confort térmico o higrotérmico. ....	12
2.2.3 Temperatura del lugar y temperatura de la envolvente. ....	13
2.2.4 Humedad relativa. ....	13
2.2.5 Ventilación. ....	13
2.2.6 Iluminación natural. ....	13
2.2.7 Calidad del aire.....	14
2.2.8 Contaminantes Ambientales.....	14
2.2.9 Ruido y confort acústico. ....	15
2.2.10 Olores .....	16

2.2.11 Localización y orientación de la vivienda.....	16
2.2.12 Puentes térmicos.....	16
2.3 Marco Normativo.....	17
Capítulo 3 .....	19
3. Analizar – estado del arte .....	19
3.1 Estado del arte.....	19
3.1.1 Habitabilidad y calidad ambiental interior en la vivienda social .....	19
3.1.2 La vivienda social en Ecuador .....	20
3.1.3 La vivienda en Chile .....	21
3.1.4 La vivienda y el síndrome el edificio enfermo.....	23
3.1.5 Análisis de investigaciones .....	26
Capítulo 4 .....	29
4. Medir - diagnóstico .....	29
4.1 Metodología .....	29
4.1.1 Metodología de diagnóstico. ....	29
4.1.2 Enfoque de investigación. ....	29
4.1.3 Tipo de estudio .....	29
4.2 Análisis físico ambiental.....	30
4.2.1 Zonificación climática habitacional. ....	30
4.2.2 Clima. ....	31
4.2.3 Temperatura. ....	31
4.2.4 Humedad Relativa. ....	32
4.2.4 Viento. ....	33
4.2.5 Precipitación.....	34
4.2.6 Topografía e hidrología.....	35
4.3 Análisis de vivienda.....	36
4.3.1 Ubicación. ....	36
4.3.2 Tipologías.....	38
4.3.3 Orientación. ....	39
4.3.4 Calidad constructiva. ....	40
4.3.5 Análisis de la envolvente de la vivienda. ....	41
4.3.6 Cumplimiento de las reglamentaciones térmicas. ....	46

4.4 Análisis del usuario.....	49
4.4.1 Población y muestra .....	49
4.4.2 Herramientas de recolección de datos .....	49
4.4.3 Generación y aplicación de encuesta. ....	50
4.4.4 Resultados obtenidos.....	51
4.4.5 Síntesis del diagnóstico .....	55
Capítulo 5 .....	59
5. Probar .....	59
5.1 Metodología de diseño.....	59
5.2 Estrategias de diseño.....	61
5.3 Alternativas de mejoramiento .....	63
5.3.1 Elemento Pared.....	64
5.3.2 Elemento Losa.....	68
5.3.3 Elemento Techo.....	70
5.3.4 Elemento Ventanas-Puertas.....	71
5.4 Análisis de alternativas con respecto al costo.....	72
Capítulo 6 .....	74
6. Mejorar .....	74
6.1 Propuesta de mejoramiento en vivienda .....	74
6.1.1 Materiales propuestos.....	74
6.1.2 Propuesta de diseño en la envolvente.....	75
Conclusiones.....	90
Recomendaciones .....	91
Bibliografía.....	92
Anexos.....	95

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Conjunto Habitacional Ciudad Victoria -2007 .....	3
<b>Figura 2.</b> Síndrome Edificio Enfermo, factores que provocan y afecciones de salud.....	9
<b>Figura 3.</b> Componentes del confort ambiental establecidos por factores físicos, humanos y externos.....	11
<b>Figura 4.</b> Aire inspirado versus aire espirado. Comparación de componentes. ....	15
<b>Figura 5.</b> Concepto de desarrollo sustentable e interacciones de una ciudad sostenible20	
<b>Figura 6.</b> Fases de investigación.....	29
<b>Figura 7.</b> Temperatura máxima, media y mínima .....	32
<b>Figura 8.</b> Humedad relativa en la ciudad de Loja.....	33
<b>Figura 9.</b> Velocidad del viento .....	34
<b>Figura 10.</b> Precipitaciones mensuales .....	35
<b>Figura 11.</b> Viviendas sin habitar.....	36
<b>Figura 12.</b> Vista conjunto habitacional “Ciudad Victoria” .....	37
<b>Figura 13.</b> Ubicación y vías de acceso. ....	38
<b>Figura 14.</b> Tipologías de vivienda.....	39
<b>Figura 15.</b> Orientación de las viviendas .....	40
<b>Figura 16.</b> Caudales mínimos de aire por persona .....	47
<b>Figura 17.</b> Modificaciones actuales de la vivienda .....	56
<b>Figura 18.</b> Síntomas más frecuentes del SEE.....	57
<b>Figura 19.</b> Metodología de diseño .....	60
<b>Figura 20.</b> Estrategias para envolvente.....	61
<b>Figura 21.</b> Tipologías de vivienda y su envolvente.....	62
<b>Figura 22.</b> Planta con mejoramiento de la envolvente propuesto.....	78
<b>Figura 23.</b> Vista axonométrica de la propuesta .....	79
<b>Figura 24.</b> Corte de sección.....	80
<b>Figura 25.</b> Corte en perspectiva.....	81

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Tasas de calor metabólico.....	12
<b>Tabla 2.</b> Niveles mínimos de iluminación al interior de la vivienda.....	14
<b>Tabla 3.</b> Efectos sobre la salud y un nivel orientativo por la cual se suelen producir, según la OMS.....	16
<b>Tabla 4.</b> Parámetros utilizados para la evaluación de la vivienda según la NEC.....	17
<b>Tabla 5.</b> Requisitos de la vivienda en Ecuador.....	21
<b>Tabla 6.</b> Características y estándares de la vivienda en Chile.....	22
<b>Tabla 7.</b> Cuadro resumen de causas y efectos.....	27
<b>Tabla 8.</b> Materiales y métodos utilizados en investigaciones.....	28
<b>Tabla 9.</b> Metodología para ser aplicada en la etapa de diagnóstico.....	28
<b>Tabla 10.</b> Zonificación de la Ciudad de Loja según la NEC.....	31
<b>Tabla 11.</b> Componentes y materiales empleados en la construcción.....	41
<b>Tabla 12.</b> Requisitos de envolvente para la zona climática 3.....	42
<b>Tabla 13.</b> Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el exterior.....	43
<b>Tabla 14.</b> Cálculo de transmitancia térmica de la pared.....	43
<b>Tabla 15.</b> Cálculo de transmitancia térmica piso.....	44
<b>Tabla 16.</b> Cálculo de transmitancia térmica losa.....	45
<b>Tabla 17.</b> Cálculo de transmitancia térmica vidrio.....	45
<b>Tabla 18.</b> Cálculo de transmitancia térmica techo.....	46
<b>Tabla 19.</b> Tablas comparativas de valores obtenidos de la envolvente.....	47
<b>Tabla 20.</b> Cálculo de calidad del aire en vivienda.....	48
<b>Tabla 21.</b> Tamaño de muestra para el estudio.....	49
<b>Tabla 22.</b> Finalidad de cada pregunta.....	50
<b>Tabla 23.</b> Interpretación de datos.....	52
<b>Tabla 24.</b> Tabla comparativa de rangos de confort.....	57
<b>Tabla 25.</b> Estrategias de diseño.....	63
<b>Tabla 26.</b> Criterio de selección de materiales para la envolvente.....	64
<b>Tabla 27.</b> Cálculo de transmitancia y resistencia con fibrocemento.....	65
<b>Tabla 28.</b> Cálculo de transmitancia y resistencia con ladrillo tipo jaboncillo.....	66
<b>Tabla 29.</b> Cálculo de transmitancia y resistencia con piedra.....	67

<b>Tabla 30.</b> Cálculo de transmitancia y resistencia con Hormypol .....	68
<b>Tabla 31.</b> Cálculo de transmitancia y resistencia con yeso -cartón y cámara de aire....	69
<b>Tabla 32.</b> Cálculo de transmitancia y resistencia con yeso -cartón y polietileno expandible .....	69
<b>Tabla 33.</b> Cálculo de transmitancia y resistencia con totora .....	70
<b>Tabla 34.</b> Cálculo de transmitancia y resistencia con yeso -cartón y polietileno expandible .....	70
<b>Tabla 35.</b> Cálculo de transmitancia y resistencia con totora .....	71
<b>Tabla 36.</b> Alternativas para ventanas – puertas .....	71
<b>Tabla 37.</b> Análisis de alternativas costo-beneficio para ambas tipologías. ....	72
<b>Tabla 38.</b> Materiales utilizados en mejora de la vivienda .....	74
<b>Tabla 39.</b> Detalles constructivos para la envolvente .....	75

**Índice de anexos**

<b>Anexo 1.</b> Anuario meteorológico 2013 .....	95
<b>Anexo 2.</b> Tipología inicial de la vivienda .....	96
<b>Anexo 3.</b> Resultados de encuestas.....	100
<b>Anexo 4.</b> Precios unitarios de las alternativas .....	101

## **Introducción**

El tiempo de permanencia dentro de viviendas a provocado problemas de salud a sus ocupantes debido a la mala ventilación, aumento o disminución de temperaturas, materiales utilizados, acabados, dimensiones, como consecuencia da lugar a la presencia del Síndrome del Edificio Enfermo originando síntomas y problemas dentro de los espacios interiores e incrementando el déficit cualitativo en Ecuador.

Para esta investigación se analiza un marco teórico relacionado al SEE donde se abordan conceptos básicos de iluminación, ventilación, calidad del aire, temperatura, puentes térmicos y parámetros normativos establecidos por la NEC. El objetivo general es evaluar los espacios interiores de la vivienda de interés social para verificar si cumple las condiciones de habitabilidad.

La metodología de estudio es mediante una evaluación expost referente a analizar la vivienda después de la construcción, se analiza el contexto en cuanto a la zona climática habitacional y los materiales utilizados para su construcción para conocer su potencial y determinar si cumple o no con los parámetros establecidos.

Se buscan alternativas constructivas que permitan estabilizar las temperaturas internas de la vivienda, las posibilidades de reacondicionarla interviniendo en ella mejora sustancialmente su desempeño térmico. Los resultados obtenidos demuestran que el mejoramiento de la envolvente contrarrestaría la presencia del SEE, evitando la condensación de muros, generación de hongos y sin duda, mejoría su plusvalía.

## Capítulo 1

### 1. Investigar

#### 1.1 Antecedentes

Actualmente, las personas que viven en áreas urbanas pasan el 80 y 90% de su tiempo realizando actividades sedentarias en espacios interiores, ya sea durante el trabajo como durante el tiempo de ocio (Hernández, 2011, p.2). Por tal motivo esta forma de vida ha ocasionado que los espacios interiores tanto de edificios como de vivienda sea motivo de preocupación, una mala ventilación e iluminación puede provocar una mala calidad del aire interior e higiene de la misma.

La OMS define al Síndrome de Edificio Enfermo (SEE) como “un conjunto de enfermedades originadas o estimuladas por la contaminación del aire en espacios cerrados” se considera que afecta entre un 10% y 30% de los ocupantes, los cuales experimentan síntomas inespecíficos sin que sus causas estén perfectamente definidas.

El caso de estudio es analizar las Viviendas de Interés Social (VIS) para diagnosticar la presencia del Síndrome del Edificio Enfermo, pues es notable que en el objetivo de minimizar costos en la construcción se utilice materiales económicos y deficientes.

Los planes habitacionales en la Ciudad de Loja se han incrementado en los últimos años, obedeciendo más a políticas por intentar suplir ofertas. En la década del 2000 el Municipio de Loja a través de su empresa Municipal de Vivienda VIVEM-Loja, desarrolló el conjunto habitacional Ciudad Victoria enfocado a solucionar el déficit habitacional existente, este se encuentra ubicado en la parte occidental de la ciudad en la Vía de Integración Barrial Ángel Felicísimo Rojas. Cuando existe ausencia de un estudio físico-espacial como ambiental se presentan problemas debido a un diseño y construcción deficientes provocando problemas de salud tanto temporales como permanentes a sus ocupantes (Ortiz, 2017).

**Figura 1. Conjunto Habitacional Ciudad Victoria -2007**



Fuente: Diario La Hora (2007).

Por ello, determinar si la Vivienda de Interés Social cumple con las condiciones de habitabilidad en cuanto al diseño, materiales y cuestiones ambientales, dado el caso, que tener una buena calidad ambiental genera efectos positivos en sus habitantes, disminuyen posibilidades de enfermar y a tener una vida más saludable, que es lo que busca la OMS con los Objetivos Desarrollo Sostenible (ODS).

## **1.2 Problemática**

Uno de los principales problemas en países latinoamericanos es el déficit habitacional, por ello la vivienda de interés social, ha sido una de las soluciones que se han realizado para cubrir las necesidades de un techo para las familias de menores ingresos.

El desarrollo de programas de vivienda en Ecuador se viene realizando por los gobiernos de turno con el apoyo de organizaciones y entidades públicas, de acuerdo a los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2010) el déficit cualitativo de la vivienda en Loja se sitúa en 33.3%, esto no implica la necesidad

de construir más viviendas sino más bien de mejorar las condiciones habitacionales de las mismas en cuanto a: materialidad, espacio y servicios.

En razón de que los programas de vivienda social son modelos repetitivos que se implantan en cualquier parte del país, por tanto, se manejan por un tema cuantitativo más no por un tema cualitativo, ya que es más importante el minimizar costos dentro de la construcción, que los costos que puede abarcar las viviendas a problemas de confort cuando las personas la habitan (Pérez, 2016).

Uno de los problemas existentes en las viviendas es la carencia de confort térmico ocasionada por falta de conocimiento y descuido en el diseño arquitectónico. Como prueba está la utilización de materiales de baja calidad, ausencia o deficiencia de acabados, esto sumado a las pequeñas dimensiones espaciales que poseen, como consecuencia: afecta la limpieza e higiene de los espacios, deriva a una mala calidad del aire y provoca problemas de salud para sus ocupantes como dolor de cabeza, garganta, náuseas, estrés entre otros (Tovar, 2018).

El caso de estudio es el programa de vivienda “Ciudad Victoria” que es el primero que desarrolla el Municipio de Loja a través de su empresa Municipal de Vivienda Vivem-Loja, con la finalidad de mejorar la calidad de vida y reducir el déficit habitacional de la ciudad. Desde la entrega a sus beneficiarios su desarrollo progresivo se evidencia drásticamente puesto que su diseño inicial a sufrido numerosas intervenciones debido a que las familias crecen, necesitan más espacio y se amplían rápidamente sin tener un seguimiento técnico, demostrando el escaso estudio en la proyección de las viviendas porque se crean espacios carentes de iluminación y ventilación. Por ello al tomar medidas el diseño arquitectónico asegurara una calidad ambiental interior, disminuirá los problemas de salud y lograra un ambiente confortable (Bustamante, 2009).

Por tanto, existe la necesidad de mejorar las condiciones de confort y habitabilidad en los ambientes interiores de la VIS, con la finalidad de proponer acciones de mejora para que las familias gocen de una vivienda adecuada. Puesto que las viviendas deberían ser acorde a cada región, porque Ecuador cuenta con tres regiones cada una de ellas con pisos climáticos y características diferentes, por lo tanto, es necesario cumplir con un

conjunto de condiciones físicas y ambientales que garantizan la calidad de vida, ya que no es conveniente construir de la misma manera en cada una de ellas (INEC, 2015).

### **1.3 Justificación**

La contaminación del aire en la vivienda es el segundo riesgo ambiental más alto para la salud, y se estima que causó 3,8 millones de muertes en el 2016 a nivel mundial. El (INEC,2018) indica que la enfermedad isquémica del corazón es la principal causa de muerte en el Ecuador seguido por diabetes, enfermedades cerebrovasculares, influenza y neumonía y enfermedades hipertensas, tres de las cuales según la (OPS, 218) se las atribuyen a la contaminación del aire en espacios interiores. La consecuencia de tener espacios contaminados tiene un impacto negativo en la salud de sus ocupantes, por ello mejorar la calidad ambiental de la vivienda disminuye el riesgo de afecciones y enfermedades.

Poder adquirir una vivienda propia es el objetivo de cada familia, por ello la construcción masiva de viviendas de interés social es la respuesta para los grupos de escasos recursos, pero las cuales no se adaptan a las necesidades actuales y cambiantes de los usuarios, según la (OMS,2018) una vivienda saludable es la que posee espacios confortables, suficientes y adecuados teniendo en cuenta sus características ambientales.

El programa de vivienda “Ciudad Victoria” actualmente presentan problemas porque no conservan su diseño inicial y al construir nuevos espacios regularmente en la parte posterior, afectan la salud del propio beneficiario, pues reduce la ventilación e iluminación (La Hora, 2013). Por tal motivo el estudio del confort determinara las causas y consecuencias de tener espacios mal diseñados y como estos afectan a la salud de los usuarios.

En nuestro contexto la evaluación de la VIS mediante el SEE no se ha realizado por ello la investigación pretende evidenciar que, considerando las características ambientales previo a la implantación y diseño de programas de vivienda se cumpliría con parámetros de habitabilidad de acuerdo al clima, ubicación, asoleamiento y en mejora de las condiciones de confort e higiene de los espacios y de la salud de las personas.

No hay que dejar de lado que los procesos de diseño arquitectónico que son basados en la arquitectura bioclimática, son esenciales para crear nuevos enfoques hacia el desarrollo de nuevos proyectos de vivienda (García, 2011). Pues actualmente las personas pasan más tiempo en sus viviendas y pueden presentarse síntomas relacionados en el SEE.

Para identificar la presencia del SEE se desarrollará una investigación minuciosa asociando los síntomas presentados por los usuarios con el déficit de iluminación, ventilación y materiales, demostrando la contaminación en sus espacios interiores. Además, el diseño de la vivienda se puede comprobar según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) de acuerdo a la zona climática habitacional se verificaría si la vivienda cumple o no con los requerimientos de habitabilidad.

De ahí, la necesidad de realizar el presente estudio para promover el análisis de la edificación para determinar el confort de los usuarios en los espacios interiores, porque el crecimiento de la población ha llevado que quienes no poseen una vivienda satisfagan esta necesidad adquiriendo unidades deficientes, por ello, al evaluar el diseño de los programas de vivienda conlleva a propuestas en mejora de las mismas y aunque no necesariamente requieran de una grande inversión y en espacios no presente una diferencia significativa, pero de alguna manera brinda beneficios al usuario tanto a nivel económico, disminuyendo el déficit cualitativo y otorgando mejores condiciones ambientales en término de una mejor calidad de vida.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General.**

- Evaluar los espacios interiores de la VIS<sup>1</sup> de la Ciudad de Loja (Ciudad Victoria), identificando los factores del SEE<sup>2</sup> para proponer estrategias de mejoramiento en la envolvente.

---

<sup>1</sup> VIS - Vivienda de Interés Social

<sup>2</sup> SEE - Síndrome del Edificio Enfermo

### **1.4.2 Específicos.**

- Analizar la vivienda social basada en los factores del SEE para determinar deficiencias de iluminación, ventilación natural, temperatura.
- Determinar cuáles son los factores deficientes de los espacios interiores mediante análisis y cálculos matemáticos para determinar la presencia del SEE.
- Proponer alternativas de mejoramiento con base a criterios de arquitectura bioclimática para obtener espacios interiores confortables en las viviendas de interés social.

## Capítulo 2

### 2. Estudiar – marco de referencia

#### 2.1 Marco teórico

La Organización Mundial de la Salud (OMS) hace 38 años define al Síndrome del Edificio Enfermo (SEE) como enfermedad e indica que es “un padecimiento ya viejo, pero del que poco se sabe en la actualidad” (Ortiz, 2017, p.25). Se presentan en algunas personas afecciones de salud, al habitar o trabajar en un edificio debido a la mala ventilación, iluminación, orientación, entre otros factores. Por ello, el diseño, el uso de materiales constructivos adecuados y la construcción de acuerdo a las condiciones climáticas generara mejores soluciones habitacionales.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) señala; que tener edificios saludables es beneficioso pues presentan mayor productividad para las empresas y en la vivienda otorgan ambientes sanos logrando una convivencia armoniosa.

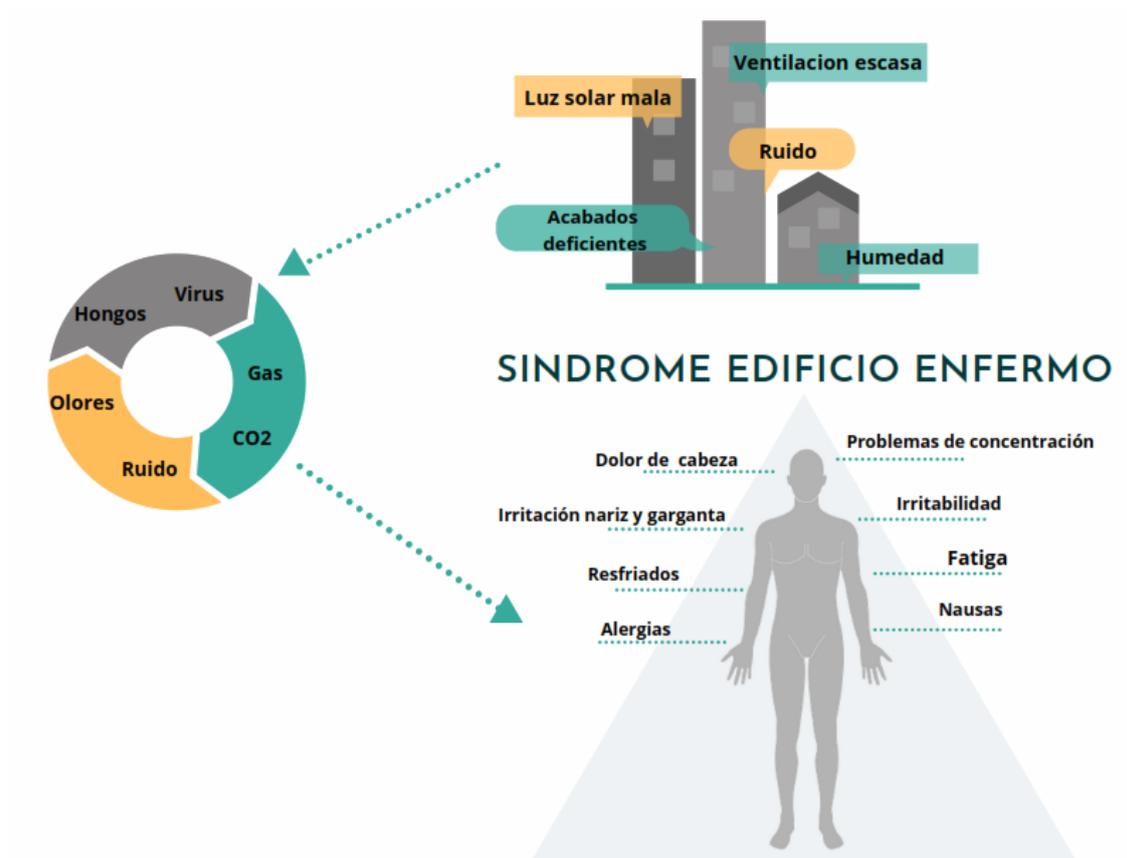
#### *Síndrome Edificio Enfermo*

La OMS define al Síndrome del Edificio Enfermo como un conjunto de molestias o enfermedades que afectan el rendimiento laboral de sus ocupantes, estos aparecen durante la permanencia en el interior del edificio y desaparecen después de su abandono. Al menos, en un 20% de los usuarios se sienten insatisfechos por contaminación del aire en los espacios (Martínez y Callejo, 2006).

Los síntomas más característicos son principalmente: Irritación de ojos nariz y garganta, resfriados, congestión nasal, alergias, dolor de cabeza, irritabilidad, náuseas, fatiga y problemas de concentración.

Generalmente, estos síntomas se caracterizan porque desaparecen al abandonar el edificio, ya sea después de unos días o de una manera inmediata. Con relación al caso de vivienda esto se produce por la recirculación del aire e iluminación escasa, ausencia o deficiencia de acabados que conllevan a espacios inadecuados afectando la salud de sus ocupantes (ver Figura 2).

**Figura 2. Síndrome Edificio Enfermo, factores que provocan y afecciones de salud.**



Fuente: Elaboración propia en base a (Metodología SEE, 1994).

### *Edificios que poseen el SEE*

Las viviendas o edificios donde se suelen producir este síndrome son los que comúnmente presentan estas características (Cascales, 2009).

- Contienen una ventilación forzada o recirculación del aire.
- Con frecuencia suelen ser construirse con materiales de baja calidad.
- Los interiores están recubiertos con material textil, incluyendo paredes, suelos.
- Poseen ambiente térmico homogéneo y se conservan relativamente calientes.
- Las construcciones son herméticas y las ventanas no pueden abrirse.

### *Enfermedades relacionadas al SEE*

Las enfermedades se clasifican en tres grupos, las cuales guardan una relación causa-efecto como consecuencia presentan un mayor problema de salud relacionado al SEE (Martínez y Callejo, 2006).

- Enfermedades infecciosas de transmisión aérea: Transmitidas por portadores de virus, como la gripe o tuberculosis.
- Enfermedades de hipersensibilidad: Alergias, asma, provocadas por hongos.
- Reacciones tóxicas: Exposición elevada a compuestos como pesticidas, monóxido de carbono.

### *Factores influyen en el SEE*

Según (Cascales, 2009) el diagnóstico del SEE debe ser minucioso, ya que las causas pueden derivarse de varios orígenes y más cuando no se administran de forma adecuada. Los factores que regularmente influyen en la presencia del SEE son:

- Factores físicos: La temperatura, humedad relativa, ruido, iluminación y ventilación deficientes influyen en el grado de satisfacción del ser humano.
- Factores químicos: Las sustancias químicas aun en bajas concentraciones son perjudiciales para la salud, estas pueden ser sustancias de limpieza o ambientadores, dióxido y monóxido de carbono, etc.
- Factores biológicos: Presencia de hongos, mohos, bacterias, virus son otra fuente de contaminación microbiológica en los ambientes interiores.
- Factores psicosociales: El estrés, tiempo de permanencia en un lugar, actividad, comunicación y la relación son factores que llegan a desarrollar síntomas atribuidos al SEE (Ortiz, 2017).
- Contaminación exterior: El aire indeseado que entra en la vivienda también contribuye a la contaminación en espacios interiores.

## 2.2 Marco Conceptual

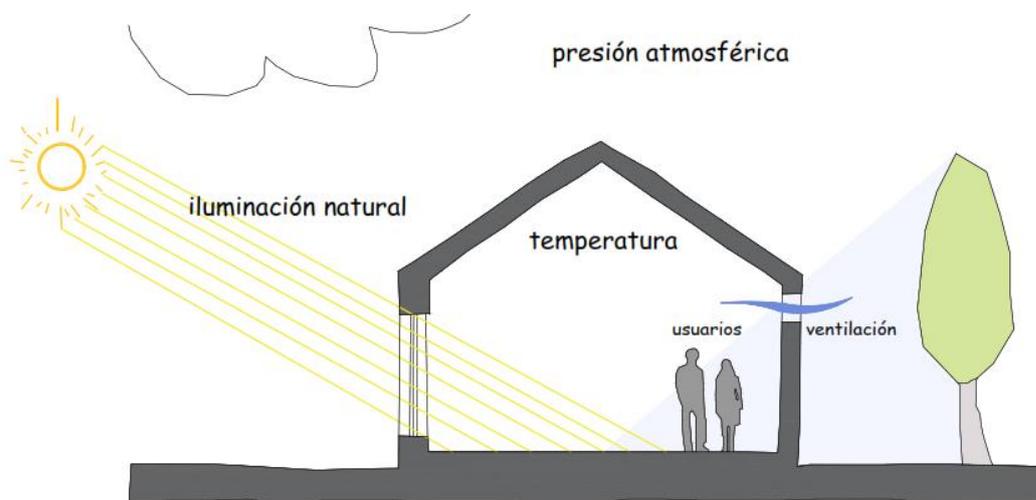
La evaluación mediante el Síndrome del Edificio Enfermo además de considerar síntomas y sus causas también involucra el confort y su entorno, por ello se analiza los conceptos expuestos a continuación para una mejor interpretación y comprensión del presente estudio.

### 2.2.1 Confort ambiental.

Se define al estado de satisfacción físico y mental cuando las condiciones ambientales dentro de un espacio son favorables. La ausencia de confort implica incomodidad o molestias, ya sea por la iluminación escasa, ventilación inadecuada, olores desagradables entre otros.

En la Figura 3 se muestra que el confort ambiental depende de varios parámetros, los factores físicos considerados como la temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, olores y ruido, los factores humanos como la edad, sexo, características de cada persona y su cultura, por último, los factores externos referidos tipo de vestimenta, hábitos y actividades físicas.

**Figura 3. Componentes del confort ambiental establecidos por factores físicos, humanos y externos.**



Fuente: Elaboración propia en base a (Bustamante et al., 2009)

### 2.2.2 Confort térmico o higrotérmico.

El confort térmico se refiere al grado de satisfacción del ser humano y su relación con el ambiente que los rodea pues el cuerpo humano transfiere calor a su entorno, habitualmente se encuentra a mayor temperatura que las viviendas y ambiente.

La sensación depende de varios parámetros los relacionados con las personas por su vestimenta, actividad física y los referentes al medio ambiente como temperatura, humedad relativa, velocidad del aire.

En la Tabla 1 estima el calor que dichas personas aportan al espacio en que se encuentran para evaluar los requerimientos de confort de las personas de acuerdo a las actividades que realizan. El balance entre las variables ambientales conducirá a situaciones en las que si bien la mayoría de la población expuesta se encontrarán térmicamente confortable existirán personas que expresen incomodidad (NEC, 2011).

**Tabla 1. Tasas de calor metabólico**

Actividad		Watts
	Dormir	100
	Trabajo liviano	140
	Caminar	200
	Esfuerzo físico ligero	200
	Esfuerzo físico intenso	Máx. 1000

Fuente: (Hernández, 2011).

### **2.2.3 Temperatura del lugar y temperatura de la envolvente.**

El piso térmico y la temperatura promedio del lugar son el resultado de la cantidad de calor por unidad de tiempo (cambio de calor por convección) y de la altura sobre el nivel del mar, por ende, con estos factores ambientales se toman decisiones en la orientación y localización de la vivienda (Cortes, 2010).

Puesto que, el intercambio de calor entre el cuerpo humano y la temperatura de la envolvente (superficie de paredes, cielo, ventanas, piso) determinará el grado de confort en los usuarios, aunque también depende del tipo de vestimenta y de la época del año es adecuado que los rangos de confort estén entre 18°C y 20°C.

### **2.2.4 Humedad relativa.**

Es la cantidad de agua contenida en el aire que se manifiesta en forma de vapor, actúa sobre la posibilidad de intercambiar calor por evaporación de sudor, “mientras menor es la humedad relativa más fácil es la evaporación así no se forma una capa líquida de sudor molesto” (Bustamante et al., 2009, p. 39). La NEC indica que la humedad relativa debe estar entre 40% y 65% para lograr un confort térmico.

### **2.2.5 Ventilación.**

Renovación del aire del interior de una edificación debe cumplir con 2 objetivos primordiales, mantener la calidad del aire interior y lograr el confort térmico donde se permitan reducir la temperatura en épocas calurosas (Hernández, 2011).

### **2.2.6 Iluminación natural.**

La iluminación deficiente, los brillos excesivos y los deslumbramientos provoca cansancio y molestias, estrés visual, dolores de cabeza y afectan la higiene de los espacios. Aunque necesariamente en las horas de ausencia de luz natural se debe implementar luz artificial esta debe ser la necesaria, procurando un confort lumínico (Metodología SEE, 1994).

En la Tabla 2 se muestra los niveles de iluminación requeridos de acuerdo a los espacios de la vivienda establecidos en la NEC, estos valores deben ir acorde a las necesidades de cada espacio con el objetivo de no afectar la salud de las personas.

**Tabla 2. Niveles mínimos de iluminación al interior de la vivienda.**

Área	Mínimo (LUX)	Recomendado (LUX)	Óptimo (LUX)
<b>Vivienda</b>			
Dormitorio	100	150	200
Cuarto de aseo/baños	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de estudio o trabajo	300	500	750
<b>Zonas generales de edificios</b>			
Zonas de circulación y pasillos	50	100	150
Escaleras, roperos, lavados, almacenes, y archivos.	100	150	200

Fuente: (NEC, 2018).

### 2.2.7 Calidad del aire.

En climas cálidos una renovada calidad del aire ayuda a mejorar el confort térmico, pero en climas fríos llega a afectar la temperatura en los espacios interiores, aunque en la vivienda social es afectada por el número de personas en espacios pequeños provocando contaminación y afectaciones de salud a sus ocupantes.

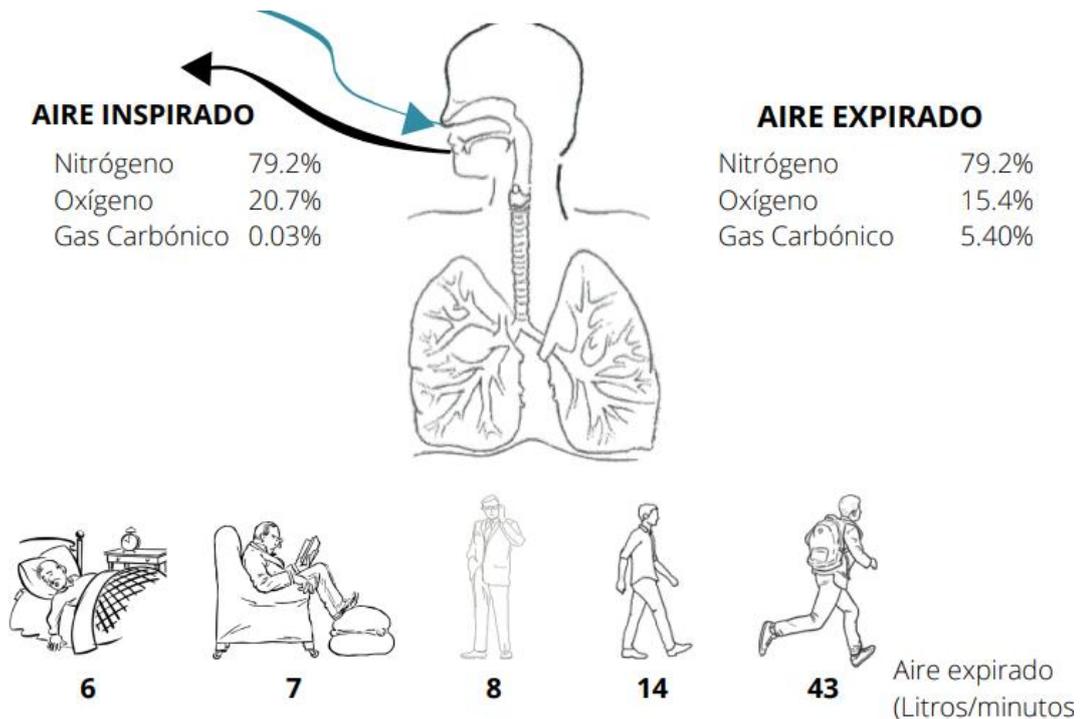
La deficiencia en la calidad del aire presenta concentración de CO<sub>2</sub>, gérmenes, propiciando enfermedades respiratorias como: asma, rinitis, tos y gripas constantes. Una ventilación mínima de 20 m<sup>3</sup>/h por persona es la adecuada, pero debe ser controlada y autorregulable (Bustamante et al., 2009).

### 2.2.8 Contaminantes Ambientales.

La presencia en el ambiente de compuestos que son posibles contaminantes, los más significativos son: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), vapores orgánicos (Metodología SEE, 1994).

Sin embargo, una de las fuentes principales de contaminación en los espacios interiores de edificios como vivienda, suelen ser sus propios ocupantes (ver Figura 4) pues el ser humano produce de forma natural dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) lo que provoca problemas irreversibles en su salud.

**Figura 4. Aire inspirado versus aire espirado. Comparación de componentes.**



Fuente: Elaboración propia en base a (Bustamante et al., 2009).

### 2.2.9 Ruido y confort acústico.

Un entorno ruidoso puede reducir la capacidad de concentración de las personas y manifestar síntomas concretos, tales como estrés, dolor de cabeza y fatiga. Existen rangos (ver Tabla 3)) permitidos de ruido en exterior e interior establecidos por la Organización Mundial de la Salud para lograr un confort acústico, con la finalidad de no afectar la salud y el desarrollo de las actividades de las personas.

**Tabla 3. Efectos sobre la salud y un nivel orientativo por la cual se suelen producir, según la OMS**

<b>Entorno</b>	<b>Nivel de sonido dB(A)</b>	<b>Tiempo (b)</b>	<b>Efecto de la salud</b>
Exterior de las viviendas	50-55	16	Molestia
Interior de las viviendas	35	16	Interferencia con la comunicación
Dormitorios	30	8	Interrupción del sueño
Actividades de ocio	100	4	Deterioro auditivo

Fuente: Organización Mundial de la Salud

### **2.2.10 Olores**

Los gases y vapores producen olores y molestias que son irritativas y si llegan a ser permanentes afectan la salud de los ocupantes. Recientemente se han introducido dos nuevas unidades, el olf y el decipol es la contaminación ambiental generada por una persona estándar para intentar cuantificar fuentes de contaminación y niveles de contaminación tal como los percibe el ser humano (Cortes, 2010).

### **2.2.11 Localización y orientación de la vivienda**

La óptima localización y orientación con respecto a las características ambientales es una de las estrategias bioclimáticas más importantes para climatizar una construcción, analizando estas condiciones se obtendrá un óptimo confort de las viviendas con el objetivo de dotar de una vivienda adecuada y saludable a sus habitantes, es adecuado que para climas fríos las fachadas de las viviendas sean orientadas al este -oeste con la finalidad de acumular calor para ser restablecido en horas nocturnas (NEC, 2018)

### **2.2.12 Puentes térmicos**

Los puentes térmicos aumentan las pérdidas térmicas reduciendo la temperatura interior estos se localizan en uniones entre elementos y materiales donde la envolvente cambia sus propiedades como unión de, piso, muros, techo, ventanas, puertas. Son puntos críticos de la envolvente caracterizados por tener una transmitancia térmica alta.

“Cuando se coloca aislante térmico de forma continua en el exterior de la envolvente el puente térmico no existe ya que el material colocado a través del muro evita cualquier tipo de pérdida” (CCHC, 2015, p. 42).

### 2.3 Marco Normativo

En el Ecuador, el principal normativo es la Norma Ecuatoriana de la Construcción “NEC” que tiene finalidad de regular los procesos y cumplir con las exigencias básicas de seguridad y calidad en las edificaciones.

Del contenido de la norma se utilizará el capítulo 13 de “Eficiencia Energética en Edificios Residenciales” que trata cuestiones climáticas, de ventilación de iluminación y de caracterización de materiales, aunque no contiene información sobre el Síndrome del Edificio Enfermo porque este es la causa de aplicación deficiente de ciertos elementos de la norma que no sean considerado. Por ello, los parámetros establecidos permitirán evaluar la vivienda utilizando las fórmulas establecidas en la norma, se ha utilizado la del 2011 y 2018 porque algunos datos han sido omitidos en la edición más reciente.

En la Tabla 4 se indica los parámetros utilizados en el presente estudio de acuerdo a la zona climática determina los valores mínimos de iluminación, calidad del aire y los requerimientos para lograr confort y tener espacios habitables.

**Tabla 4. Parámetros utilizados para la evaluación de la vivienda según la NEC.**

Capítulo 13 -Eficiencia Energética en Edificios Residenciales			
Parámetros	Titulo		Contenido
3	Zonificación Habitacional	Climática	Zona climática en la que se ubica la edificación que se pretende evaluar
4	Exigencias Prescriptivas		Requerimientos mínimos para mejorar el comportamiento térmico de las edificaciones
4.1	Envolvente de la edificación		Exigencias de aislamiento, infiltración de aire, aplicables a aquellas partes afectadas de la edificación.
4.2	Coeficiente global de pérdida por transmisión		Componentes de la envolvente cumplen o no con los requerimientos prescriptivos,
4.3	Control de Infiltración del aire		Tasas de infiltración máxima permitidas.
4.4	Calidad del aire		Tasas de renovación de aire mínimas.
4.5	Valores mínimos de iluminación	de	Nivel mínimo de iluminación en el interior de la vivienda en función de las necesidades de cada espacio.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la construcción (2018).

Acorde a las fórmulas y tablas que contiene la norma se puede hacer una valoración matemática y verificar si las viviendas cumplen o no con los requerimientos mínimos de calidad ambiental. Es visible que la construcción deficiente se vea ligado al incumplimiento de leyes y normas y del escaso aporte de información, por ejemplo, la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire emitida en el 2011 contiene información superficial sobre la contaminación ambiental y no existe información respecto a la vivienda o edificaciones.

En España, el Instituto Nacional de Higiene y Trabajo establece cuestionarios para la detección del SEE, con ello se pueden obtener datos de los usuarios e identificar síntomas, causas y diagnosticar su existencia, los cuestionarios han sido utilizados en varios estudios demostrando su validez para ser aplicados.

El análisis según del cumplimiento de la norma se puede comparar con los resultados obtenidos mediante las encuestas, para luego proponer acciones de mejora en las viviendas.

## Capítulo 3

### 3. Analizar – estado del arte

#### 3.1 Estado del arte

##### 3.1.1 Habitabilidad y calidad ambiental interior en la vivienda social

La habitabilidad se refiere al cumplimiento de requerimientos mínimos para cada edificación, la calidad ambiental interior y el confort son condiciones íntimamente relacionadas a factores ambientales, sociales, físicos, económicos, etc.

Debido a los múltiples problemas presentados en las viviendas en la época de la revolución industrial, en 1929 el Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM) aborda el tema de la habitabilidad y la vivienda “definiendo parámetros de densidad, organización, confort, distribución del espacio y la construcción en serie de vivienda social de esta época” (Tovar, 2018, p.7).

A pesar de ello, es evidente que en los proyectos de vivienda social continúan con las mismas deficiencias pues una mala práctica constructiva y ausencia en la planificación, generan un impacto negativo en sus habitantes contribuyendo al crecimiento del déficit cualitativo ya que no cumplen con las condiciones óptimas para habitabilidad.

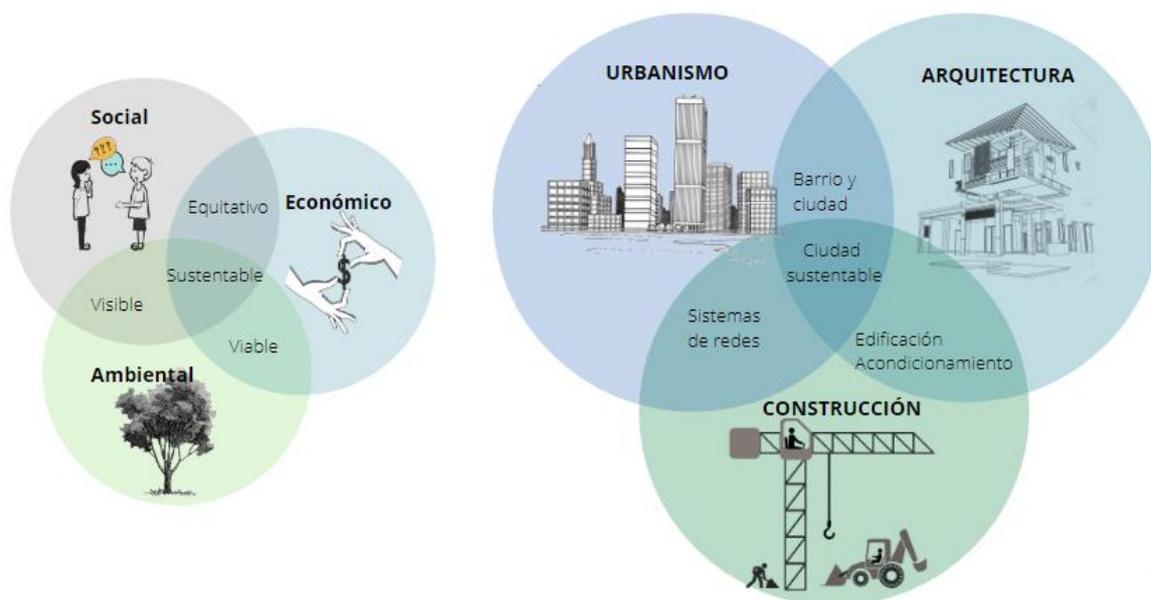
Por ello la OMS establece que las condiciones adecuadas al usuario estarán definidas por la calidad ambiental interior definidas por niveles de contaminación: físicos, químicos y biológicos. Al mismo tiempo, optimizando las condiciones ambientales y la gestión óptima de recursos, de acuerdo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En la figura 4 se muestra el equilibrio entre la arquitectura, urbanismo y construcción, es lo que toda vivienda debe aspirar en busca de una ciudad sustentable, los nuevos enfoques sobre la conformación de espacios interiores adecuadas al usuario y su actividad juegan un rol esencial en mejora la calidad ambiental.

Por lo tanto, la arquitectura planteará estrategias climáticas, condiciones de confort y el diseño, el urbanismo dotará de una buena infraestructura y la construcción contemplará los materiales con sus propiedades físicas y su uso eficiente.

Todo con el objetivo de disminuir los problemas de salud de sus habitantes ocasionados por una insuficiente ventilación, malas prácticas vinculadas con el uso inadecuado de productos, y por una deficiente limpieza y mantenimiento. Es necesario determinar que sin habitabilidad no hay calidad ambiental.

**Figura 5. Concepto de desarrollo sustentable e interacciones de una ciudad sostenible**



Fuente: Elaboración propia en base a (Bustamante et al., 2009).

### 3.1.2 La vivienda social en Ecuador

Las ciudades ecuatorianas tienen un alto índice de crecimiento, la tendencia de la población a trasladarse a zonas urbanas ocasiona el crecimiento del déficit habitacional, de tal manera la construcción de programas habitacionales son la respuesta por parte del Estado ya que no es lo mismo tener una casa en la ciudad que en zonas aisladas donde es difícil acceder a servicios básicos, equipamientos y oportunidades laborales.

Según datos del (INEC, 2010) el déficit cualitativo de vivienda es de 33.12% lo que representa que un 52% de la población tiene algún inconveniente con el lugar que habita debido a la utilización de materiales inadecuados, carencia de servicios, hacinamiento y ubicación en zonas inseguras.

En el caso de la vivienda social en Ecuador su construcción es de bajo presupuesto economizando en materiales por ello no se alcanzan los niveles de confort requeridos, es oportuno el cumplimiento y regulación de las normas establecidas puesto que eleva los estándares de la vivienda social y contribuyen a reducir el déficit cualitativo (NEC, 2011).

Según (Barragán y Ochoa, 2014) las viviendas de interés social suelen ser de bajo costo y se lo interpreta como sinónimo de mala calidad, así que se debe lograr la mejor calidad con menor costo posible, además de orientar transformaciones con el tiempo.

Con lo antes mencionado se establece que; es necesario cambiar las formas de construcción en el país bajo los puntos de sostenibilidad para que no exista inconvenientes en la iluminación, ventilación y parámetros de confort con la finalidad de otorgar espacios adecuados.

**Tabla 5. Requisitos de la vivienda en Ecuador**

<b>Requisitos mínimos para una vivienda social</b>
<b>Estándares</b>
Dormitorios como mínimo
Estar-comedor-cocina
Baño
Área total de 49 m2, excluye circulaciones verticales y horizontales.
<b>Características</b>
La vivienda debe tener acabados internos como externos.

Fuente: Elaboración propia en base a datos del (MIDUVI, 2018).

### **3.1.3 La vivienda en Chile**

Chile es uno de primeros países de América Latina en generar normas y reglamentos obligatorios para elevar los estándares en la vivienda social con el objetivo de lograr mayor confort y habitabilidad.

Los programas de vivienda se basan en tres ejes principales: aumentar las soluciones habitacionales dirigidas especialmente al 40% de la población más pobre, garantizar la calidad de las viviendas y promover la integración social.

Es muy importante que el uso de estrategias en el diseño arquitectónico se considere desde las primeras etapas de diseño y busque acercarse lo más posible al confort de los usuarios, para comprobar lo antes mencionado se evalúa si las viviendas disponen de “asistencia técnica y de fiscalización adecuada, para asegurar su calidad” (Bustamante et al., 2009, p. 6).

La construcción de las viviendas va de acuerdo a la zonificación climática del país, esto no implica un costo mayor en términos de construcción sino una mejor calidad para sus habitantes. Los proyectos de construcción de viviendas son subsidiados por el Fondo Solidario de Vivienda y del Subsidio Habitacional Rural consideran como mínimo los estándares de calidad de materiales de construcción, la habitabilidad, iluminación, soleamiento y la calidad de vida de sus habitantes.

**Tabla 6. Características y estándares de la vivienda en Chile**

<b>Requisitos mínimos para una vivienda social</b>	
<b>Estándares</b>	
<b>2</b>	Dormitorios como mínimo
<b>1</b>	Estar-comedor-cocina
<b>1</b>	Baño
	Áreas de circulaciones.
	Se contempla la ampliación con un tercer dormitorio, hasta alcanzar un mínimo de 55m.
	Tener un valor de tasación no superior a 650 uf.
<b>Características</b>	
	Si la vivienda se amplía deberá contar con permiso de edificación y que se ajuste al proyecto aprobado.
	Las especificaciones técnicas de construcción deben efectuarse acorde a los organismos reguladores.

Fuente: Elaboración propia en base a (Bustamante et al., 2009).

### 3.1.4 La vivienda y el síndrome el edificio enfermo

El Síndrome del Edificio Enfermo aparece en la década de los 70, debido a la crisis energética se produjo un ahorro de energía y se identificó que los edificios herméticamente cerrados carecían de ventilación exterior (Llorca, 2014).

Las primeras evidencias indica Llorca (2014), de problemas en edificio aparecieron en Julio de 1968 en la ciudad de Pontiac, Michigan (EEUU) donde se desarrolló una epidemia repentina caracterizada por fiebre, dolor de cabeza y muscular que afecto a 100 personas, el accidente fue llamado “Fiebre de Pontiac” (p. 6).

Según Llorca (2014), en 1976 durante una convención, un grupo de veteranos se vieron afectados por una enfermedad parecida a la neumonía, originada por la bacteria “Legionella Pneumophila” que se desarrolla en los humidificadores del aire acondicionado, la misma que también afecto una residencia militar de Zaragoza en 1983 registrado como el primer caso en España.

Actualmente, el Síndrome del Edificio Enfermo no solo aqueja a los edificios se suman las viviendas porque las condiciones no son las adecuadas para el usuario y su actividad, en 2017 el Congreso de Estudios de la Ciudad CIVITIC menciona que existen consecuencias negativas tanto a nivel arquitectónico como urbano ya que la concentración de la población se halla en las ciudades y la polución de aire afecta los espacios interiores de las viviendas, provocando problemas de salud a sus habitantes.

El escaso estudio ha demostrado que la mayor parte de investigaciones están vinculadas al tema salud y edificios, y no a vivienda. En Ecuador los estudios realizados van desde la óptica de la ingeniería civil refiriéndose al análisis de edificios laborales (Ortiz, 2017), y en cuanto al tema de salud van a cuestión microbiana.

Justamente, las consecuencias de tener malas condiciones de habitabilidad conllevan que los usuarios enfermen frecuentemente debido a la contaminación en los espacios interiores o mal estado de las viviendas. El SEE del que poco se sabe actualmente, está recobrando cada vez más importancia, por tal motivo las investigaciones presentadas a

continuación permitirán conocer como otros investigadores han solucionado esta problemática, dándonos pautas para el desarrollo del presente estudio.

- **Metodología del Síndrome del Edificio Enfermo (SEE)**

El INSHT establece la metodología de evaluación del SEE la cual se desarrolla en cuatro fases:

1. Investigación inicial: recogida de información acerca del edificio y sus ocupantes mediante cuestionarios, materiales de construcción, (Calidad del aire en espacios interiores).
2. Medidas de inspección y guía; uso y funcionamiento actual del edificio.
3. Análisis de ventilación, iluminación, cuestiones climáticas.
4. La valoración global del problema, síntomas presentados por los ocupantes y sus posibles soluciones (NTP 380).

- **Calidad del aire interior en el Síndrome del Edificio Enfermo, Ciudad de Trujillo**

En el estudio de Moran, Yábar y Figueroa (2017) en la ciudad de Trujillo, aborda la calidad del aire de la VIS, una de las problemáticas es analizar su relación con el síndrome del edificio enfermo en los ocupantes, las herramientas utilizadas son a través de encuestas, observación directa, entrevistas a expertos esto se compara con los resultados obtenidos en las edificaciones, concluyendo que a “menor ventilación mayor incidencia del síndrome del edificio enfermo” (p. 33).

Asimismo, la influencia de las emisiones de los materiales utilizados en la envolvente tiene mayor incidencia de Síndrome del Edificio Enfermo en los ocupantes de las edificaciones.

Recomienda Moran, Yábar y Figueroa (2017) realizar estudios adicionales para determinar tiempos específicos donde existe mayor presencia el Síndrome del Edificio Enfermo, además establecer “qué síntomas en forma particular, son aquellos que se

producen cuando los ocupantes de las edificaciones producen niveles mayores de CO<sub>2</sub>” (p. 41).

- **Determinación del Síndrome del Edificio Enfermo**

Señala Cáscales (2009), que el objetivo del estudio es averiguar si un edificio destinado a uso público padece el SEE para ello se realiza una encuesta utilizando el cuestionario MM040 la cual es aplicada a los trabajadores para determinar si existen la presencia del SEE en las instalaciones (p. 4).

De acuerdo al análisis de los datos obtenidos se relaciona los factores y síntomas mediante una Regresión Logística Binaria (RLB) y Regresión Logística Multivariante (RLM) para construir un modelo de predicción y expresar la probabilidad que ocurra un evento (p. 6).

Los resultados obtenidos son cuatro síntomas con diversos factores esta son pesadez en la cabeza, piel de la cara seca o enrojecida, garganta seca y ronca, nariz irritada o que gotea, lo que nos permite concluir que existen razones para afirmar que el edificio está enfermo.

- **Vivienda saludable en San Andrés Azumiatla, Puebla, México**

La investigación de Julia Mundo, Julia Hernández, María Valerdi y José Sosa, (2015) afirma que “La calidad de la vivienda puede tener efectos negativos en la salud y seguridad de sus ocupantes, así como en el impacto ambiental de la misma” (p. 58). Determina grupos de edad que son más vulnerables a sufrir problemas de salud, como las personas mayores de 65 años y los niños menores de 5 años.

De esta investigación se puede tomar el análisis fotográfico, entrevistas a los usuarios y mediciones de niveles de luz, ruido, humedad y temperatura que se realizaron simultáneamente en el interior y exterior de las viviendas, durante 2 meses. Además, la investigación se centra en un proceso participativo, al tener una reunión con sus habitantes se utilizó el mapa mental como una herramienta para detectar problemas, carencias y/o aspectos positivos de las mismas.

Este estudio resalta por ser multidisciplinario tiene como objetivo construir comunidades saludables y sostenibles.

- **Calidad ambiental interior en edificios latinoamericanos: una revisión sistemática de la literatura.**

El presente estudio de Valderrama, Silva, Sandoval, Robles y Rouault (2020) indican que la cantidad de tiempo que las personas pasan dentro de sus espacios interiores ha llevado a afectar la salud de sus usuarios afectando sus relaciones personales y productividad.

El objetivo de la investigación es identificar países y tipos de edificios donde se analiza frecuentemente la calidad de los ambientes interiores además de conocer métodos de evaluación más utilizados, tipos de confort, variables. Las herramientas de medición son encuestas, simulaciones o auditorias de IEQ realizando una evaluación del rendimiento térmico de la envolvente del edificio o diseño arquitectónico, se evidencio que el confort higrotérmico era el más analizado donde encabezaban la lista la temperatura, humedad, flujo de aire.

De este estudio se concluye que edificios latinoamericanos son incómodos es notable la falta de investigaciones en vivienda donde es sensible la calidad ambiental interior. Asimismo, se evidencia que el bienestar de los usuarios depende la calidad de la construcción, por lo tanto, es necesario mejorar los “diseños, estándares regulatorios y educar a los usuarios o mejorar la gestión de monitoreo de edificio en etapa operativa” (p. 1).

### **3.1.5 Análisis de investigaciones**

Mediante el análisis de referentes del Síndrome del Edificio Enfermo ( ver Tabla 7) se identificó que existen otros factores que influyen en la salud humana, como son: el contexto construido, materiales de la envolvente, el entorno natural, estilo de vida, factores ambientales como la calidad del aire, de tal manera se concluye que la deficiencia de estos elementos y la combinación entre ellos generan efectos negativos en la salud de sus ocupantes.

**Tabla 7. Cuadro resumen de causas y efectos**

<b>Tipo</b>	<b>Causas de vivienda deficiente</b>	<b>Efectos</b>
<b>Materiales</b>	Presencia de polvo, dióxido de carbono y asbesto.	Tos seca Escalofríos
	Exposición a través de grietas en los pisos, muros, cimientos.	Dolores musculares
	Presencia de compuestos orgánicos volátiles (formaldehído).	
<b>Construcción</b>	Defectos de construcción y estructurales.	Alergias Resfriados
	Aislamiento o impermeabilización inadecuada (moho, hongos, humedades).	Picazón de piel
<b>Acondicionamiento</b>	Falta de calefacción y ventilación	Pérdida auditiva Dolor de cabeza
	Iluminación no adecuada	Estrés
	Variaciones de temperatura	Enfermedades cardiovasculares
	Humedad	Alteraciones del sueño
	Exceso de ruido (exteriores-interiores).	Fatiga Irritabilidad Pérdida de concentración

Fuente: Elaboración propia en base al análisis de investigaciones.

De acuerdo con las investigaciones analizadas se evidencia la utilización de cuestionarios (ver Tabla 8) que son aplicables a los ocupantes tanto de vivienda como de edificios para la detección del SEE, además recurren a mediciones en sitio y a estudios climatológicos para validar y relacionar dichos valores para que el estudio tenga mayor validez.

Dado el objetivo del presente estudio que es determinar la presencia del SEE en la vivienda social, se procede a construir una metodología (ver Tabla 9) que pueda aplicarse en el diagnóstico para conseguir mejores resultados, se debe analizar lo que es preciso y no caer en cuestiones insignificantes y que no contribuyan en nada a la investigación.

**Tabla 8. Materiales y métodos utilizados en investigaciones**

<b>Tipo</b>	<b>Estudio 1 Metodología del Síndrome del Edificio Enfermo</b>	<b>Estudio 2 Calidad del aire interior en el SEE, Ciudad de Trujillo</b>	<b>Estudio 3 Determinación del Síndrome del Edificio Enfermo.</b>	<b>Estudio 4 Vivienda saludable en San Andrés Azumiatla, Puebla, México</b>	
<b>Materiales y métodos</b>	Recolección de información	de Población muestra	y	Material-Edificio	Revisión bibliográfica
	Aplicación de cuestionarios	de Diseño investigación	de	Población y muestra	Análisis estadístico de población
	Medidas de inspección	de Aplicación cuestionarios	de	Tipo de estudio	Levantamiento arquitectónico y mediciones en la vivienda
	Análisis de cuestiones climáticas.	de Resultados obtenidos		Metodología-método RLB	Taller participativo
	Valoración de síntomas – causas – soluciones.	de Relación entre síntomas - causas		Variables síntomas-causas	Propuesta Arquitectónica

Fuente: Elaboración propia en base al análisis de investigaciones.

**Tabla 9. Metodología para ser aplicada en la etapa de diagnóstico.**

	<b>Componente específico</b>	<b>Descripción</b>	<b>Técnicas y herramientas</b>	<b>Resultado esperado</b>
<b>Análisis-físico ambiental</b>	Clima, humedad, temperatura, vientos.	Análisis de aspectos atmosféricos	Datos del INAMHI	Conocer características de la zona climática.
<b>Espacial-vivienda</b>	Orientación, calidad constructiva, envolvente de la vivienda	Análisis de la vivienda para conocer sus deficiencias de acuerdo a la NEC	Planos de Cad 2d. NEC - Eficiencia energética.	Vivienda cumple con las condiciones de confort Elementos a analizar para evitar el SEE
<b>Datos del usuario</b>	Usuario	Estudio sobre estado de confort y síntomas relacionados al SEE.	Cuestionario SEE. Forms Google.	Síntomas relacionados al SEE

Fuente: Elaboración propia en base al análisis de investigaciones.

## Capítulo 4

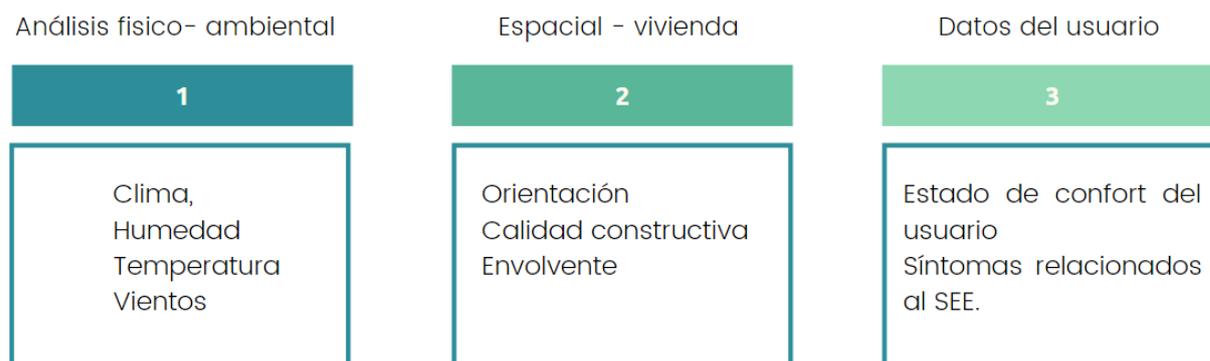
### 4. Medir - diagnóstico

#### 4.1 Metodología

##### 4.1.1 Metodología de diagnóstico.

El diseño de investigación es pre-experimental, porque mide los efectos y busca las causas de los eventos para la detección del SEE, la figura 6 muestra las etapas de investigación las cuales lograrán que los resultados obtenidos sean válidos.

**Figura 6. Fases de investigación**



Fuente: Elaboración propia.

##### 4.1.2 Enfoque de investigación.

El tipo de estudio es mixto con un enfoque más cuantitativo debido a que la información será obtenida mediante el análisis de la vivienda referente a la NEC y siendo validada a través de la simulación virtual. En cuanto al enfoque cualitativo se realizará una descripción a través de los datos obtenidos de las encuestas de lo que es el Síndrome del Edificio Enfermo.

##### 4.1.3 Tipo de estudio

El tipo de estudio es mediante evaluación ex – post referente a analizar la vivienda después de la construcción, evaluando (contexto, calidad y confort) para determinar si

cumple o no con los requisitos de diseño y con los deseos del usuario (De Jong y Van Der Voordt, 2002).

Los datos que se necesitan son referentes a cuestiones ambientales de vivienda y son recopilados mediante encuestas a los usuarios y cálculos matemáticos según la NEC. Los datos obtenidos mediante encuestas tendrán como resultado medir las expectativas del usuario además detectar si presentan afecciones de salud relacionándolo con el SEE. Es preciso combinar diferentes métodos para incrementar validez y tener un análisis más amplio con el objetivo de generar mejores soluciones. Los cálculos matemáticos se realizarán en base a las fórmulas de la NEC verificando si la vivienda cumple o no con los parámetros mínimos de acuerdo a la ubicación geográfica en cuanto a diseño, orientación, iluminación y ventilación.

Todos los datos descritos anteriormente pueden relacionarse, por ejemplo: las variables de confort con los materiales constructivos llegando a la conclusión que los materiales de baja calidad afectan la higiene y confort de los espacios interiores y contribuyen a la presencia del SEE verificando si la vivienda es un éxito o fracaso.

## **4.2 Análisis físico ambiental.**

El análisis de las características ambientales del entorno en el proceso de la implantación de la vivienda influye directamente en su diseño, es adecuado que los programas habitacionales cumplan con los parámetros normativos referente a “ganancia o protección solar y ventilación natural” (NEC,2011, p.9). Por ello se debe realizar un análisis climatológico (temperatura, humedad relativa, vientos y precipitaciones) para potencializar las ventajas y desventajas que puedan influir tanto en viviendas como en edificios.

### **4.2.1 Zonificación climática habitacional.**

Ecuador se ha agrupado en seis zonas térmicas de acuerdo a datos climatológicos del INAMHI definidas por la altura sobre el nivel del mar, grados de días de enfriamiento y calentamiento.

La ciudad de Loja se encuentra en una zona continental lluviosa, los datos en cuanto a aspectos ambientales (ver Tabla 10) corresponden a la estación meteorológica La Argelia extraídos del capítulo de 13 de Eficiencia Energética de la NEC 2011 y del anuario meteorológico 2013, los cuales están relacionados directamente con los materiales o componentes de la envolvente para mejorar el confort térmico en las viviendas.

**Tabla 10. Zonificación de la Ciudad de Loja según la NEC**

<b>Parámetros</b>	<b>Datos</b>
Ciudad	Loja
Estación meteorológica	La Argelia
Zona climática	Z3 – Continental lluviosa
Criterio térmico	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$
Temperatura mínima anual	12.4 °C
Temperatura media anual	16.4 °C
Temperatura máxima anual	21.3 °C
Humedad relativa	78%
Velocidad del viento	3 km/h
Precipitaciones	1848.1 mm
Altitud	2160msnm
Heliofanía anual	1539.8 h

Fuente: Elaboración propia en base a la NEC (2011 y 2018).

#### **4.2.2 Clima.**

Loja se encuentra en una zona continental lluviosa (NEC, 2018) su clima es templado semihúmedo, con temperaturas durante el día de 16.4 °C y durante la noche de 8 °C, las viviendas ubicadas en zonas frías deben permitir la acumulación de calor durante el día para ser restablecido en las horas nocturnas.

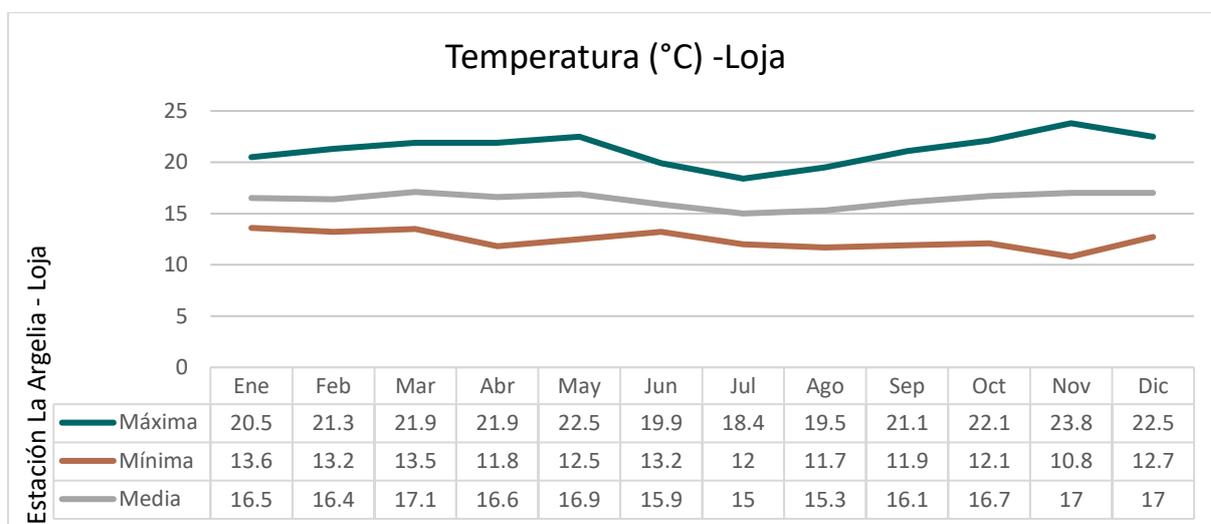
#### **4.2.3 Temperatura.**

Los meses más fríos del año son julio, agosto y noviembre con temperaturas entre 10.8 a 12°C, el mes más caluroso es noviembre con 23.8 °C, esto varía según la época o los solsticios y equinoccios. Se puede observar que noviembre registra la temperatura más

baja y más alta respectivamente, para esta zona se debe favorecer la incidencia de la radiación con el objetivo de ganancia térmica dentro de las viviendas.

Para que exista confort térmico la temperatura debe estar entre 18 y 26 °C, los valores analizados demuestran estar dentro de los rangos establecidos por la NEC, sin embargo, esto puede variar porque corresponden al 2013 ya que no existe datos más actuales.

**Figura 7. Temperatura máxima, media y mínima**

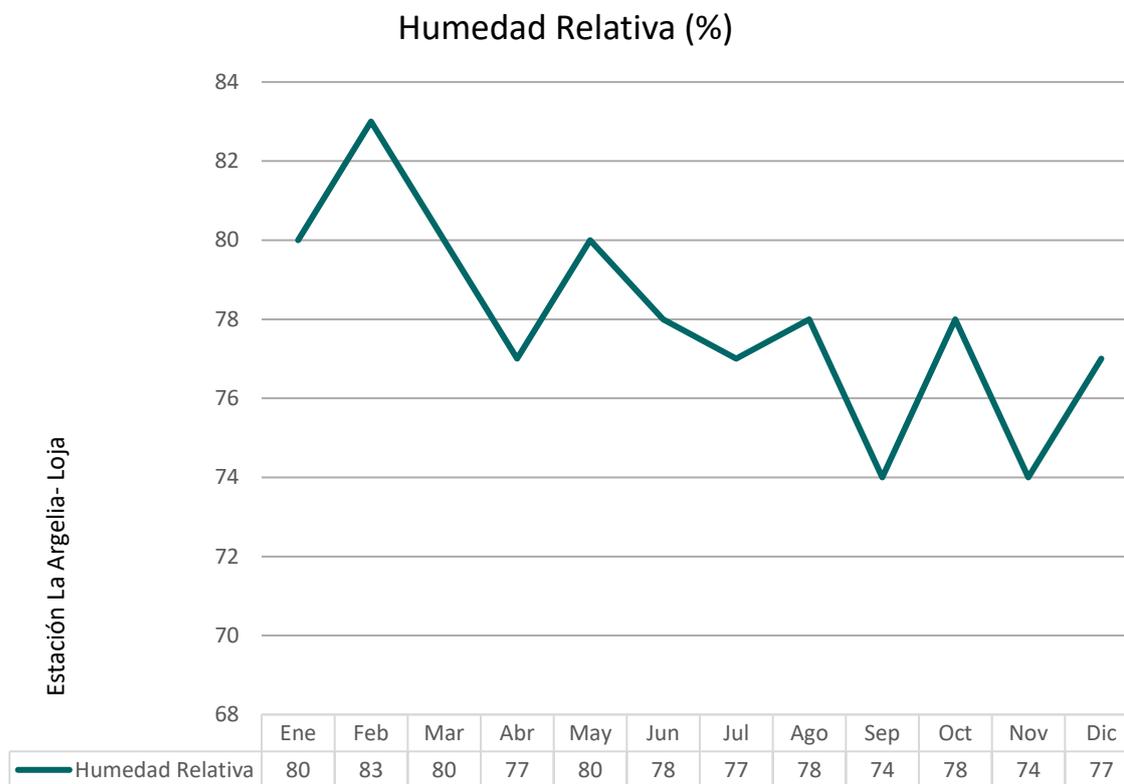


Fuente: Elaboración propia en base a Anuario Meteorológico INAMHI, 2013.

#### 4.2.4 Humedad Relativa.

La humedad relativa se deriva de la temperatura y de la influencia del aire ambiente, en las personas el sudor se puede evaporar de la piel enfriando el cuerpo humano y alterando el estado de confort. El nivel de humedad depende de los microclimas donde se localice la vivienda, para lograr confort térmico las edificaciones deben mantenerse entre el 40 y 65% (NEC, 2011).

Según los datos correspondientes a la estación meteorológica La Argelia, Loja posee una humedad relativa de 78% la cual sobrepasa los rangos de confort requeridos.

**Figura 8. Humedad relativa en la ciudad de Loja**

Fuente: Elaboración propia en base a Anuario Meteorológico INAMHI, 2013.

#### **4.2.4 Viento.**

El viento depende de la topografía local, vegetación y de otros factores; la velocidad y la dirección pueden variar según la época. El mes de julio se registra como la parte más ventosa del año, el promedio anual de la velocidad del viento es de 3 Km/h y predominan los vientos de dirección norte, noreste y este.

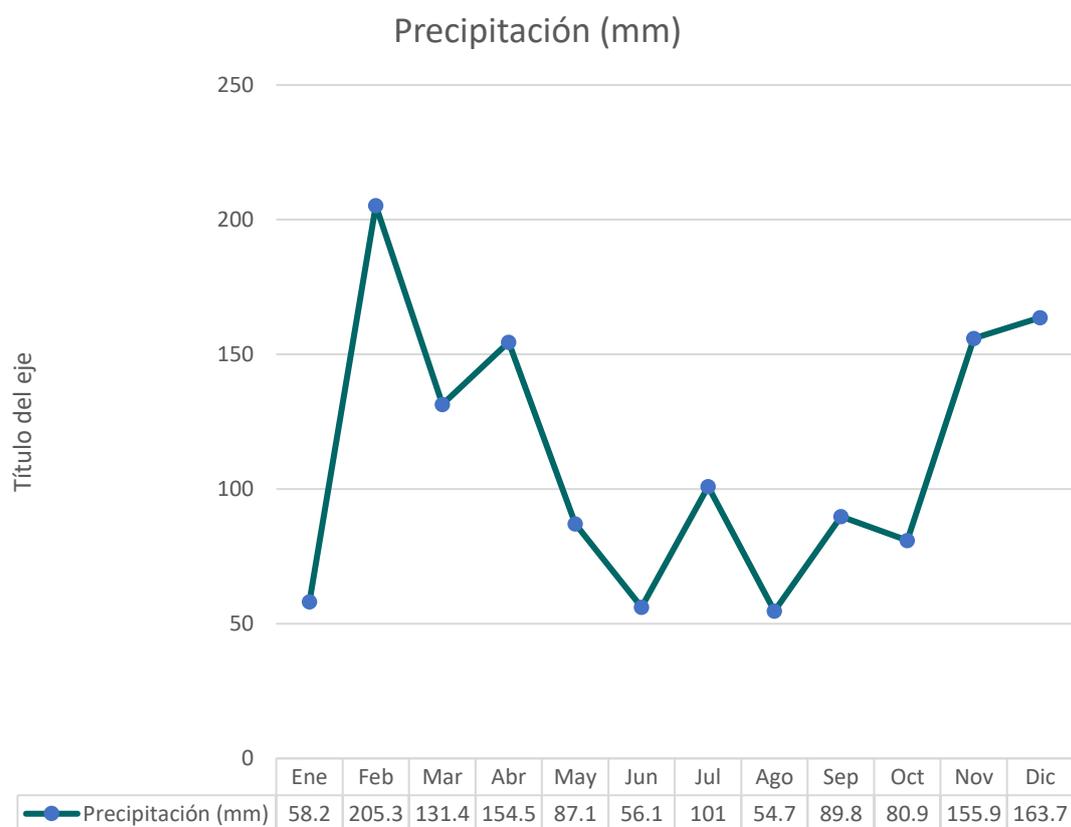
La NEC indica que la velocidad del aire debe ser entre 0.18 y 0.54 Km/h, por ello se identifica que los valores analizados (ver figura 10) se encuentran fuera del rango de confort térmico.

**Figura 9. Velocidad del viento**

Fuente: Elaboración propia en base a Anuario Meteorológico INAMHI, 2013.

#### 4.2.5 Precipitación.

La ciudad de Loja considerada una zona continental lluviosa tiene una media anual de precipitación de 1848.1 mm, en la figura 11 se muestran los valores de las precipitaciones mensuales siendo febrero el mes más lluvioso, los últimos meses del año registran mayores cantidades de lluvias y tienen a prolongarse hasta el mes de abril, es recomendable no construir en estos periodos porque los materiales húmedos no alcanzan su máxima resistencia.

**Figura 10. Precipitaciones mensuales**

Fuente: Elaboración propia en base a Anuario Meteorológico INAMHI, 2013.

#### 4.2.6 Topografía e hidrología.

Además del clima existen algunos factores a considerar en la etapa de planificación uno de ellos es la topografía, la parte central del terreno se desarrolla en una explanada, pero a medida que crece el conjunto habitacional esta va decreciendo hacia sus laterales, aunque no es una pendiente muy pronunciada, el mayor inconveniente fue la presencia de una falla geológica demostrando la deficiencia del estudio previo a la etapa del diseño.

Las afectaciones de las viviendas aplazaron la entrega a sus beneficiarios, y generan un gasto adicional a lo presupuestado como evidencia esta que en el 2019 todavía se realizan trabajos de desencantamiento y de dotación de infraestructura para la comercialización de 19 lotes (VIVEM, 2019).

En cuanto al aspecto hidrológico se lo analiza por la existencia de una quebrada cerca del conjunto habitacional, hace años atrás se presentaron denuncias puesto que provenían olores bastantes desagradables presentando molestias a sus habitantes, por ello se tomó medidas emergentes para el tratamiento y posteriormente embaulamiento.

**Figura 11. Viviendas sin habitar**



Fuente: Recursos propios.

### **4.3 Análisis de vivienda**

El municipio de Loja a través de su empresa municipal de vivienda VIVEM-LOJA, desarrolló el programa habitacional Ciudad Victoria, destinada especialmente para las familias de menos recursos económicos, con el objetivo de mejorar la calidad de vida y contrarrestar el déficit habitacional existente, logrando un ordenamiento territorial integral que garantice un espacio digno para las familias lojanas (VIVEM, 2019).

Se proyectaron 840 viviendas en un terreno de 16.5 hectáreas, albergando a 4200 habitantes, con una composición familiar de 5 miembros por familia.

#### **4.3.1 Ubicación.**

El conjunto habitacional se encuentra ubicado en la parte occidental de la ciudad, en la vía de integración barrial Ángel Felicísimo Rojas, Barrio Obrapía Alto. Esta ubicación refleja la difícil accesibilidad al suelo urbano, pues los elevados costos de los terrenos en las zonas más consolidadas, obligan a adquirir terrenos en las áreas periféricas (ver figura 12).

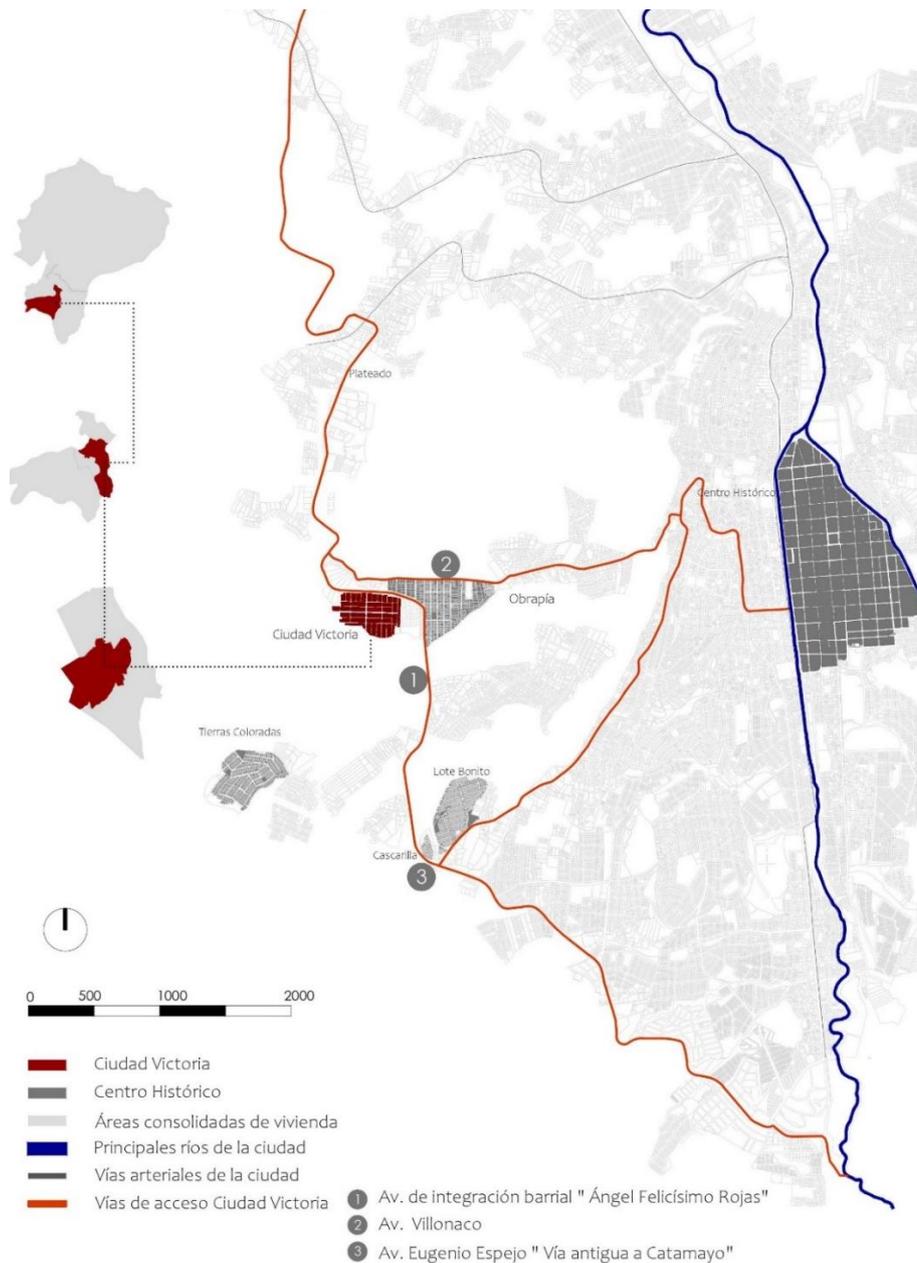
**Figura 12. Vista conjunto habitacional “Ciudad Victoria”**



Fuente: (López, 2007)

La ausencia de un estudio previo se refleja en la implantación del conjunto habitacional puesto que se ubicó dentro el sector destinado como agrícola e industrial siendo el municipio quien contravino los criterios del ordenamiento territorial porque, aunque encontrándose dentro del perímetro urbano carecía de servicios básicos e infraestructura. Actualmente este sector se ha ido consolidando progresivamente por la implantación de nuevas áreas de vivienda cerca de la vía de carácter arterial la cual constituye una conexión directa con vías de entrada y salida de la ciudad, sin embargo, posteriormente representará un problema por su aumento de flujo vehicular existirá mayor contaminación en el aire y consecuentemente afecciones de salud a las personas.

**Figura 13. Ubicación y vías de acceso.**



Fuente: Elaboración propia en base al plano de Loja 2018.

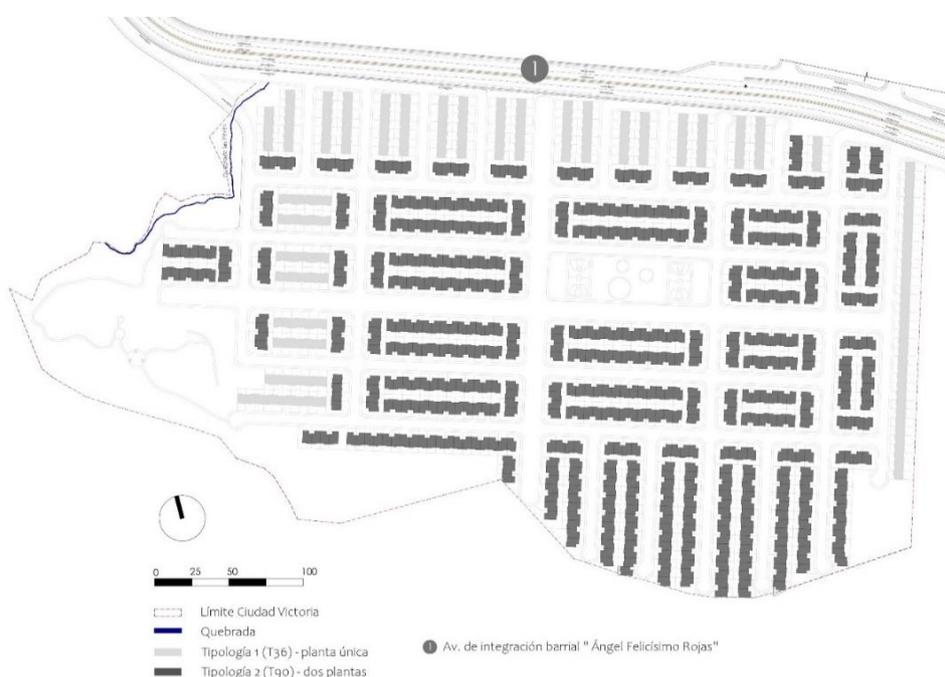
#### 4.3.2 Tipologías.

El Municipio plantea dos tipologías de vivienda (Ver Anexo 2), la tipología 1 (T36) de planta única con 36 m<sup>2</sup>, y la tipología 2 (T90) de dos plantas con un área de 90m<sup>2</sup>, las cuales fueron realizadas por etapas hasta completar las unidades propuestas.

Estas viviendas son consideradas como vivienda de interés social, por ello se reduce el tamaño de los lotes a 90 m<sup>2</sup> como consecuencia se disminuyen las áreas de construcción y se incrementa el déficit cualitativo porque las pequeñas dimensiones afectan las condiciones de habitabilidad.

Como hecho esta que este tipo de viviendas deberían contemplar un crecimiento progresivo y que sea delimitado en el diseño puesto que la tendencia a incrementar espacios se lo hace en áreas no apropiadas reduciendo la ventilación e iluminación y afectando la salud de sus ocupantes.

**Figura 14. Tipologías de vivienda**



Fuente: Elaboración propia en base al plano definitivo Ciudad Victoria.

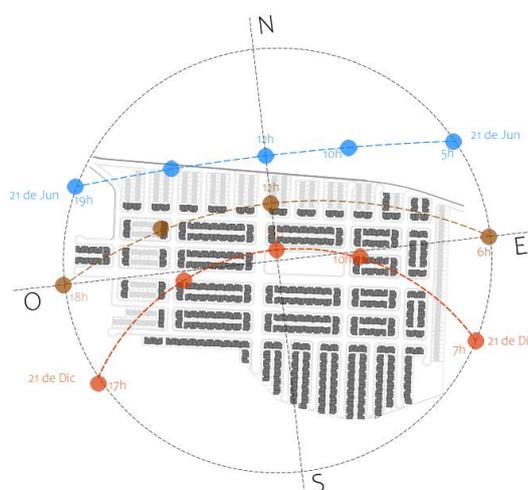
### 4.3.3 Orientación.

La NEC (2011), establece que para climas fríos como la Ciudad de Loja, las fachadas principales deben orientarse al este – oeste respectivamente para maximizar la ganancia solar en las mañanas y en la tarde, además es conveniente ubicar los espacios interiores según los usos y horas de permanencia para que la incidencia solar sea agradable, en el caso del conjunto habitacional no todas las viviendas se encuentran orientadas

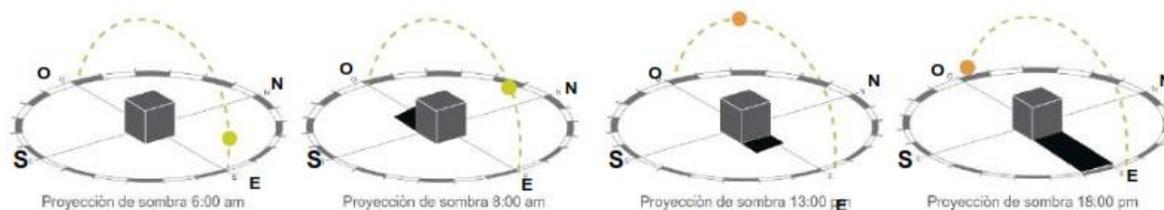
correctamente y los pequeños espacios y aberturas que poseen no contribuyen a una correcta iluminación dando lugar a que la temperatura y humedad afecten la vivienda.

Otro factor notable son las modificaciones a las viviendas pues los usuarios tienden a construir en todo el contorno de los lotes y eliminan la iluminación y ventilación a sus espacios.

**Figura 15. Orientación de las viviendas**



Proyecciones de sombra sobre el conjunto.



Fuente: Elaboración propia en base al plano definitivo Ciudad Victoria.

#### **4.3.4 Calidad constructiva.**

Los materiales utilizados en la construcción de viviendas deben poseer propiedades térmicas, acústicas, químicas, para cumplir con la ganancia y pérdida de calor de acuerdo a cada zona climática (NEC, 2011). Si bien para zonas frías como Loja es conveniente utilizar elementos macizos que permitan la acumulación de calor en fachadas y muros, para que en horas nocturnas este calor sea restablecido por convección.

En el caso de estudio, las viviendas poseen las mismas especificaciones constructivas (ver Tabla 11) para ambas tipologías, hay que señalar que esta fue entregada sin acabados puesto que una disminución de área del terreno y de la vivienda representan menos costos, pero también una reducción de los materiales. Por lo tanto, si no se utiliza los materiales adecuados, los rangos de confort térmico no se cumplirían y su deficiencia contribuye a la presencia del SEE. Por ejemplo, el bloque utilizado en las paredes posee baja resistencia térmica lo que provoca ambientes interiores fríos o muy cálidos afectando la salud de sus ocupantes y las condiciones de habitabilidad.

Para el análisis de la vivienda se toma en cuenta los materiales utilizados para su construcción considerando para este estudio las paredes, cubierta, pisos, techo, losa y ventanas.

**Tabla 11. Componentes y materiales empleados en la construcción.**

<b>Especificaciones constructivas</b>	
Plintos	Hormigón armado F'C=210 Kg/cm <sup>2</sup> Acero de refuerzo FV=4200 Kg/cm <sup>2</sup>
Cimientos	Mampostería de piedra(T36) hormigón ciclópeo (T90)
Columnas	Hormigón armado F'C=210 Kg/cm <sup>2</sup>
Cadenas	Acero de refuerzo FV=4200 Kg/cm <sup>2</sup>
Paredes	Bloque de cemento de 10 cm
Cubierta	Losa de hormigón F'C=210 Kg/cm <sup>2</sup>
Enlucido exterior	Arena, cemento cementina
Contrapisos	Hormigón simple F'C=180 Kg/cm <sup>2</sup>
Ventanas	Hierro con protección
Puertas	Madera panelada MDF y seique
Pintura Exterior	De caucho

Fuente: Vivem- Especificaciones constructivas viviendas Ciudad Victoria.

#### **4.3.5 Análisis de la envolvente de la vivienda.**

Para la aplicación de la norma primero se debe determinar la zona climática en la que ubica el conjunto que se quiere evaluar, como se determinó anteriormente (ver tabla 10) Loja está ubicada en la zona continental lluviosa – Z3.

De tal manera, los requisitos establecidos para cada tipo de zona representan valores de transmitancia y resistencia térmica que se deben cumplir para asegurar que la vivienda sea confortable, en la tabla 12 se indica los porcentajes de la envolvente de

acuerdo a cada elemento, (piso, paredes, techo, ventanas) si en el caso la vivienda no alcanza los valores establecidos serán relacionados con el SEE por su causa deficiente.

**Tabla 12. Requisitos de envoltente para la zona climática 3**

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor min. R de aislamiento		
<b>Techos</b>	U-0.273	R-3.5	U-2.9	R-0.89	U-4.7	R-0.21
<b>Paredes, sobre nivel del terreno</b>	U-0.592	R-1.7	U-2.35	R-0.36	U-5.46	NA
<b>Paredes, bajo nivel del terreno</b>	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA
<b>Pisos</b>	U-0.496	R-1.5	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA
<b>Puertas opacas</b>	U-2.839	NA	U-2.6			
<b>Ventanas</b>	<b>Transmitancia máxima</b>	<b>Montaje máximo SHGC</b>	<b>Transmitancia máxima</b>	<b>Montaje máximo SHGC</b>	<b>Transmitancia máxima</b>	<b>Montaje máximo SHGC</b>
<b>Área traslucida vertical</b>	U-3.69	SHGC-0.25	U-5.78	SHGC-0.82	U-6.81	NA
<b>Área traslucida horizontal</b>	U-6.64	SHGC-0.36	U-6.64	SHGC-0.36	U-11.24	NA

Fuente: Tabla 6. Norma Ecuatoriana de la construcción (2018).

Para el análisis de la envoltente se utiliza el capítulo 13 de Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales de la NEC 2011 y 2018, se hace uso de ambas porque algunos datos se han obviado en la última edición publicada.

Para el cálculo de transmitancia térmica de la envoltente se utiliza las siguientes formulas establecidas en el anexo C (NEC,2018) se puede observar que U es inversamente proporcional a la Resistencia Térmica.

$$U = 1/R_t \quad R = 1/U$$

Donde:

- U = Transmitancia térmica (W/m<sup>2</sup>·K)
- R<sub>t</sub> = Resistencia térmica de un elemento compuesto se debe calcular por capas (m<sup>2</sup>·K/W), con la siguiente formula.

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n + R_{se}$$

Donde:

- R<sub>si</sub> = Resistencia Superficial Interior
- R<sub>se</sub> = Resistencia Superficial Exterior
- R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>n</sub> = Resistencia térmica de cada material

$$R = e / \lambda$$

Donde:

- $e$  = Espesor del material (m)
- $\lambda$  = Conductividad Térmica del Material expresado en (W/K·m)

Los datos de  $R_{si}$  y  $R_{se}$  (ver tabla 13) son obtenidos de la NEC 2011, tomando en cuenta la resistencia de la convección interior y exterior de superficies en contacto con el terreno.

**Tabla 13. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el exterior**

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente 	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente 	0,04	0,17

Fuente: Tabla 13.14. (NEC, 2011).

#### a. Pared revestida por un solo lado

**Tabla 14. Cálculo de transmitancia térmica de la pared**

Cálculo			Esquema
Capas	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> .K)	
1. Revestimiento exterior	0.010m	1.35	
2. Bloque de cemento	0.10 m	0.49	
3. Cámara de aire	0.06 m	0.37	
4. Junta	0.10 m	1.35	
Rse= 0.04    Rsi = 0.13			
<b>R1</b>	<b>Cálculo elemento compuesto</b>		
Bloque y revestimiento	$R1 = Rse + e1/\lambda1 + e2/\lambda2 + e3/\lambda3 + Rsi$ $R1 = 0.04 + \left(\frac{0.01}{1.35}\right) + \left(\frac{0.02}{0.62}\right) + \left(\frac{0.06}{0.37}\right) + \left(\frac{0.02}{0.62}\right) + 0.13$ $R1 = 0.40 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$ $U = 1/R = 2.47 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$		
<b>R2</b>	<b>Cálculo de:</b>		

Junta y revestimiento	$R2 = R_{se} + e1/\lambda1 + e4/\lambda4 + R_{si}$ $R2 = 0.04 + \left(\frac{0.010}{1.35}\right) + \left(\frac{0.10}{1.35}\right) + 0.13$ $R2 = 0.25 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$ $U=1/R = 3.97 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	
Bloque y revestimiento	<b>R3 Cálculo de:</b> $R3 = R_{se} + e1/\lambda1 + e2/\lambda2 + e3/\lambda3 + e5/\lambda5 + R_{si}$ $R3 = 0.04 + \left(\frac{0.010}{1.35}\right) + \left(\frac{0.10}{0.62}\right) + 0.13$ $R3 = 0.33 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$ $U=1/R = 2.95 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	
<b>Cálculo final del elemento compuesto de RT Y UT</b>		<b>Cálculo de RT y UT</b>
Bloque	Medida del bloque de cemento $0.4*0.19*0.1$ $AT=0.40 * 0.19$ $AT=0.076 \text{ m}^2$	$RT = \frac{R * A}{A}$ $RT = \frac{(2.47 \times 0.07) + (3.97 \times 0.0058) + (3.97)}{0.08}$ $RT = 0.316 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ $UT = \frac{1}{RT} = \frac{1}{0.316} = 3.15$ $UT = 3.15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Cálculo de áreas	$A1=0.39 * 0.18$ $A1=0.070$	
	$A2=AT - A1$ $A2=0.076 \text{ m}^2 - 0.07 \text{ m}^2$ $A2=0.0058 \text{ m}^2$	
	$A3=AT - A1$ $A3=0.0702 \text{ m}^2 - 0.0058 \text{ m}^2$ $A3=0.0644 \text{ m}^2$	
* Los valores de transmitancia y resistencia son extraídos de la tabla 20 (NEC, 2018) y tabla 2 norma chilena.		

Fuente: Elaboración propia en base a detalles constructivo de las viviendas del VIVEM.

## b. Piso

**Tabla 15. Cálculo de transmitancia térmica piso**

Cálculo			Esquema
Capas	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ ( $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ )	
1. Mortero de cemento	0.02	1.40**	
2. Hormigón simple -ME	0.07	1.35	
3. Lámina de poliestireno	0.001	0.04	
4. Suelo mejorado compactado	0.20 m	1.1	

Rse= 0.04    Rsi = 0.10	
<b>Cálculo de piso</b>	
$R1 = Rse + e1/\lambda1 + e2/\lambda2 + e3/\lambda3 + e4/\lambda4 + Rsi$ $R1 = 0.04 + \left(\frac{0.02}{1.4}\right) + \left(\frac{0.07}{1.35}\right) + \left(\frac{0.001}{0.04}\right) + \left(\frac{0.20}{1.1}\right) + 0.10$ $R1 = 0.41 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$ $U = \frac{1}{R}$ $U = \frac{1}{0.77}$ $U = 2.42 \text{ /m}^2\cdot\text{K}$	
* Los valores de transmitancia y resistencia son extraídos de la tabla 20 (NEC, 2018) y **tabla 6 norma chilena.	

Fuente: Elaboración propia en base a detalles constructivo de las viviendas del VIVEM.

### c. Losa de cubierta

**Tabla 16. Cálculo de transmitancia térmica losa**

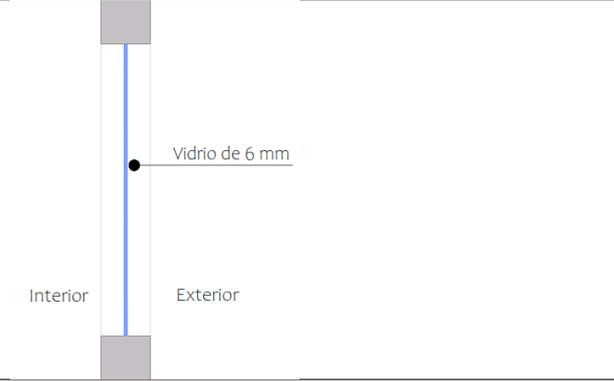
Cálculo			Esquema
<b>Capas</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Conductividad térmica <math>\lambda</math> (W/m<sup>2</sup>·K)</b>	Exterior  Interior
Losa de hormigón de 210 Kg/cm <sup>2</sup>	0.085	1.40*	
Rse= 0.04    Rsi = 0.17			
<b>Cálculo de U1 losa</b>			
$R1 = Rse + e1/\lambda1 + Rsi$ $R1 = 0.04 + \left(\frac{0.085}{1.40}\right) + 0.17$ $R1 = 0.27 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$ $U = \frac{1}{R} \quad U = \frac{1}{0.272}$ $U = 3.7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$			
* Los valores de transmitancia y resistencia son extraídos de la tabla 20 (NEC, 2018)			

Fuente: Elaboración propia en base a detalles constructivo de las viviendas del VIVEM.

### d. Vidrio

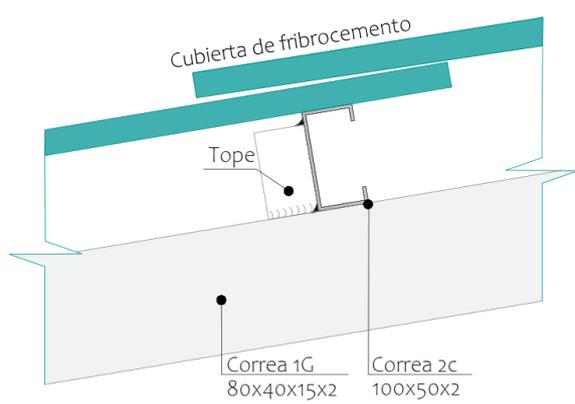
**Tabla 17. Cálculo de transmitancia térmica vidrio**

Cálculo			Esquema
<b>Capas</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Conductividad térmica <math>\lambda</math> (W/m<sup>2</sup>·K)</b>	
Revestimiento exterior	0.006	0.9*	
Rse= 0.04    Rsi = 0.13			
<b>Cálculo de U1 vidrio</b>			
$R1 = Rse + e1/\lambda1 + Rsi$ $R1 = 0.04 + \left(\frac{0.006}{0.9}\right) + 0.13$ $R1 = 0.176 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$ $U = \frac{1}{R} \quad U = \frac{1}{0.176}$			

<b>U = 5.68 W/m<sup>2</sup>.K</b>	 <p>Vidrio de 6 mm</p> <p>Interior Exterior</p>
<p>* Los valores de transmitancia y resistencia son extraídos de la tabla 21 (NEC, 2018)</p> <p>Fuente: Elaboración propia en base a detalles constructivo de las viviendas del VIVEM.</p>	

### e. Techos

**Tabla 18 . Cálculo de transmitancia térmica techo**

Cálculo			Esquema
Capas	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> .K)	
Fibrocemento	0.006	0.93*	
Rse= 0.04 Rsi = 0.17			
<b>Cálculo de U1 techo</b>			
$R1 = Rse + e1/\lambda1 + Rsi$ $R1 = 0.04 + \left(\frac{0.006}{0.93}\right) + 0.17$ $R1 = 0.216 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$ $U = \frac{1}{R}$ $U = \frac{1}{0.216}$ <b>U= 4.62 W/m<sup>2</sup>.K</b>			
<p>* Los valores de transmitancia y resistencia son extraídos de la tabla 20(NEC, 2018)</p> <p>Fuente: Elaboración propia en base a detalles constructivo de las viviendas del VIVEM.</p>			

#### 4.3.6 Cumplimiento de las reglamentaciones térmicas.

El conjunto habitacional presenta dos tipologías de vivienda cuentan con las mismas especificaciones constructivas para ambas, por lo tanto, los cálculos obtenidos de U en cada componente que conforma la envolvente como paredes, piso, ventanas, losa de cubierta, techo serán iguales para cada caso.

El análisis comparativo con respecto a la NEC 2018 capítulo 13 se hará en base a la tabla 10, apartado para espacios habitables no climatizado que corresponde para vivienda.

**Tabla 19. Tablas comparativas de valores obtenidos de la envolvente**

Elemento analizado	Montaje máximo U Calculado	Montaje máximo U requerido	Cumplimiento	
			Si	No
Pared	3.1	2.35		x
Piso	2.4	3.2	x	
Losa de cubierta	3.7	2.9		x
Vidrio	5.7	5.78	x	
Techo	4.6	2.9		x

Fuente: Elaboración propia en base a valores de transmitancia térmica obtenidos.

Elemento analizado	Valor min. R de aislamiento calculado	Valor min. R de aislamiento requerido	Cumplimiento	
			Si	No
Pared	0.31	0.36		x
Piso	0.41	0.31	x	
Losa de cubierta	0.27	0.89		x
Vidrio	0.17	0.82 Montaje máximo SHGC	x	
Techo	0.21	0.89		x

Fuente: Elaboración propia en base a valores de resistencia térmica obtenidos.

De los elementos analizados 3 no cumplen con los parámetros de resistencia y transmitancia térmica siendo estos, las paredes, losas, techo, por consiguiente, las acciones de mejora serán desarrolladas para estos elementos.

### Cálculos Adicionales - calidad del aire

La NEC 2011 (Cap. 13) define a la vivienda como ambiente de clase B, para este ambiente se necesitan caudales mínimos de calidad del aire de 10 l/s. Para el cálculo del caudal la Norma Chilena hace referencia Código Técnico de Edificación de España el cual nos da valores exigidos en la vivienda.

**Figura 16. Caudales mínimos de aire por persona**

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

Fuente: Tabla 13.10. Cap. 13 de Eficiencia Energética (2011).

Caudal de ventilación mínimo exigido (l/s)					
Locales	Por ocupante	Por m2 útil	En función de otros parámetros		
Dormitorios	5	-		-	
Salas de estar y	3	-		-	

comedores		
Baños y cuartos de aseo	-	15 por local
Cocinas	2	50 por local
Bodegas	0.7	-
Almacenes de residuos	10	-

En cocinas con sistemas de cocción por combustión o dotadas de caldera no estancas este caudal se incrementa en 8 l/s.  
Fuente: Manual de Hermeticidad del aire. Ministerio de Obras Publicas de Chile (2014).

Para el cálculo del caudal se considera el número de ocupantes por los valores mínimos exigidos (ver figura 16). La sumatoria de los lugares secos (dormitorios, sala, comedor, estudio) nos dará el caudal de admisión.

Para el caudal de extracción tomamos en cuenta (baño, cocina) a este último se incrementa 8 l/s por combustión de estufa.

**Tabla 20. Calculo de calidad del aire en vivienda**

### Tipología 1

Espacio	Ocupantes	Caudal	área m2	Total	Ajuste	Total, de admisión	Total, de expulsión
sala	4	3		12		12	
cocina		2	9	18	8		26
comedor	4	3		12		12	
dormitorio 1	2	5		10		10	
dormitorio 2	2	5		10		10	
baño	1			15			15
Total						44	41

### Tipología 2

Espacio	Ocupantes	caudal	área m2	total	Ajuste	Total, de admisión	Total, de expulsión
PB							
sala	5	3		15		15	
cocina		2	9	18	8		26
comedor	5	3		15		15	
estudio	1	10		10		10	
baño	1			15			15
PA							
dormitorio 1	2	5		10		10	
dormitorio 2	2	5		10		10	
dormitorio 3	1	5		5		5	
baño	1			15			15
Total						65	56

Fuente: Elaboración propia en base a Manual de Hermeticidad del aire (2014).

De acuerdo a los datos obtenidos se aprecia que el caudal de admisión es mayor que el de extracción para ambas tipologías de la vivienda. Aunque no es mucho contraste entre valores se debe equilibrar estos caudales considerando la circulación del aire en sus espacios interiores, para ello el tamaño, diseño e implantación de la vivienda corresponderá a los vientos predominantes.

#### 4.4 Análisis del usuario

##### 4.4.1 Población y muestra

El programa habitacional plantea 840 viviendas albergando 4200 habitantes con una composición de 5 miembros por familia, para determinar el campo de estudio se tomará en cuenta la muestra en base al tamaño de la población. El tipo de muestreo es no probabilístico por conveniencia de acuerdo a la disponibilidad de las personas que deseen responder la encuesta del SEE, el cálculo y datos del muestreo se lo indica en la Tabla 21, en el cual nos como resultado 250 personas a encuestar.

**Tabla 21. Tamaño de muestra para el estudio**

Símbolo	Significado	Datos
<b>N</b>	tamaño de la población	4200 habitantes
<b>k</b>	nivel de confianza	95% = 1.96
<b>p</b>	probabilidad de éxito	en este caso 50% = 0.5
<b>q</b>	probabilidad de fracaso	1-p (en este caso 1- 0.5) = 0.5
<b>e</b>	precisión (Error máximo)	6%
<b>Fórmula utilizada</b>		
$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q} =$		
<b>Cálculo</b>		
$n = \frac{(1.96)^2 * 0.5 * 0.5 * 4200}{((6)^2 * (4200 - 1)) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5} = 251$		

Fuente: Elaboración propia en base a tipos de muestreo.

##### 4.4.2 Herramientas de recolección de datos .

Se utilizará la norma NTP 290 establecida por la Comunidad Europea para la detección del Síndrome del Edificio Enfermo, el cuestionario es sencillo y confidencial y ha sido modificado tomado solo las preguntas con relación al grado confort de sus

ocupantes. Teniendo por resultado la detección del SEE y los síntomas experimentados en sus espacios interiores. Esta encuesta es de beneficio para el presente estudio ya que ha sido utilizada en estudios de Doctorado.

#### 4.4.3 Generación y aplicación de encuesta.

La encuesta consta de 15 preguntas las cuales servirán para la detección del SEE, fue realizada en Google drive y enviada a los habitantes de Ciudad Victoria para que se facilite la información. En la Tabla 22 . *Finalidad de cada pregunta* se indica la causa y la finalidad de cada pregunta, con ello se puede establecer la relación entre variables para generar un mejor diagnóstico.

Link de la encuesta:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdfctyzBgcCzTyvaUMrCreQOPBH3eT1vKWIOdSJUNF5CWzZOw/formResponse>

**Tabla 22 . Finalidad de cada pregunta**

Pregunta	Contenido	¿Por qué?	¿Para qué?
1	Usted vive en Ciudad Victoria	Delimitar el área de estudio	No se propague en otros sectores de la ciudad.
2	Por favor, indique su edad	Rangos de edad predominantes en el sector.	Determina que rango de edad presenta mayores afecciones de salud
3	Por favor, indica tu genero	Conocer qué población es mayoritaria hombres o mujeres.	Ej. Las mujeres suelen ser más perceptivas en relación al confort.
4	¿Si es tan amable, ayúdanos con el nombre de la calle principal de su vivienda?	Realizar un sondeo sobre las viviendas encuestadas – no obligatorio.	Determinar que viviendas tienden a presentar problemas de confort.
5	¿Hace cuánto tiempo vive aquí el grupo familiar?	Conocer si las viviendas han sido vendidas.	Relación de afectaciones de salud y tiempo de convivencia
6	¿La vivienda ha tenido remodelaciones después de la entrega por parte del Municipio?	Identificar si se han conformados nuevos espacios o mejora de los mismos.	Diagnosticar deficiencias en iluminación y ventilación.

7	¿La sensación de temperatura en su vivienda es?	Saber si la persona se siente satisfecho en la vivienda.	El déficit de confort se podrá relacionar con los materiales utilizados en construcción.
8	¿Ha sentido que el aire se filtra, aunque se tenga las ventanas cerradas?	Analizar si la vivienda tiene sellantes.	La filtración del aire conlleva a la aparición de afecciones de salud.
9	A pesar que limpie la casa sigue existiendo presencia de polvo en su vivienda.	Conocer si existe alto porcentaje de polvo en el exterior.	Esto puede relacionar con el estado de calles o deficiencia de materiales.
10	¿La luz del sol que ingresa por sus ventanas normalmente es?	Se pueden haber conformado espacios carentes de iluminación y ventilación.	Existe deficiencia en la iluminación que ocasiona síntomas como fatiga visual.
11	¿Algún miembro de la familia ha presentado los siguientes síntomas?	Cuales síntomas son comunes y si se relacionan con el SEE.	Si más del 20% presentaran síntomas se los asociaría con el SEE.
12	¿Cuántas veces has sentido estos síntomas en los últimos 30 días?	Conocer si los síntomas son pasajeros o tienden a ser permanentes.	Los síntomas pueden relacionarse con las horas de permanencia en la vivienda.
13	En tu opinión ¿Cuántas personas de las que viven en la vivienda han presentado estos síntomas?	La deficiencia en la vivienda puede afectar a más de una persona.	Verificar si las afecciones de salud están presentes en más de un miembro de la familia, existe el SEE.
14	¿Cuántas horas permanecía en la vivienda antes de la cuarentena?	La mayoría de la población pasan realizando actividades en espacios interiores.	Si los ocupantes pasan mayor parte de su tiempo dentro de sus viviendas existirá síntomas relacionados del SEE.
15	¿Usted sufre de alguna enfermedad? Por favor indique cual.	Existe una relación entre enfermedades y deficiencias en la vivienda.	Percibir si la calidad constructiva de la vivienda provoca malestares más intensos a las personas.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.4 Resultados obtenidos.

Se procede a realizar el análisis e interpretación de datos obtenidos y se obtiene los siguientes resultados.

**Tabla 23. Interpretación de datos**

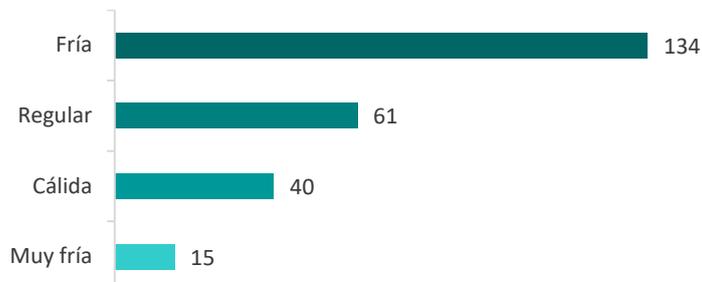
Pregunta e interpretación	Tabulación																				
<p>1. Vive usted en C.V.</p> <p>Esta pregunta solo tiene por finalidad delimitar el campo de estudio.</p>	<table border="1"> <tr> <td>No</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>250</td> </tr> </table>	No	0	Si	250																
No	0																				
Si	250																				
<p>2. Edad</p> <p>Los rangos de edad que prevalece en el sector se encuentran entre 31-50 años, regularmente las personas mayores son propensas a sentir incomodidad en los ambientes interiores.</p>	<table border="1"> <tr> <td>41 - 50 años</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>21 - 30 años</td> <td>58</td> </tr> <tr> <td>31 - 40 años</td> <td>57</td> </tr> <tr> <td>16 - 20 años</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>51 - 60 años</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>Mas de 60...</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>10 - 15 años</td> <td>1</td> </tr> </table>	41 - 50 años	60	21 - 30 años	58	31 - 40 años	57	16 - 20 años	34	51 - 60 años	33	Mas de 60...	7	10 - 15 años	1						
41 - 50 años	60																				
21 - 30 años	58																				
31 - 40 años	57																				
16 - 20 años	34																				
51 - 60 años	33																				
Mas de 60...	7																				
10 - 15 años	1																				
<p>3. Genero</p> <p>La población mayoritaria es de mujeres, en los estudios analizados indican que las mujeres son más perceptivas y tienen a presentar incomodidad cuando un ambiente no se encuentra adecuado.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Mujer</td> <td>149</td> </tr> <tr> <td>Hombre</td> <td>101</td> </tr> </table>	Mujer	149	Hombre	101																
Mujer	149																				
Hombre	101																				
<p>4. Ubicación</p> <p>Se establece esta pregunta cómo no obligatoria porque el cuestionario es confidencial, solo en algunos casos los usuarios ubicaban las calles.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Guadalupe Larriva</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>Clotario Maldonado</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Tupac Amaru</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Dolores Cacuango</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>Jaime Hurtado</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Transito Amaguaña</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>Número</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Ernesto Che Guevara</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Augusto Cesar Sandino</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Oswaldo Guayasamin</td> <td>10</td> </tr> </table>	Guadalupe Larriva	26	Clotario Maldonado	22	Tupac Amaru	22	Dolores Cacuango	21	Jaime Hurtado	20	Transito Amaguaña	13	Número	11	Ernesto Che Guevara	11	Augusto Cesar Sandino	10	Oswaldo Guayasamin	10
Guadalupe Larriva	26																				
Clotario Maldonado	22																				
Tupac Amaru	22																				
Dolores Cacuango	21																				
Jaime Hurtado	20																				
Transito Amaguaña	13																				
Número	11																				
Ernesto Che Guevara	11																				
Augusto Cesar Sandino	10																				
Oswaldo Guayasamin	10																				
Pregunta e interpretación	Tabulación																				
<p>5. Tiempo de residencia</p> <p>La mayoría de los habitantes viven más de 10 años en el sector, lo que demuestra que las viviendas si satisfacen la necesidad de un techo para las familias y no solo responden al aumento de patrimonio.</p>	<table border="1"> <tr> <td>10 - 15 años</td> <td>114</td> </tr> <tr> <td>5 - 10 años</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>1 - 5 años</td> <td>41</td> </tr> </table>	10 - 15 años	114	5 - 10 años	95	1 - 5 años	41														
10 - 15 años	114																				
5 - 10 años	95																				
1 - 5 años	41																				
<p>6. Cambios en vivienda</p>																					

Es notorio los cambios que presentan las viviendas pues las personas tienden a cerrar todo el contorno del lote ocupando los retiros posteriores y en algunos casos los frontales.



#### 7. Temperatura

Debido a los pequeños espacios que poseen la vivienda, la mayoría de las personas perciben sus ambientes interiores como fríos esto favorece la presencia del SEE.



#### 8. Aire indeseado

El 90% de los habitantes indican que el aire se filtra a través de las ventanas, cuando existe aire indeseado los ambientes suelen ser más fríos y las personas se enferman regularmente.



#### 9. Presencia de polvo

La presencia de polvo dentro de las viviendas se debe a que las ventanas al ser de hierro no son herméticas y el estado de las calles que no encuentran asfaltadas provocarían afectaciones como alergias.



### Pregunta e interpretación

### Tabulación

#### 10. Iluminación

La iluminación de las viviendas es escasa ya que las pequeñas dimensiones y su orientación no permite la ganancia solar directa, sumado a esto las remodelaciones crean espacios carentes de iluminación lo que provoca que se perciban como fríos.



#### 11. Síntomas identificados

Los síntomas más representativos son los resfriados, dificultad para respirar, nariz tapada, asma, alergias y dolor de cabeza. Todos los síntomas son los principales relacionados con el SEE, además más del 20% ha demostrado algún síntoma por lo que se comprueba su existencia.



#### 12. Número de veces que se han presentado síntomas

Aunque los usuarios han determinado que los síntomas se han presentado más de dos veces, las 100 personas perceptivas han cumplido con el 20 % que establecido por el SEE.

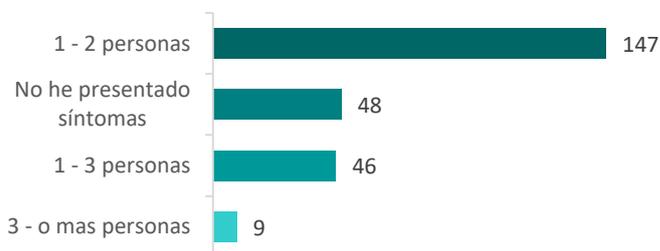


#### Pregunta e interpretación

#### Tabulación

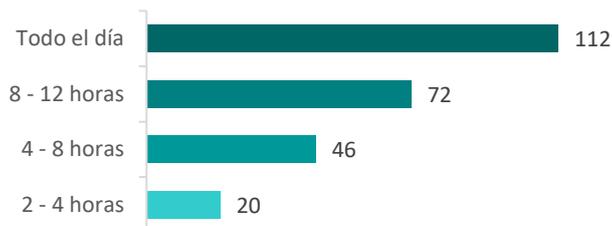
#### 13. Cuantas personas presentan síntomas

Más de 1 persona ha presentado síntomas lo que indica que a pesar que la mayoría se encuentre térmicamente confortable existen personas que no lo están.



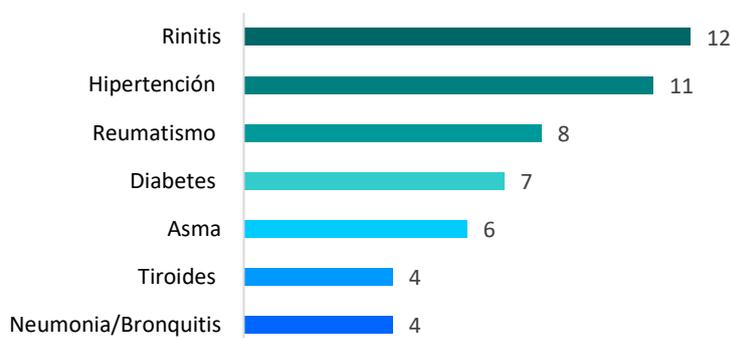
#### 14. Tiempo de permanencia

La mayoría de la población pasa gran parte del tiempo dentro de sus espacios interiores y son más propensos a desarrollar síntomas relacionados con el SEE.



#### 15. Enfermedades

Se identificó algunas enfermedades como reumatismo, neumonía, hipertensión, rinitis, las cuales están directamente relacionados con los síntomas diagnosticados del SEE.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis se evidencian los siguientes síntomas como (resfriados constantes, nariz tapada, cuadros de asma, alergias, dolor de cabeza) los cuales están íntimamente relacionados con la deficiencia de iluminación, temperatura e infiltraciones de aire, por lo tanto, la presencia del SEE es evidente en este conjunto habitacional.

Para una mejor interpretación los datos obtenidos de las encuestas se los coloca en el Anexo 3 -Resultado del Análisis del Usuario.

#### 4.4.5 Síntesis del diagnóstico

Si bien la vivienda social es la respuesta a la migración de la población que prefieren vivir en la ciudad, pero al mismo tiempo la falta de regulación permite que no se tomen en cuenta los parámetros establecidos en la planificación y diseño de programas habitacionales, llevando a resultados diferentes a los proyectados en la propuesta, por ello la mayoría de los ocupantes experimentan síntomas relacionados con el tiempo que pasan en la vivienda.

De acuerdo al análisis climático los valores obtenidos de (temperatura, viento, humedad relativa,) se encuentran fuera de los rangos de confort térmico requeridos por

la NEC (ver Tabla 24), aunque resulte redundante su estudio estos pueden afectar los ambientes interiores de la vivienda más cuando no son construidas adecuadamente.

Como prueba está el déficit de transmitancia y resistencia térmica de la envolvente (ver Tabla 19) dado que, cuando los materiales utilizados no son los correctos llevan a aumentar el riesgo de afecciones de salud debido al incremento de pérdidas de calor o a su vez de ganancia solar y adicional a esto las pequeñas dimensiones y las transformaciones sin tener un seguimiento técnico pues disminuyen la iluminación y ventilación natural y se evidencia la presencia del SEE.

Es notable que el desarrollo de los programas de vivienda tienda solo a satisfacer las políticas públicas porque se sigue utilizando en todos los programas los mismos materiales, tipologías similares, e implantando en zonas periféricas y justificando que estos son VIS con el objetivo de disminuir las áreas de terreno, de vivienda, para albergar a más personas.

Sin embargo, se evidencia que los usuarios se oponen a un cambio de tecnologías puesto que tienden a usar los mismos materiales en el crecimiento de las viviendas (ver Figura 17) lo que aumenta el grado de incomodidad, además no poseer propiedades térmicas que permitan la acumulación de calor para ser restablecido en las horas nocturnas. Por ello el mejoramiento térmico de la vivienda, el diseño de ventanas, y aspectos de ventilación e iluminación serán los puntos a resolver de acuerdo a los datos obtenidos así se dotará a la construcción de un aislamiento térmico.

**Figura 17. Modificaciones actuales de la vivienda**



Fuente: Elaboración propia

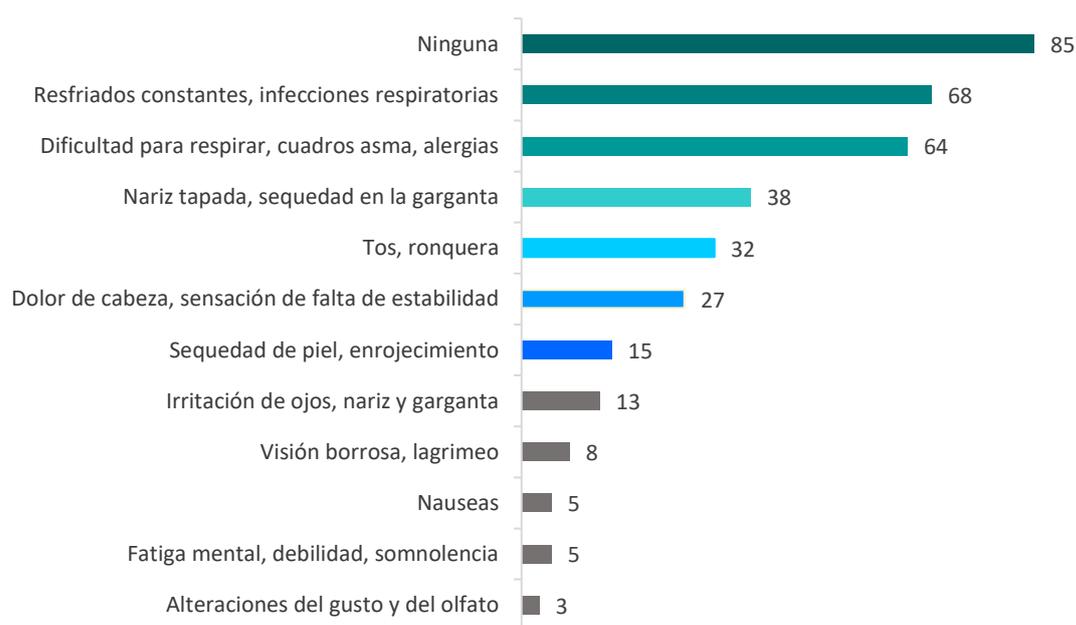
**Tabla 24. Tabla comparativa de rangos de confort**

Parámetros	Rangos de confort del diagrama de Fanger	Valores obtenidos del análisis climático
Temperatura del aire	Entre 18 y 26 Te4	16.4 °C
Velocidad del viento	Entre 0.18 y 0.54 Km/h	3 Km/h
Humedad Relativa	Entre 40 y el 65%	78%

Fuente: Elaboración propia en base a (NEC, 2011) y datos climatológicos.

De acuerdo al análisis climatológico (temperatura, viento, humedad relativa, precipitaciones) se indica que los valores obtenidos se encuentran fuera de los rangos de confort térmico requeridos por la NEC y basados en el diagrama de Fanger.

Del análisis de la envolvente de la vivienda, 3 de sus elementos no cumplen con el coeficiente de resistencia y transmitancia térmica siendo estos, las paredes, losas, techo (ver Tabla 19) por consiguiente, las acciones de mejora serán desarrolladas para solucionar y cumplir con los requerimientos de la norma, pues la tendencia es utilizar materiales económicos los cuales aumentan el déficit cualitativo y contribuyen a que los habitantes presenten afecciones de salud como resfriados, afecciones de nariz y garganta, alergias y dolor de cabeza, síntomas asociados al SEE.

**Figura 18. Síntomas más frecuentes del SEE**

Fuente: Elaboración propia en base al resultado de las encuestas

Mediante el diagnostico se identificó que los síntomas más frecuentes se atribuyen al SEE, los cuales han sido provocados principalmente por los materiales utilizados para su construcción pues estos generan que exista mucho frio o calor, sumado a esto las pequeñas dimensiones y su implantación han provocado un déficit de iluminación y ventilación afectando la salud de sus ocupantes.

## Capítulo 5

### 5. Probar

#### 5.1 Metodología de diseño

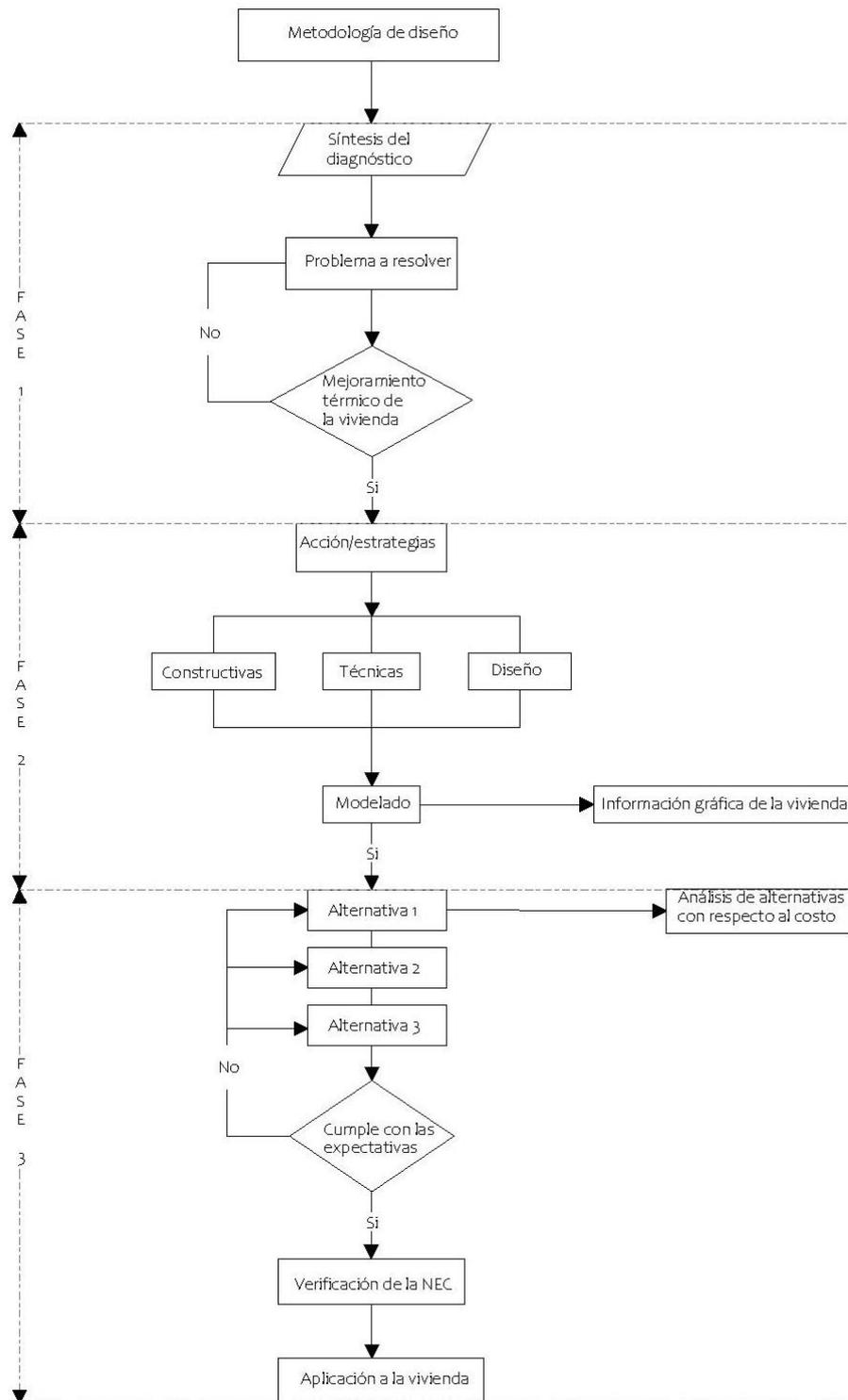
El estudio se basó en una metodología de evaluación Ex – Post donde se evalúa (contexto, calidad y confort), los datos analizados van desde cuestiones ambientales, cálculos matemáticos y el usuario con el objetivo obtener mejores resultados (De Jong y Van Der Voordt, 2002).

Una vez realizada la síntesis de diagnóstico se define que el problema a resolver será, el mejoramiento térmico de la vivienda para ello se procede a la evaluación de alternativas de diseño, materiales constructivos, mejoramiento de ventanas, estas acciones de mejora serán evaluadas con relación al costo debido a que esto le dará operatividad al diseño y permitirá que se haga realidad.

Las alternativas de mejoramiento corresponderán para cada elemento de la envolvente deficiente y a también a la ventilación de la vivienda, luego de ello se deberá hacer la verificación con la NEC- Capítulo de Eficiencia Energética, para calcular si la decisión tomada cumple con valores de transmitancia y resistencia térmica.

Finalmente, la aplicación a la vivienda deberá responder a optimizar la calidad, higiene y confort de los espacios interiores, de tal manera se cumplirá con los requerimientos del usuario, se disminuirá la aparición del SEE y se mejorará condiciones de habitabilidad.

**Figura 19. Metodología de diseño**

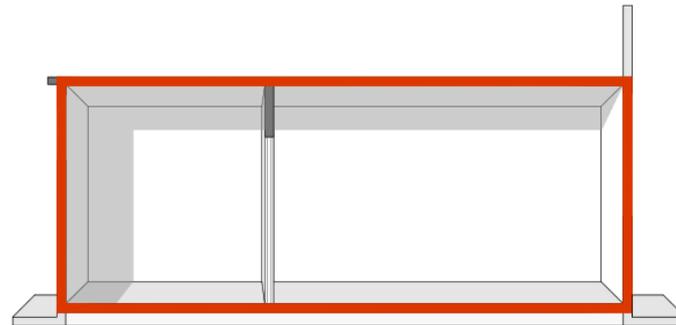


Fuente: Elaboración propia en base a Diagramas de Alice Agogino.

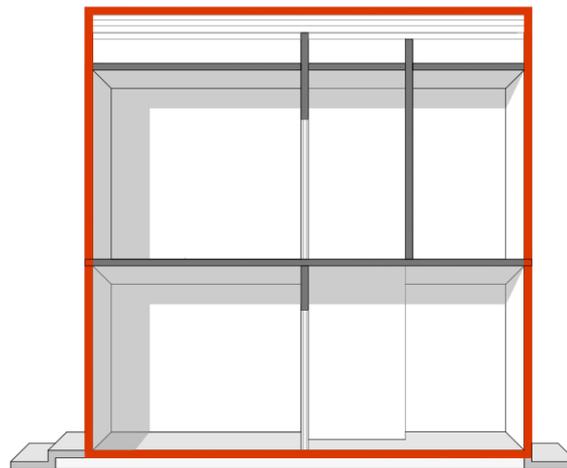


Figura 21) por consiguiente las acciones de mejora serán las mismas para cada vivienda.

**Figura 21. Tipologías de vivienda y su envolvente**



T36\_Planta Única



T90\_Dos plantas

Fuente: Elaboración propia en base a Plano de Ciudad Victoria.

Se presentan estas estrategias (ver Tabla 25) para la envolvente (paredes, techo, losa) ya que se minimiza los efectos de los puentes térmicos que aumentan las pérdidas de calor o ganancia solar y lo más perjudicial la disminución de condiciones higiénicas y de confort a los usuarios.

Tabla 25. Estrategias de diseño

Elemento	Estrategia	Descripción
Paredes Techo / losa	Captar	<p>Captación solar para acumular calor y almacenarlo para ser restablecida en horas nocturnas.</p> <p>Los materiales de acuerdo a la zona climática deben ser compactos con el objetivo.</p>
	Reestablecer	
Ventanas	Limitar	Se limita a que el aire se filtre a través de aberturas no previstas en la envolvente y en los elementos como ventanas y puertas, pues dependiendo de la estación del año generaran frio o calor.
	Evitar pérdidas de calor y frio	Para climas fríos como Loja se deben utilizar materiales que sean sellantes de la vivienda así se asegura un ambiente térmico adecuado.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3 Alternativas de mejoramiento

Se proponen alternativas de mejoramiento para cada elemento deficiente de la envolvente las cuales serán evaluadas con relación a la NEC, posteriormente se

elaborará el cálculo del presupuesto lo que nos permitirá elegir cuál de las alternativas propuestas es la más apta para la aplicación en la vivienda.

En base a los parámetros establecidos en la norma se plantea estrategias afines a cada zona climática habitacional (ver Tabla 26), de acuerdo a esto se procede a la elección de materiales que ayuden a cumplir los coeficientes de transmitancia térmica.

**Tabla 26. Criterio de selección de materiales para la envolvente**

<b>Elemento</b>	<b>Criterio de selección</b>	<b>Sistema de mejoramiento</b>	<b>Materiales</b>
<b>Paredes</b>	Aprovechar la capacidad térmica acumuladora de la pared, la inercia térmica va a mantener la vivienda fresca en verano y tibia en invierno lo que crea un ambiente más cómodo.	Sistema de aislación térmica y acabado final (EIFS)	Revestimiento exterior con ladrillo
		Fachada no ventilada (FV)	Revestimiento anclado a un sistema de perfilería con placas de fibrocemento, cerámica o piedra natural
<b>Ventanas</b>	Ofrecen mayor comportamiento térmico	Aplicación de sellante como aislante térmico	Perfilería de PVC - madera Silicón en juntas
<b>Cubierta</b>	Minimizar los efectos de puentes térmicos en la vivienda	Colocación de cielo raso	Tablero de fibra de madera
			Cámara de aire y enlucido de yeso

Fuente: Elaboración propia en base a NEC, 2018.

### 5.3.1 Elemento Pared

#### a) Alternativa con fibrocemento

Para cumplir con el valor de transmitancia térmica dado por la norma, se propone utilizar en la cara exterior de las paredes de la envolvente paneles de fibrocemento de 8mm de espesor y la incorporación de una cámara de aire de 30 mm de espesor.

**Tabla 27. Cálculo de transmitancia y resistencia con fibrocemento**

Cálculo				Esquema
R1	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	
	Revestimiento	0.01	1.35	
	Bloque de cemento	0.02	0.62	
	Cámara de aire	0.06	0.37	
	Bloque de cemento	0.02	0.62	
	Panel de Fibrocemento	0.008	0.93	
	Rse	0.04		
	Rsi	0.13		
	Rg	0.165		
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica			
R1	0.57768785	(m <sup>2</sup> ·K/W)		
U1	1.73103866	W/m <sup>2</sup> ·K		
R2	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	
	Revestimiento	0.01	1.35	
	Junta	0.1	1.35	
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica			
	U2	2.35247825	W/m <sup>2</sup> ·K	
R3	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	
	Revestimiento	0.01	1.35	
	Bloque de cemento	0.1	0.62	
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica			
	U3	1.95198172	W/m <sup>2</sup> ·K	
<b>Cálculo final del elemento compuesto</b>				<b>Cálculo de RT y UT</b>
Bloque	Base	0.4	m	$RT = R \cdot A / AT$ $RT = 0.47712591$ (m <sup>2</sup> ·K/W) $UT = 1/RT$ $UT = 2.09588281$ W/m <sup>2</sup> ·K
	Alto	0.19	m	
	Espesor	0.1	m	
	Área total -AT	0.076	m <sup>2</sup>	
Áreas	Base - Revest.	0.39	m	
	Alto - Revest.	0.18	m	
	A1	0.0702	m <sup>2</sup>	
	A2=AT-A1	0.0058	m <sup>2</sup>	
	A3=A1-A2	0.0644	m <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración propia en base a la NEC, 2018.

b) Alternativa con ladrillo sin cámara de aire

Se plantea utilizar en la cara exterior de la pared un recubrimiento con ladrillo tipo jaboncillo de 7 mm de espesor adheridos con un mortero de cemento.

**Tabla 28. Cálculo de transmitancia y resistencia con ladrillo tipo jaboncillo**

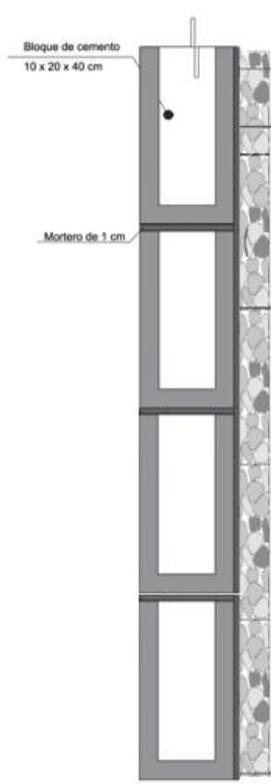
Cálculo				Esquema			
R1	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)				
	Revestimiento	0.01	1.35				
	Bloque de cemento	0.02	0.62				
	Cámara de aire	0.06	0.37				
	Bloque de cemento	0.02	0.62				
	Ladrillo jaboncillo	0.07	0.8				
	Mortero de cemento	0.01	1.35				
	Rse	0.04					
	Rsi	0.13					
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica						
Fórmula Utilizada	R1= Rse + e1/ $\lambda$ 1 + e2/ $\lambda$ 2+ e3/ $\lambda$ 3 + Rsi						
R1	0.49899311	(m <sup>2</sup> ·K/W)					
U1	2.0040357	W/m <sup>2</sup> ·K					
R2	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)				
	Revestimiento	0.01	1.35				
	Junta	0.1	1.35				
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica						
	R2	0.34638889	(m <sup>2</sup> ·K/W)				
U2	2.88692863	W/m <sup>2</sup> ·K					
R3	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)				
	Revestimiento	0.01	1.35				
	Bloque de cemento	0.1	0.62				
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica						
	R3	0.43360514	(m <sup>2</sup> ·K/W)				
U3	2.30624574	W/m <sup>2</sup> ·K					
Cálculo final del elemento compuesto				Cálculo de Áreas - RT-UT			
Bloque	Base	0.4	m	Base - Revest.	0.555	m	
	Alto	0.19	m	Alto - Revest.	0.26	m	
	Espesor	0.1	m	A1	0.1443	m <sup>2</sup>	
	Área bloque	0.076	m <sup>2</sup>	A2=AT-A1	0.0683	m <sup>2</sup>	
Ladrillo	Base	0.175	m	A3=A1-A2	0.2126	m <sup>2</sup>	
	Alto	0.09	m	RT= R*/A/AT			
	Espesor	0.07	m	RT= 1.26129966 (m <sup>2</sup> ·K/W)			
	Área ladrillo	0.01575	m <sup>2</sup>	UT= 1/RT			
AT	AT=AB+AL	0.09175	m <sup>2</sup>	UT= 1/1.26129966			
				UT= 0.792833 W/m <sup>2</sup> ·K			

Fuente: Elaboración propia en base a la NEC, 2018.

c) Alternativa con piedra

Se propone utilizar piedra como revestimiento en la parte exterior este será adherido con un mortero de cemento de 10 mm de espesor.

**Tabla 29. Cálculo de transmitancia y resistencia con piedra**

Cálculo				Esquema	
R1	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)		
	Revestimiento	0.01	1.35		
	Bloque de cemento	0.02	0.62		
	Cámara de aire	0.06	0.37		
	Bloque de cemento	0.02	0.62		
	Piedra	0.3	0.55		
	Mortero de cemento	0.01	1.35		
	Rse	0.04			
	Rsi	0.13			
	Rg		sin cámara de aire		
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica				
	R1	0.95694765	(m <sup>2</sup> ·K/W)		
U1	1.04498924	W/m <sup>2</sup> ·K			
R2	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)		
Revest. y junta	Revestimiento	0.01	1.35		
	Junta	0.1	1.35		
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica				
	R2	0.80434343	(m <sup>2</sup> ·K/W)		
U2	1.24325003	W/m <sup>2</sup> ·K			
R3	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)		
Revest. y bloque	Revestimiento	0.01	1.35		
	Bloque de cemento	0.1	0.62		
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica				
	R3	0.89155968	(m <sup>2</sup> ·K/W)		
U3	1.1216299	W/m <sup>2</sup> ·K			
Cálculo final del elemento compuesto				Cálculo RT-UT	
Bloque	Base	0.4	m	$RT = R^*A/AT$ $RT = 0.82732244$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	
	Alto	0.19	m		
	Espesor	0.1	m		
	Área total -AT	0.076	m <sup>2</sup>		
Áreas	Base - Revest.	0.39	m	$UT = 1/RT$ $UT = 1.20871858$ W/m <sup>2</sup> ·K	
	Alto - Revest.	0.18	m		
	A1	0.0702	m <sup>2</sup>		
	A2=AT-A1	0.0058	m <sup>2</sup>		
	A3=A1-A2	0.0644	m <sup>2</sup>		

Fuente: Elaboración propia en base a la NEC, 2018.

#### d) Alternativa con Hormypol

Se presenta una alternativa con hormypol utilizando un recubrimiento de hormigón de 2mm y como aislante térmico poliestireno expandido.

Tabla 30. Cálculo de transmitancia y resistencia con Hormypol

Cálculo				Esquema	
R1	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)		
	Revestimiento	0.01	1.35		
	Bloque de cemento	0.02	0.62		
	Cámara de aire	0.06	0.37		
	Bloque de cemento	0.02	0.62		
	Holmypol	0.07	1.4		
	Hormigón	0.02	1.4		
	Rse	0.04			
	Rsi	0.13			
	Polietileno expandible	0.05	0.04		
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica				
	R1	1.71837141	(m <sup>2</sup> ·K/W)		
U1	0.58194637	W/m <sup>2</sup> ·K			
R2	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)		
Revest. y junta	Revestimiento	0.01	1.35		
	Junta	0.1	1.35		
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica				
	R2	1.5657672	(m <sup>2</sup> ·K/W)		
U2	0.63866455	W/m <sup>2</sup> ·K			
R3	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)		
Revest. y bloque	Revestimiento	0.01	1.35		
	Bloque de cemento	0.1	0.62		
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica				
	R3	1.65298344	(m <sup>2</sup> ·K/W)		
U3	0.60496674	W/m <sup>2</sup> ·K			
Cálculo final del elemento compuesto				Cálculo RT-UT	
Bloque	Base	0.4	m	$RT = R \cdot A / AT$ $RT = 1.53039709$ (m <sup>2</sup> ·K/W)	
	Alto	0.19	m		
	Espesor	0.1	m		
	Área total -AT	0.076	m <sup>2</sup>		
Cálculo de Áreas	Base - Revest.	0.39	m	$UT = 1/RT$ $UT = 0.65342518$ W/m <sup>2</sup> ·K	
	Alto - Revest.	0.18	m		
	A1	0.0702	m <sup>2</sup>		
	A2=AT-A1	0.0058	m <sup>2</sup>		
	A3=A1-A2	0.0644	m <sup>2</sup>		

Fuente: Elaboración propia en base a la NEC, 2018

### 5.3.2 Elemento Losa.

#### e) Alternativa con hormigón de nivelación

Se colocará sobre la losa una lámina de polietileno expandible de espesor de 5mm y sobre el cual se colocará un hormigón de nivelación de 20 mm, en la parte interior se propone una cámara de aire de 30mm se coloca yeso – cartón con 10 mm de espesor y

por último un empaste. Con estas alternativas se logra cumplir con los coeficientes de transmitancia térmica establecidos por la NEC.

**Tabla 31. Cálculo de transmitancia y resistencia con yeso -cartón y cámara de aire**

Cálculo				Esquema	
R1	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)		
Elemento compuesto bloque	Hormigón de nivelación	0.02	1.35		
	Poliestireno expandible	0.005	0.04		
	Losa de hormigón de 210 Kg/cm <sup>2</sup>	0.085	1.4		
	Yeso-cartón	0.01	0.3		
	Empaste	0.01	0.5		
	Rse (contacto exterior)	0.04			
	Rsi (contacto interior)	0.17			
	Rg	0.165			
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica				
	R1	0.62886243	(m <sup>2</sup> ·K/W)		
U1	1.5901729	W/m <sup>2</sup> ·K			

Fuente: Elaboración propia en base a la NEC, 2018.

f) Alternativa con poliestireno expandible

En esta alternativa la lámina de polietileno de 5mm se la colocara en la interior de la losa y sobre el mismo, yeso – cartón de 1mm de espesor, en el exterior solo se propone un hormigón de nivelación de 2 mm de espesor.

**Tabla 32. Cálculo de transmitancia y resistencia con yeso -cartón y polietileno expandible**

Cálculo				Esquema	
R1	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)		
Elemento compuesto bloque	Losa de hormigón de 210 Kg/cm <sup>2</sup>	0.085	1.4		
	Poliestireno expandible	0.005	0.04		
	Yeso-cartón	0.01	0.3		
	Empaste	0.01	0.5		
	Rse	0.04			
	Rsi	0.17			
	Rg	0.165			
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica				
	R1	0.61404762	(m <sup>2</sup> ·K/W)		
	U1	1.62853819	W/m <sup>2</sup> ·K		

Fuente: Elaboración propia en base a la NEC, 2018.

## g) Alternativa con totora

Se propone en la cara interior de la losa el uso de panel de totora propuesto por (Hernández, 2019) el panel de espesor de 20 mm posee los niveles de transmitancia requeridos para cumplir con el coeficiente de transmitancia de la losa.

**Tabla 33. Cálculo de transmitancia y resistencia con totora**

Cálculo				Esquema	
R1	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)		
Elemento compuesto bloque	Losa de hormigón de 210 Kg/cm <sup>2</sup>	0.085	1.4		
	Panel de yeso totora	0.02	0.0349		
	Empaste	0.01	0.5		
	Rse	0.04			
	Rsi	0.17			
	Rg	0.165			
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica				
	R1	1.02878019	(m <sup>2</sup> ·K/W)		
	U1	0.97202494	W/m <sup>2</sup> ·K		

Fuente: Elaboración propia en base a la NEC, 2018.

## 5.3.3 Elemento Techo

## h) Alternativa con poliestireno

**Tabla 34. Cálculo de transmitancia y resistencia con yeso -cartón y polietileno expandible**

Cálculo				Esquema	
R1	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)		
Elemento compuesto bloque	Fibrocemento	0.006	0.93		
	Poliestireno expandible	0.05	0.04		
	Yeso-cartón	0.01	0.25		
	Empaste	0.01	0.5		
	Rse	0.04			
	Rsi	0.17			
	Rg	0.165			
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica				
	R1	1.69145161	(m <sup>2</sup> ·K/W)		
	U1	0.59120816	W/m <sup>2</sup> ·K		

Fuente: Elaboración propia en base a la NEC, 2018.

i) Alternativa con totora

**Tabla 35.** Cálculo de transmitancia y resistencia con totora

Cálculo				Esquema
R1	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica $\lambda$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	
Elemento compuesto bloque	Fibrocemento	0.006	0.93	
	Panel de yeso totora	0.02	0.0349	
	Empaste	0.01	0.5	
	Rse	0.04		
	Rsi	0.17		
	Rg	0.165		
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica			
R1	0.97451752	(m <sup>2</sup> ·K/W)		
U1	1.02614882	W/m <sup>2</sup> ·K		

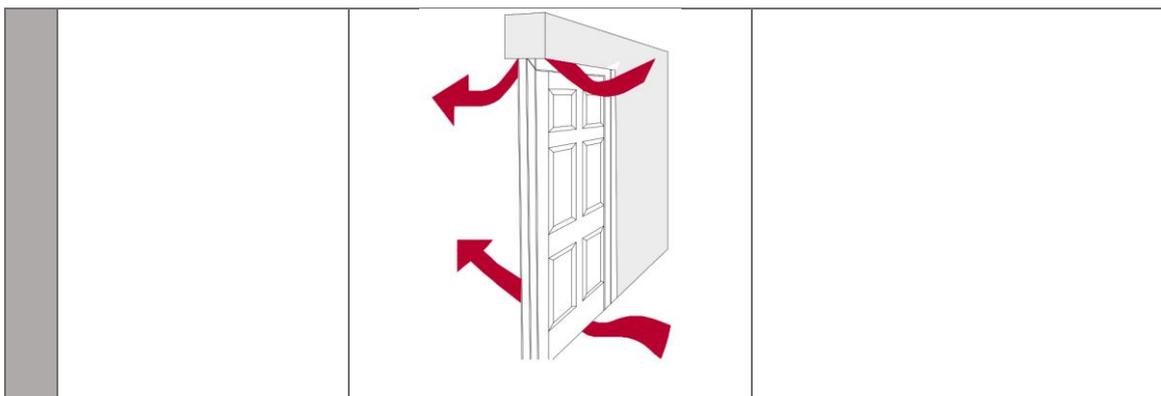
Fuente: Elaboración propia en base a la NEC,2018.

### 5.3.4 Elemento Ventanas-Puertas

En el diagnóstico se verificó que el elemento – ventana si cumplía con los parámetros establecidos de acuerdo a la norma (ver Tabla 17). Se propone acciones de mejora debido a que la mayoría de los usuarios perciben infiltraciones de aire regularmente provenientes desde las juntas de ventanas y puertas lo que provoca ambientes interiores más fríos.

**Tabla 36.** Alternativas para ventanas – puertas

Elemento	Ubicación	Criterio de selección
1. Silicón	Contorno de ventanas	Ofrecen mayor comportamiento térmico
2. Perfiles de PVC		
3. Madera		
4. Felpas	Contorno de Puertas	
5. Silicón – sellante		



Fuente: Manual de acondicionamiento térmico, 2015.

Con la implementación de estas alternativas se cumple con los valores establecidos según la norma, a continuación, se realiza un análisis costo- beneficio para verificar cual sería la más económica para implementarla en la vivienda.

#### 5.4 Análisis de alternativas con respecto al costo

Utilizando el Software Obras 4.0 se realiza el análisis respectivo de los precios unitarios (ver Anexo 4) de cada alternativa propuesta y se verifica cuál es la más económica para la aplicación en la vivienda. En la Tabla 37 se evidencia el monto total para cada elemento de la envolvente deficiente.

**Tabla 37. Análisis de alternativas costo-beneficio para ambas tipologías.**

##### ALTERNATIVAS PARA VIVIENDA T 36

<b>ÁREA DEL FACHADA T36 (M2):</b>	<b>16.96m2</b>	<b>17.07m2</b>	<b>34.03m2</b>
-----------------------------------	----------------	----------------	----------------

<b>ÁREA DE LOSA T36(M2):</b>	<b>38.00m2</b>
------------------------------	----------------

		PRESUPUESTO TOTAL DE LA OBRA			
CÓD.	DESCRIPCIÓN	U.M.	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
<b>Alternativas para pared</b>					
2307	Fibrocemento sobre fachada	m2	34.03	\$ 50.39	\$ 1,714.77
2308	Mampostería de ladrillo tipo jaboncillo e=0.07m	m2	34.03	\$ 35.18	\$ 1,197.18
2309	Recubrimiento de piedra en fachada	m2	34.03	\$ 57.48	\$ 1,956.04
2310	Recubrimiento con Hormypol	m2	34.03	\$ 50.27	\$ 1,710.69
<b>Alternativas para losa</b>					
2107	Alternativa con hormigón de nivelación y yeso – cartón de 210 Kg/cm2	m3 / m2	0.760 + 38	\$133.90 + \$17.61	\$ 770.94

2311	Alternativa con yeso – cartón	m2	38	\$ 17.61	\$ 669.18
2312	Panel de totora en losa	m2	38	\$ 14.05	\$ 533.90
<b>Alternativa para ventanas</b>					
2313	Silicon en juntas	u	1	\$ 15.80	\$ 15.80
2314	Felpas para puertas	u	2	\$ 38.40	\$ 76.80

#### ALTERNATIVAS PARA VIVIENDA T 90

<b>ÁREA DEL FACHADA T36 (M2):</b>	<b>37.69m2</b>	<b>24.31m2</b>	<b>62.00m2</b>
-----------------------------------	----------------	----------------	----------------

<b>ÁREA DE LOSA T36(M2):</b>	<b>45.55m2</b>
------------------------------	----------------

<b>ÁREA DE TECHO T90 (M2):</b>	<b>47.87m2</b>
--------------------------------	----------------

		<b>PRESUPUESTO TOTAL DE LA OBRA</b>			
<b>CÓD.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>U.M.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>Alternativas para pared</b>					
2307	Fibrocemento sobre fachada	m2	62	\$ 50.39	\$ 3,124.18
2308	Mampostería de ladrillo tipo jaboncillo e=0.07m	m2	62	\$ 35.18	\$ 2,181.16
2309	Recubrimiento de piedra en fachada	m2	62	\$ 57.48	\$ 3,563.76
2310	Recubrimiento con Hormypol	m2	62	\$ 50.27	\$ 3,116.74
<b>Alternativas para losa</b>					
2107	Hormigón de nivelación 210 Kg/cm2	m3	0.91	\$133.90	923.99
2311	+ Alternativa con yeso	m2	45.55	\$ 17.61	
2311	Alternativa con yeso	m2	45.55	\$ 17.61	\$ 802.14
2312	Panel de totora en losa	m2	45.55	\$ 14.05	\$ 639.98
<b>Alternativa para techo</b>					
2311	Alternativa con yeso	m2	47.87	\$ 17.61	\$ 842.99
2312	Panel de totora	m2	47.87	\$ 14.05	\$ 672.57
<b>Alternativa para ventanas-puertas</b>					
2313	Silicon en juntas	u	1	\$ 15.80	\$ 15.80
2314	Felpas para puertas	u	2	\$ 38.40	\$ 76.80

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de las alternativas utilizadas para cada elemento de la envolvente deficiente se puede constatar que el mejoramiento utilizando ladrillo tipo jaboncillo en pared, el nivelado de hormigón en losa y el uso del panel de totora en losa serán las más económicas para la adecuación de la vivienda.

Con respecto a puertas y ventanas para ambas tipologías se plantea alternativas que eviten las infiltraciones de aire no deseadas, el silicón en juntas y las felpas nos ayudarían a mejorar el comportamiento térmico de la vivienda.

## Capítulo 6

### 6. Mejorar

Esta sección presenta soluciones arquitectónicas y constructivas que apuntan a mejorar la captación solar y controlar las pérdidas de calor por infiltraciones de aire no deseadas.

Los espacios habitables deben de cumplir con los requisitos establecidos, en caso de modificación se considerará el aislamiento, reflectividad, infiltración de aire, de las partes afectadas, puesto que el principal criterio se centra en rediseñar y modificar para obtener una envolvente hermética y continua.

#### 6.1 Propuesta de mejoramiento en vivienda

##### 6.1.1 Materiales propuestos

La elección de materiales utilizados en la envolvente fue en base al costo -beneficio de la propuesta considerando la capacidad de acumulación de calor permitiendo atenuar los cambios de temperatura y desfase térmico entre la temperatura exterior y la interior.

**Tabla 38. Materiales utilizados en mejora de la vivienda**

	Ladrillo tipo jaboncillo	Poliestireno Expandible	Panel de Titora/Gypsum	Felpas	Silicon
					
<b>Instalación</b>	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida
<b>Resistencia a la humedad</b>	Alta	Alta	Media	Media	Alta
<b>Compatibilidad con otros materiales</b>	Cemento – Madera- Yeso	Yeso- cemento- - asfalto- madera	Cemento – Madera- acero galvanizado – aluminio	Madera- metal- Aluminio	Cemento- metal- madera- yeso
<b>Descripción</b>	Ladrillo artesanal utilizado para decoración o mejoramiento de fachada.	Aislante térmico compuesto de plástico celular y rígido.	Factible para recubrimiento de tumbados, permite la eficiencia energética dentro las viviendas ubicadas en lugares con bajas temperaturas.	De muy fácil instalación. Se adhieren a la puerta por lo que no hay hacer agujeros.	Cubre cavidades de entre 1 y 7mm, y ofrece una buena resistencia y aislamiento. Tiene una durabilidad de 10 años.

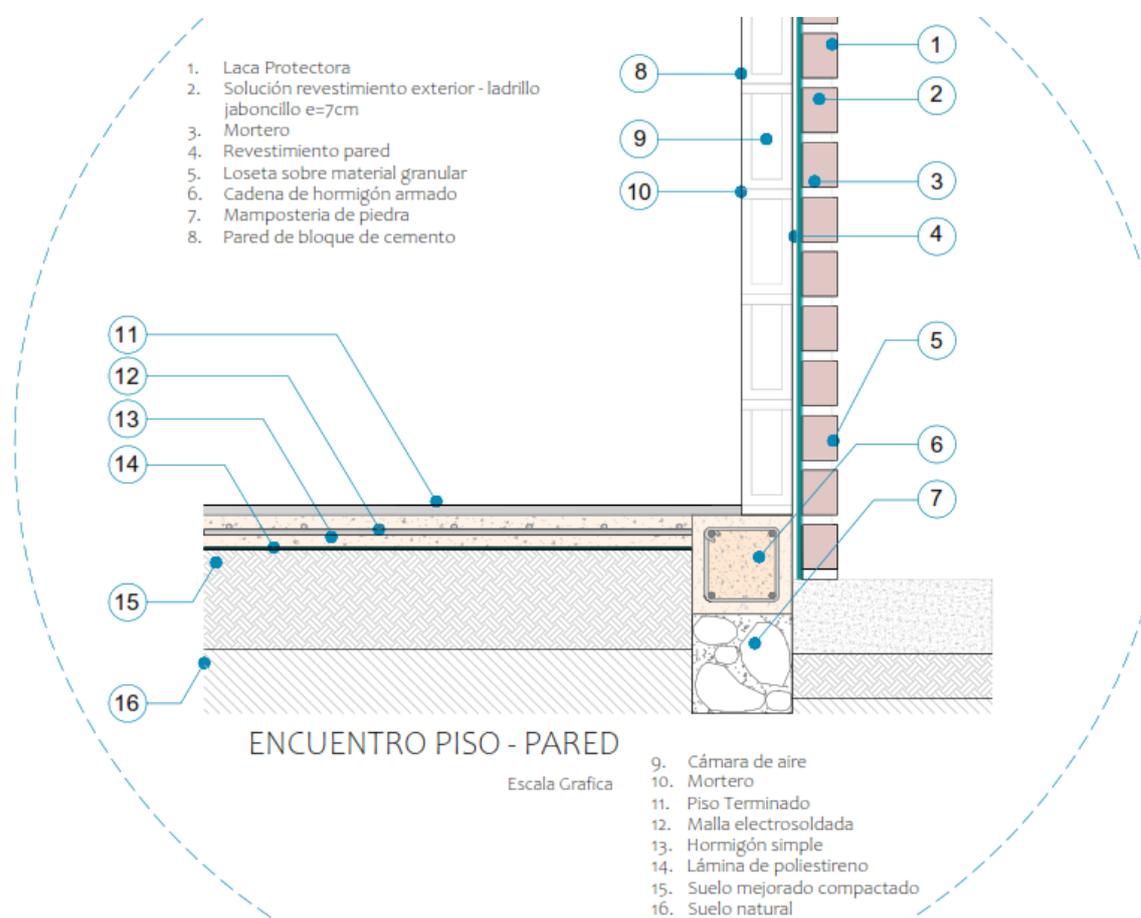
Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.2 Propuesta de diseño en la envolvente

La propuesta para la envolvente tiene por objetivo cumplir con los rangos de confort establecidos en la NEC, debido a que al utilizarlas de esta manera se minimiza los puentes térmicos por estar en contacto con su exterior.

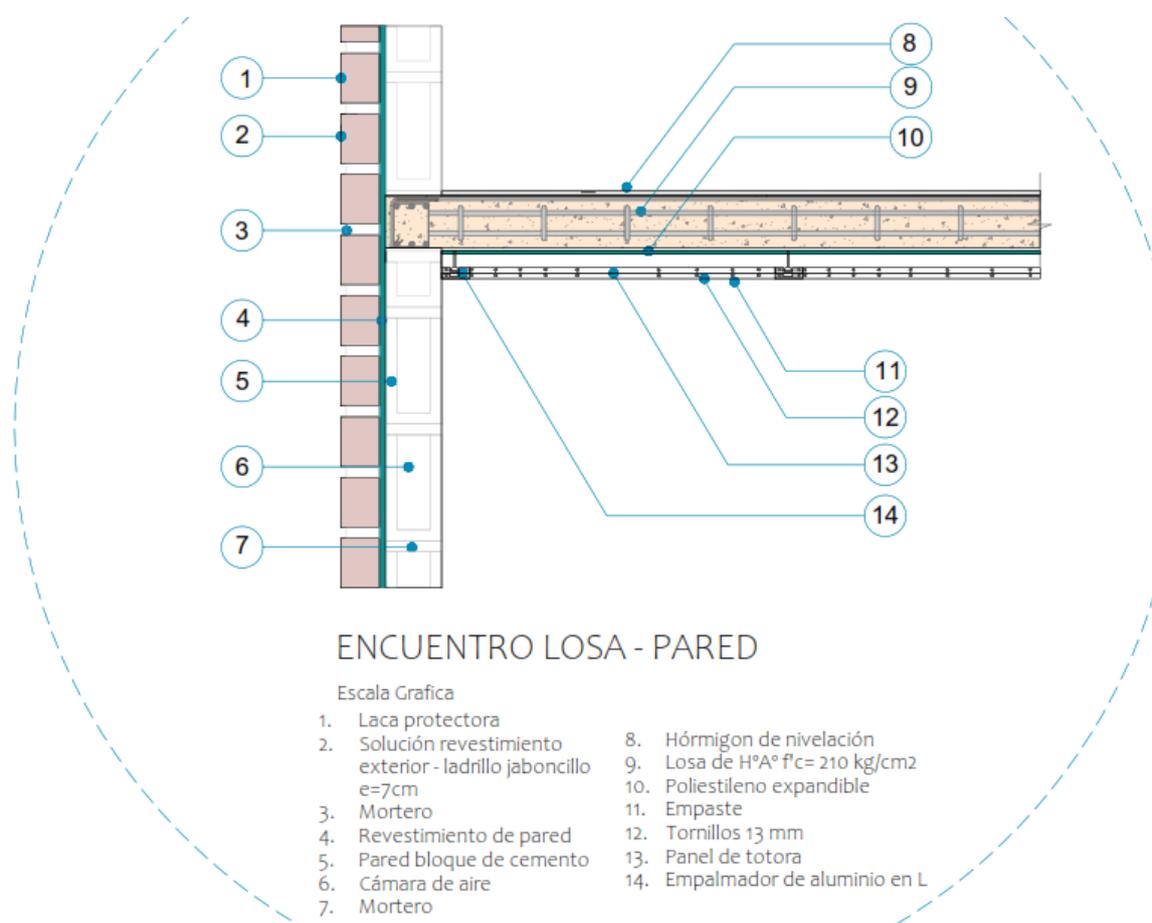
**Tabla 39. Detalles constructivos para la envolvente**

**Descripción:** Encuentro de piso y pared de albañilería con revestimiento de ladrillo tipo jaboncillo en el exterior. Barrera contra la humedad y aire.



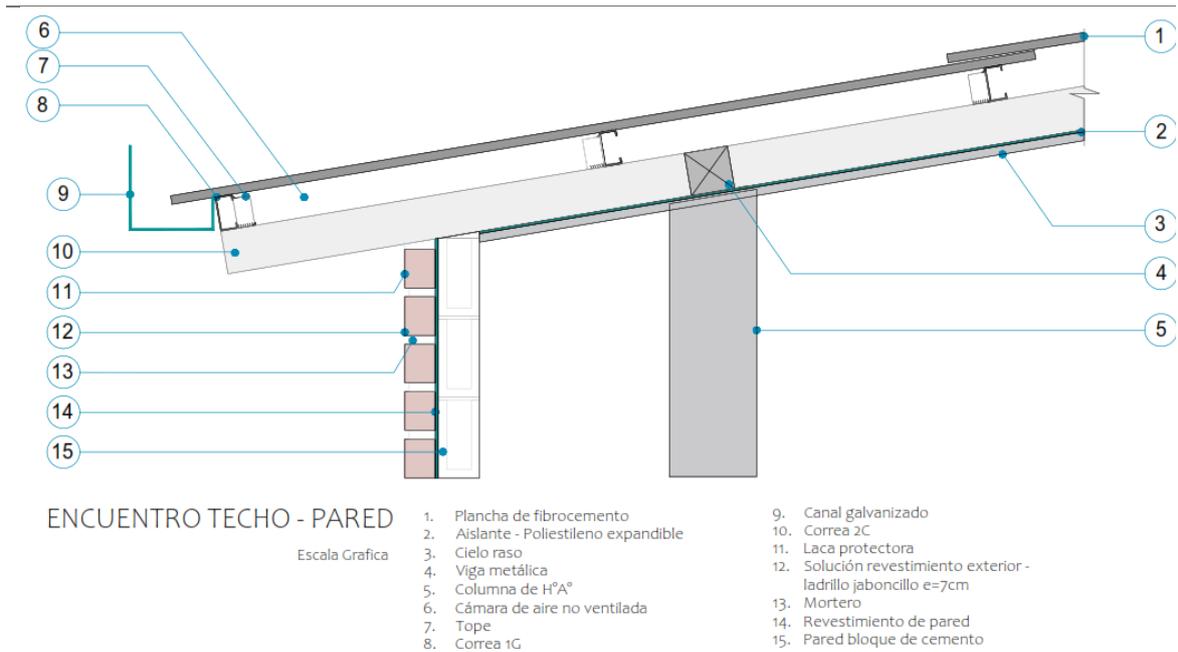
**Recomendaciones:** Asegurar la continuidad de la solución térmica para evitar humedad por condensación

**Descripción:** Encuentro de losa y pared de albañilería con recubrimiento en el exterior de ladrillo tipo jaboncillo. En la parte superior de la losa se coloca hormigón de nivelación y en el interior se coloca lamina de polietileno como aislante térmico, el cielo raso colocado puede ser de gypsum o panel de totora.



**Recomendaciones:** Asegurar la continuidad de la solución térmica para evitar filtraciones de agentes atmosféricos.

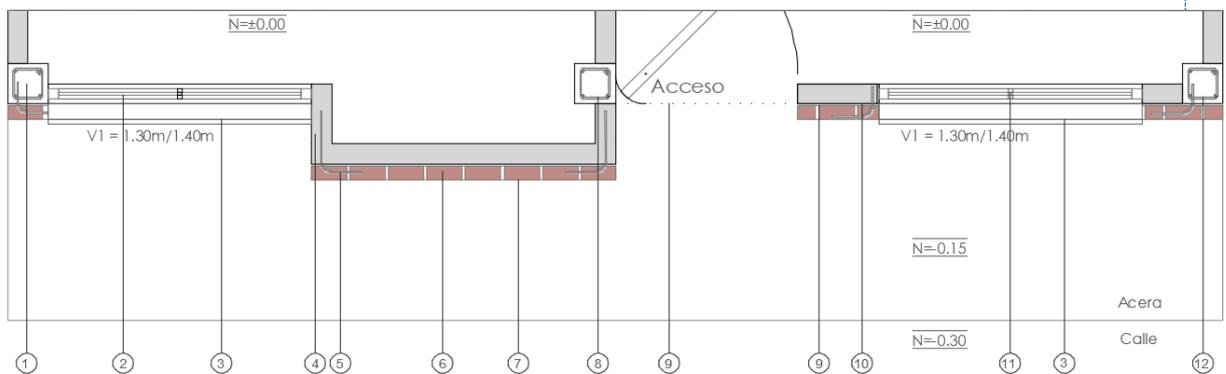
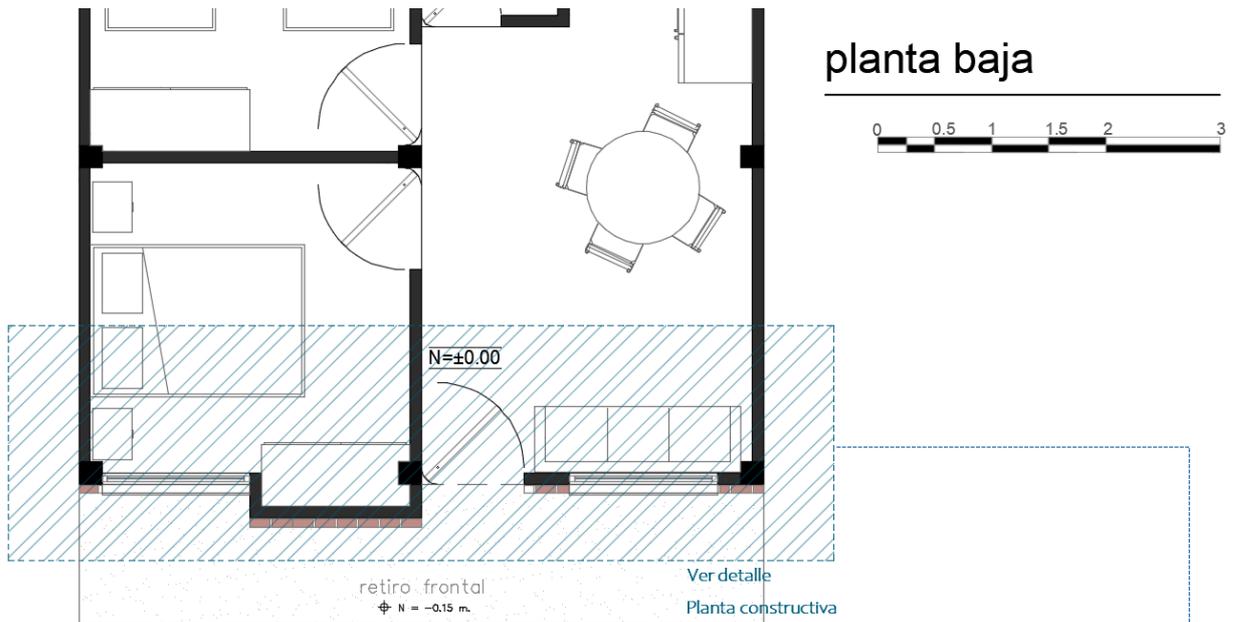
**Descripción:** Encuentro de techo y pared de albañilería con recubrimiento en el exterior de ladrillo tipo jaboncillo. En la parte superior de techo se limpia, en la parte interior se colocará el panel de totora propuesto para el elemento losa, se añade utilizando un sistema de perfilería metálica. Se puede utilizar yeso – cartón de 10 mm pues también cumple la misma función, pero añadiendo otro elemento aislante como lana de vidrio.



**Recomendaciones:** Asegurar la continuidad de la solución térmica para evitar filtraciones de agentes atmosféricos.

En este caso la vivienda ya está establecida, es adosada con retiro frontal de 5 y posterior de 4, vista la solución en planta y emplazamiento no representa una diferencia significativa, pero en fachada su cambio es notorio puesto que la envolvente fue analizada mediante la NEC y los materiales responden al clima del entorno con se lograría reducir la incidencia del SEE.

**Figura 22. Planta con mejoramiento de la envolvente propuesto**



## PLANTA CONSTRUCTIVA

Escala Grafica

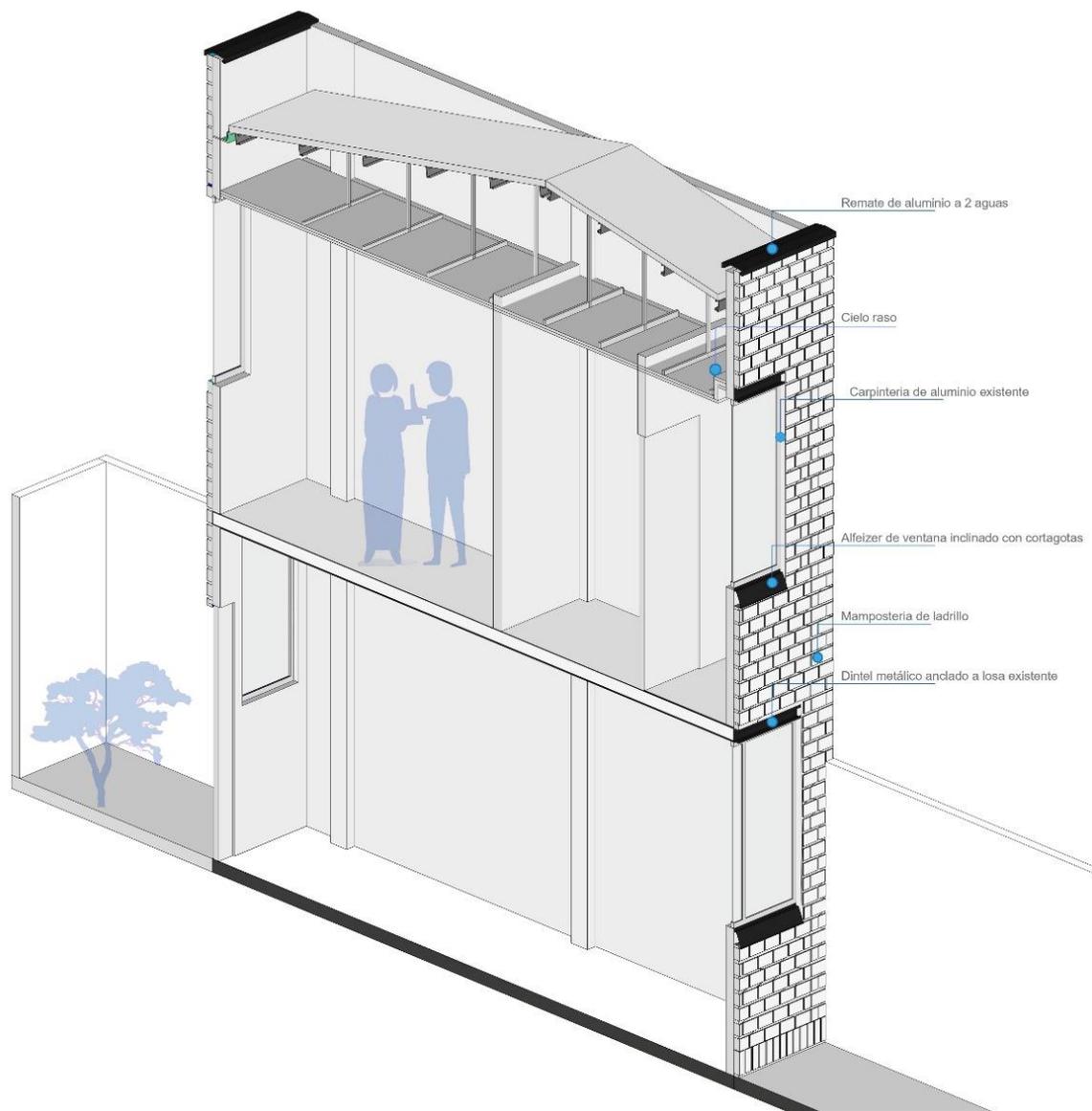
- |  |                                   |                                       |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Columna de hormigón armado H <sup>2</sup> A <sup>2</sup> F <sup>2</sup> C = 210 Kg/cm | 5. Chicote 40 cm x 8 mm @ 50 cm   | 9. Puerta de madera se seique         |
| 2. Ventana con protección de acero   | 6. Ladrillo tipo jaboncillo e=7cm | 10. Enlucido de pared arena + cemento |
| 3. Alfeizar de aluminio con corta gotas  | 7. Laca protectora                | 11. Picaporte para ventana            |
| 4. Bloque de cemento de 10 cm  | 8. Estribo 1 ∅ 8mm @ 10-20 cm     | 12. Vanilla 4 ∅ 12 mm                 |

Fuente: Elaboración propia

Los materiales utilizados en la envolvente son ladrillo tipo jaboncillo de 7 cm, no se propone recortes debido a que disminuye su transmitancia y resistencia térmica y al ser un elemento poroso es más fácil la proliferación de moho. Se lo coloca el tipo de

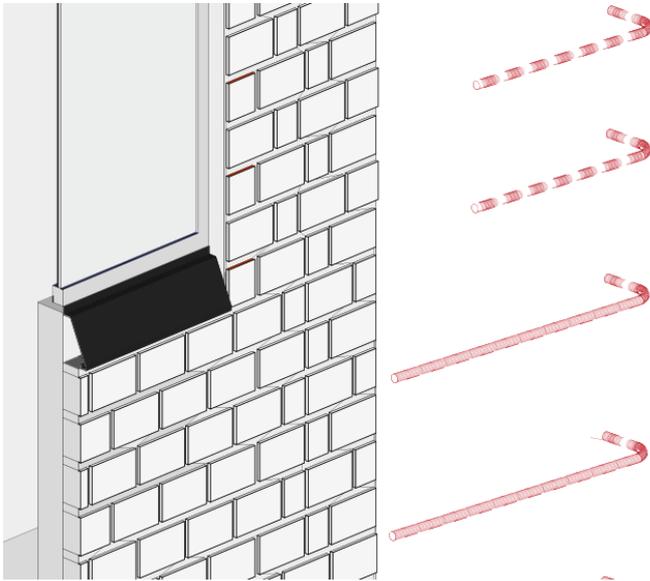
aparejamiento tradicional porque es más económica para ser añadido en la vivienda social.

**Figura 23. Vista axonométrica de la propuesta**

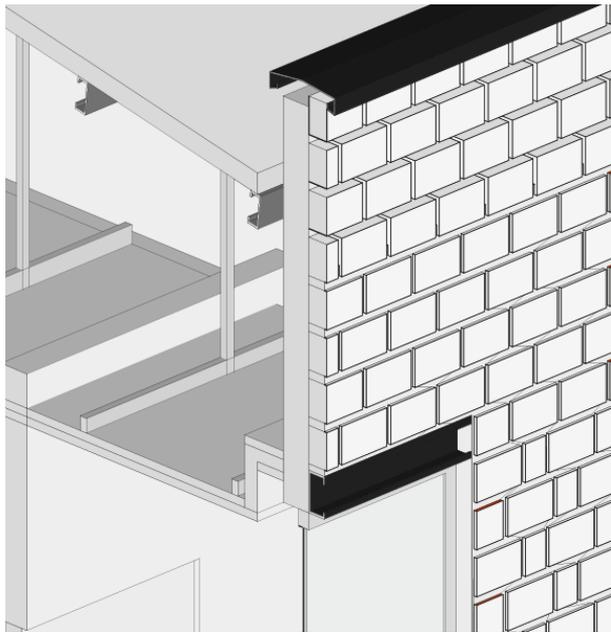


Fuente: Elaboración propia

**Figura 24. Corte de sección**

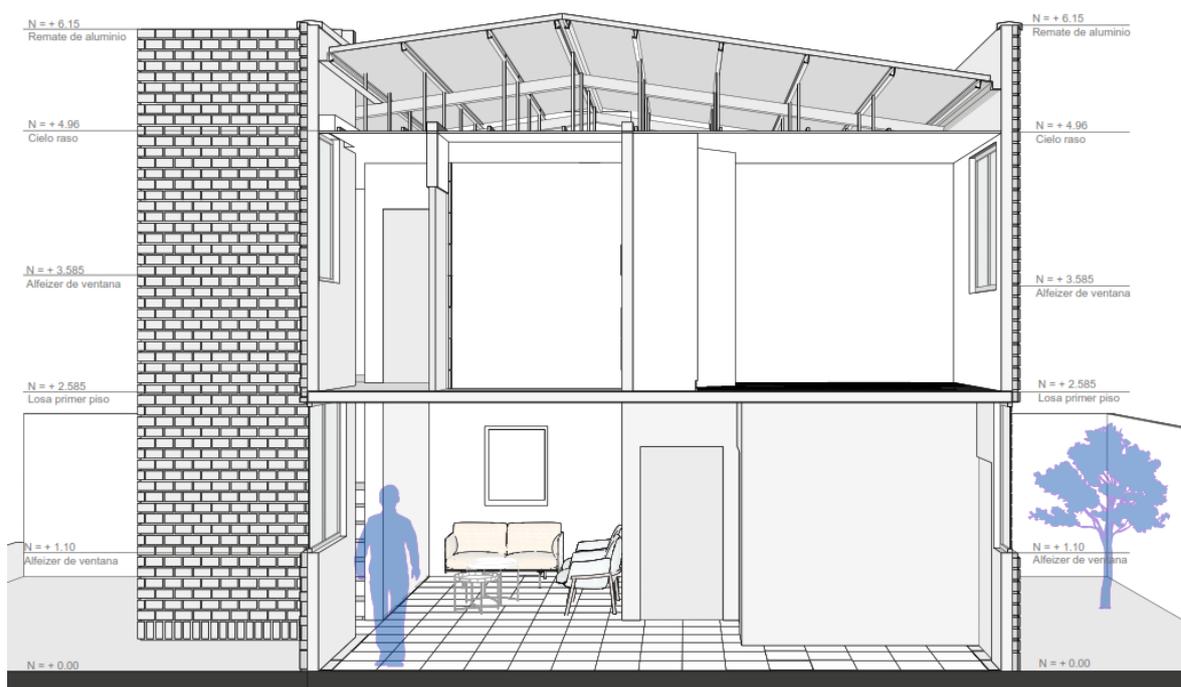


Para anclar la piel de ladrillo a la piel existente se coloca chicotes en L en dirección a las columnas y entrepisos para que funcione como un solo cuerpo. El alfeizar de la ventana es de aluminio se lo coloca de forma inclinada para el agua lluvia no se estanque posee un corta gotas que sobresale 3 cm de la pared.



En la parte de las vergüenzas se ha perdido chicotes en L para evitar que se abra, el dintel se coloca un perfil metálico C como una fundición anclada a la estructura con la finalidad que sirva de soporte del peso de ladrillo que va en la parte superior. Finalmente, en la parte superior de la pared se propone un remate de aluminio a 2 aguas con 2 % de caída y con corta gotas de 3 cm

**Figura 25. Corte en perspectiva**



Fuente: Elaboración propia

El resultado final demuestra que los cambios en fachada son evidentes, se ha demostrado que, efectivamente, los materiales y la ausencia de un estudio previo a la etapa de diseño atribuyen la presencia del SEE, pese a las restricciones que se pueda tener en costos o tamaño si es posible obtener confort correcto mediante el diseño, orientación y aplicación de los materiales de construcción adecuados a las condiciones climáticas de su entorno.

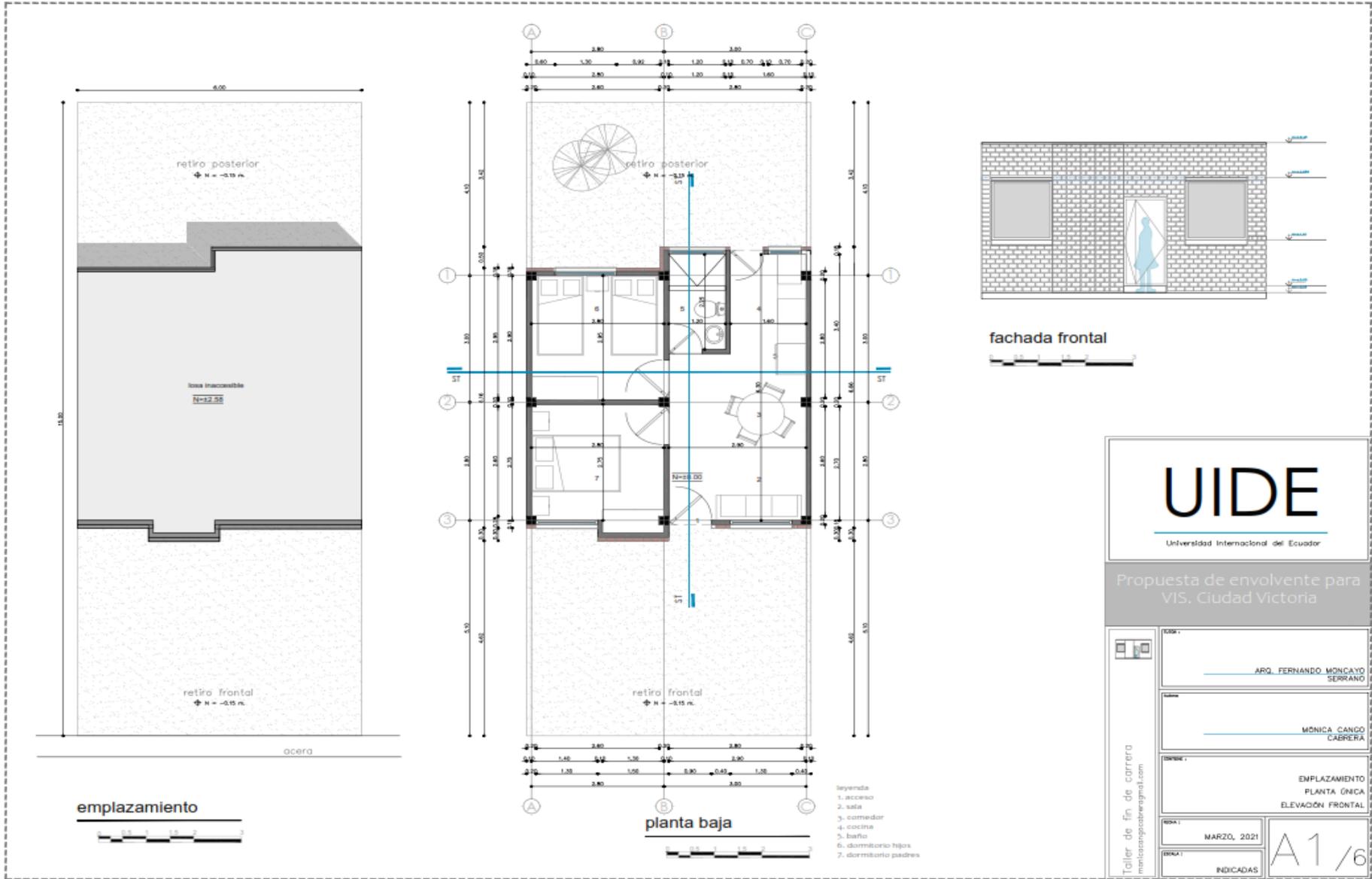
Si hay como y si es posible puede que el impacto de sustentabilidad sea mayor porque el costo de implementar ciertas estrategias podría generar un impacto económico importante, sin embargo, todo nace desde este mismo proceso metodológico para decidir si esta será la mejor intervención costo beneficio a largo plazo y después entender que el impacto que hemos hecho o hacemos como arquitectos siempre va a haber, la lógica está en hacer el menor impacto posible. Porque no vamos a poder nunca hacer arquitectura si no tiene impacto solo el hecho de construir genera impacto y entender que muchas veces nos vamos a encontrar problemas como sentir demasiado frio o calor y no sabemos si es por la ventana, pared, piso y solo asimilamos cual, por ello la lógica es hacer una comprobación técnica – científica para tomar las mejores decisiones como en este caso se ha hecho.

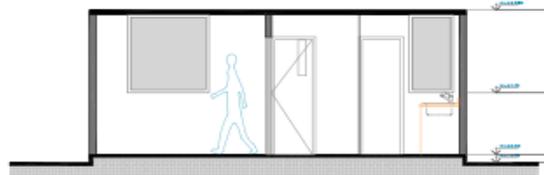


**Propuesta para envolvente de vivienda – T90**

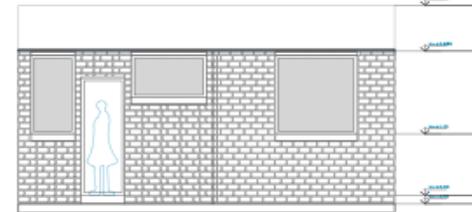


**Propuesta para envoltorio de vivienda – T36**

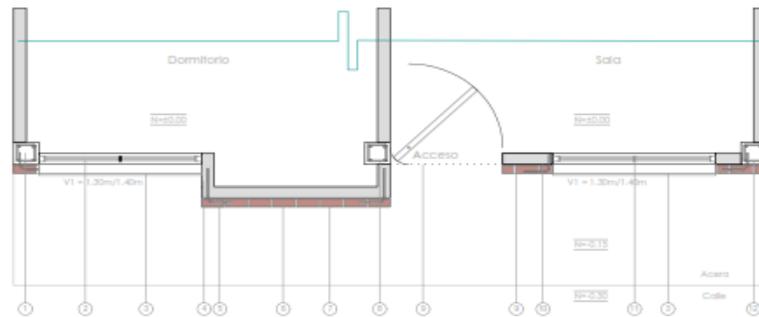




corte transversal



fachada posterior



PLANTA CONSTRUCTIVA

Escala Gráfica



- 1. Columna de hormigón armado Ø 170 x 2000 g/m
- 2. Vigas de concreto armado de acero
- 3. Alce de aluminio con cortina gris
- 4. Módulo de ventana de 12 cm
- 5. Dintel de 40 cm x 18 cm @ 10 cm
- 6. Cerdillo de aluminio anodizado
- 7. Lasa protectora
- 8. Dintel y varilla @ 10 cm
- 9. Puente de madera en teque
- 10. Entablado de pino de origen ecuatoriano
- 11. Piso tipo piso cerámico
- 12. Suela de 12 mm



corte longitudinal



# UIDE

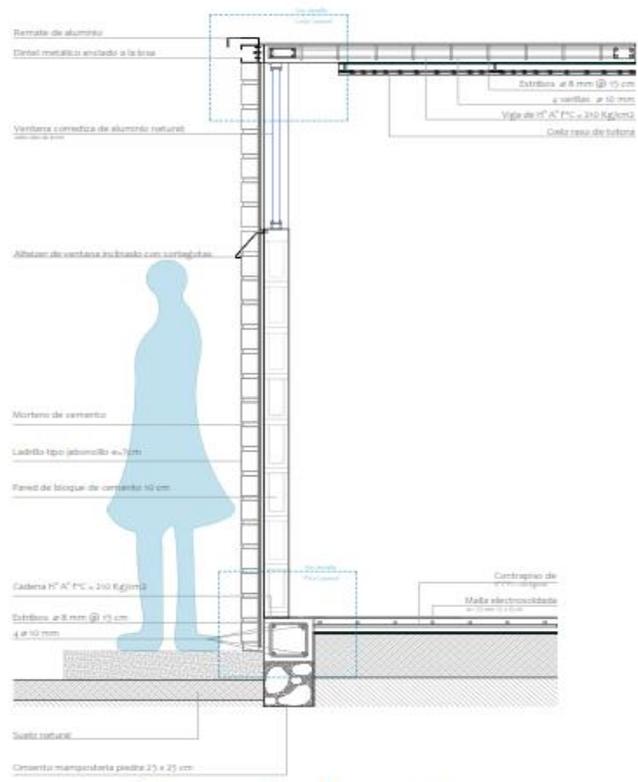
Universidad Internacional del Ecuador

---

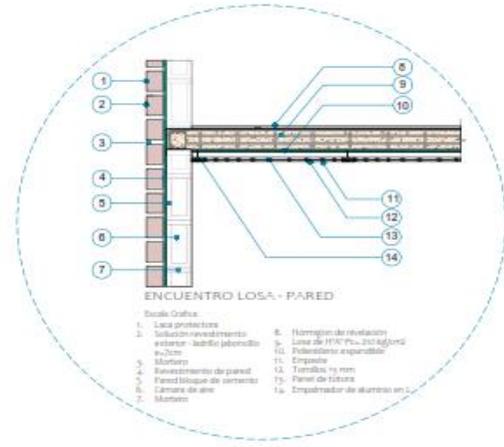
Propuesta de envoltura para  
VIS. Ciudad Victoria

Taller de fin de carrera  
 monicacangocabrer@gmail.com

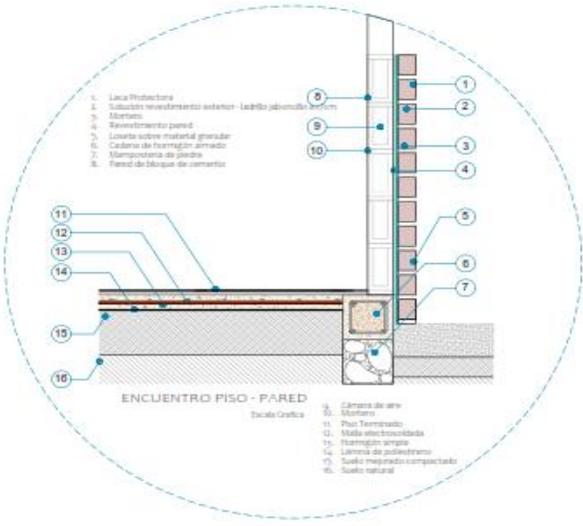
LOGO:	ARQ. FERNANDO MONCAYO SERRANO	
NOMBRE:	MÓNICA CANGO CABRERA	
DESCRIPCIÓN:	CORTE LONGITUDINAL CORTE TRANSVERSAL PLANTA CONSTRUCTIVA ELEVACIÓN POSTERIOR	
FECHA:	MARZO, 2021	
SERIE:	INDICADAS	A2 / 6



**SECCIÓN CONSTRUCTIVA**  
Escala Grafica



- ENCUENTRO LOSA - PARED**  
Escala Grafica:
- 1. Losa protectora
  - 2. Substrato revestimiento exterior - ladrillo japonésico 4x7cm
  - 3. Mortero
  - 4. Revestimiento pared
  - 5. Lomera sobre material granular
  - 6. Cadena de hormigón armado
  - 7. Mampostería de piedra
  - 8. Fianzo de bloque de cemento
  - 9. Cámara de aire
  - 10. Mortero
  - 11. Hormigón de relleno
  - 12. Lomera de PVC F' C = 210 Kg/cm2
  - 13. Poliestireno expandido 4x7cm
  - 14. Corchetas
  - 15. Tornillos 10 mm
  - 16. Panel de fibra
  - 17. Cámara de aire
  - 18. Compresor de aluminio en L



- ENCUENTRO PISO - PARED**  
Escala Grafica:
- 1. Cámara de aire
  - 2. Mortero
  - 3. Piso terminado
  - 4. Malla electrosoldada
  - 5. Hormigón simple
  - 6. Lomera de poliestireno
  - 7. Suelo mejorado compactado
  - 8. Suelo natural
  - 9. Cámara de aire
  - 10. Mortero
  - 11. Lomera de PVC F' C = 210 Kg/cm2
  - 12. Poliestireno expandido 4x7cm
  - 13. Corchetas
  - 14. Tornillos 10 mm
  - 15. Panel de fibra
  - 16. Compresor de aluminio en L

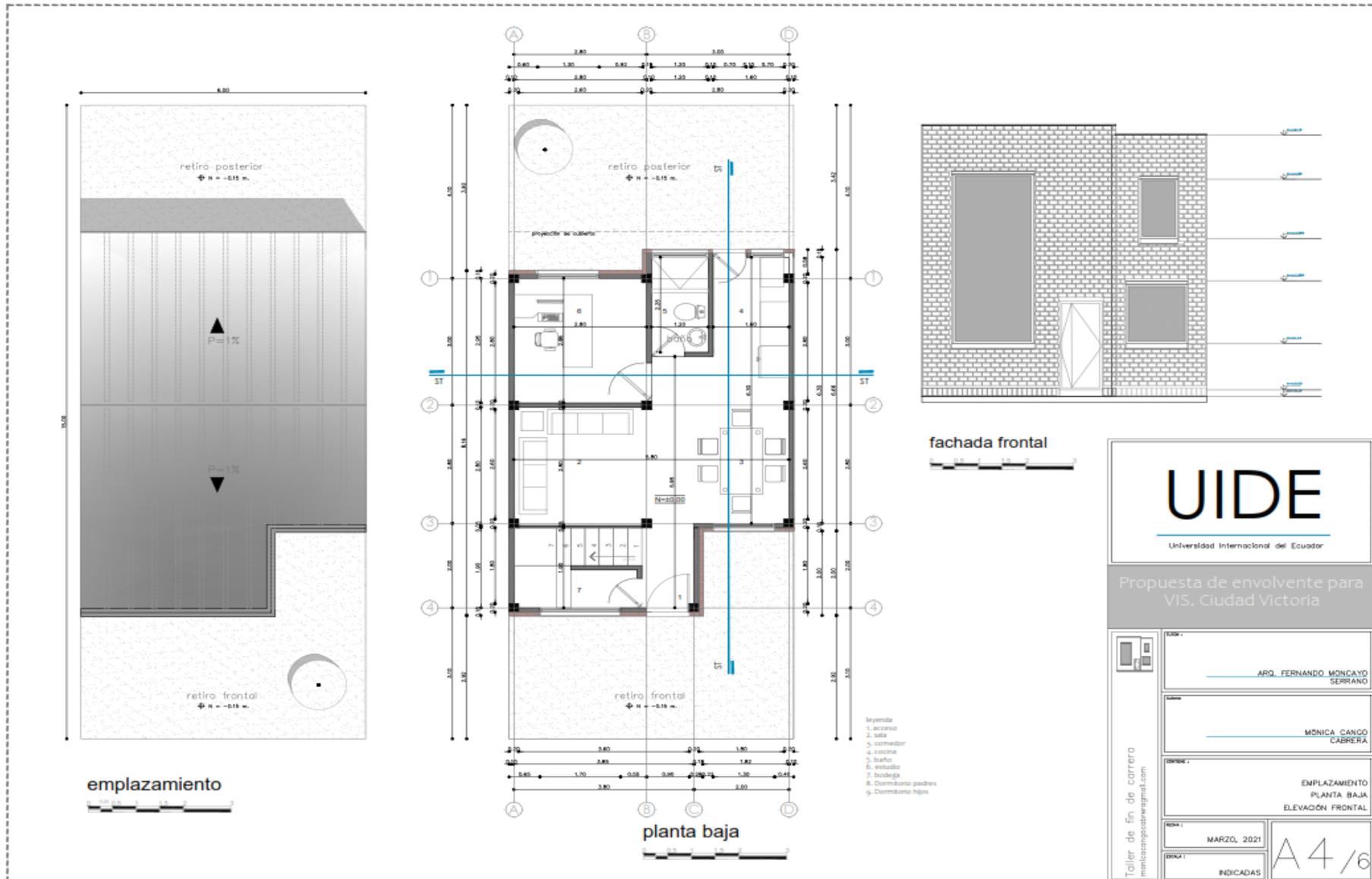
**UIDE**  
Universidad Internacional del Ecuador

Propuesta de envolvente para  
VIS. Ciudad Victoria

FOGA:	
DISEÑO:	ARQ. FERNANDO MONCAYO SERRANO
DISEÑO:	MÓNICA CANGO CABRERA
DISEÑO:	DETALLE CONSTRUCTIVO
FECHA:	MARZO, 2021
FECHA:	INDICADAS

A3/6

Taller de fin de carrera  
monicacango@uiide.com



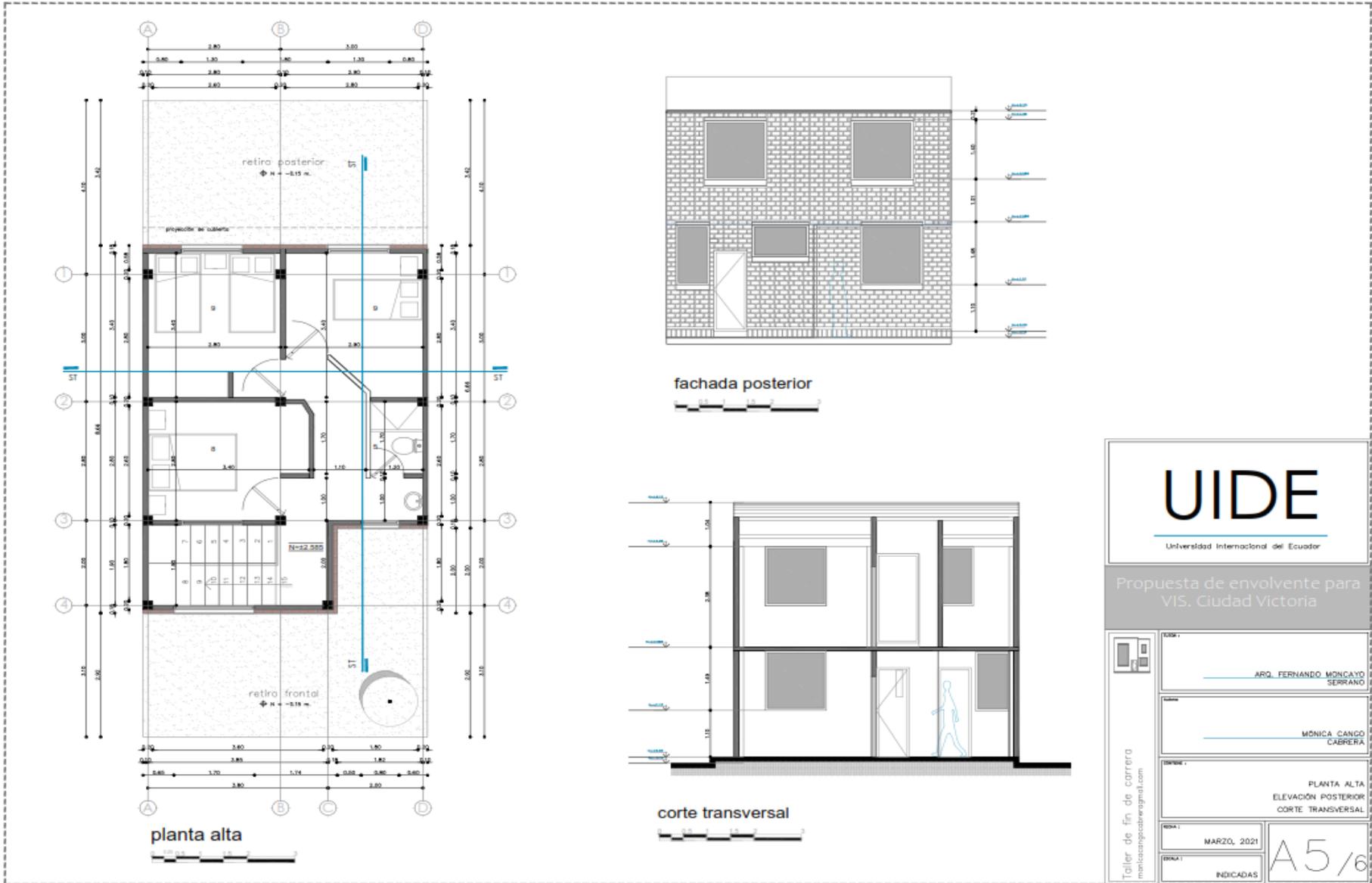
# UIDE

Universidad Internacional del Ecuador

Propuesta de envoltura para VIS. Ciudad Victoria

	CODI: ARQ. FERNANDO MONCAYO SEPRAÑO
	NOMBRE: MÓNICA CANGO CABRERA
DESCRIPCIÓN: EMPLAZAMIENTO PLANTA BAJA ELEVACIÓN FRONTAL	FECHA: MARZO, 2021
INDICADAS: INDICADAS	ESCALA: A4/6

Taller de fin de carrera  
 monicacangocabrera@gmail.com

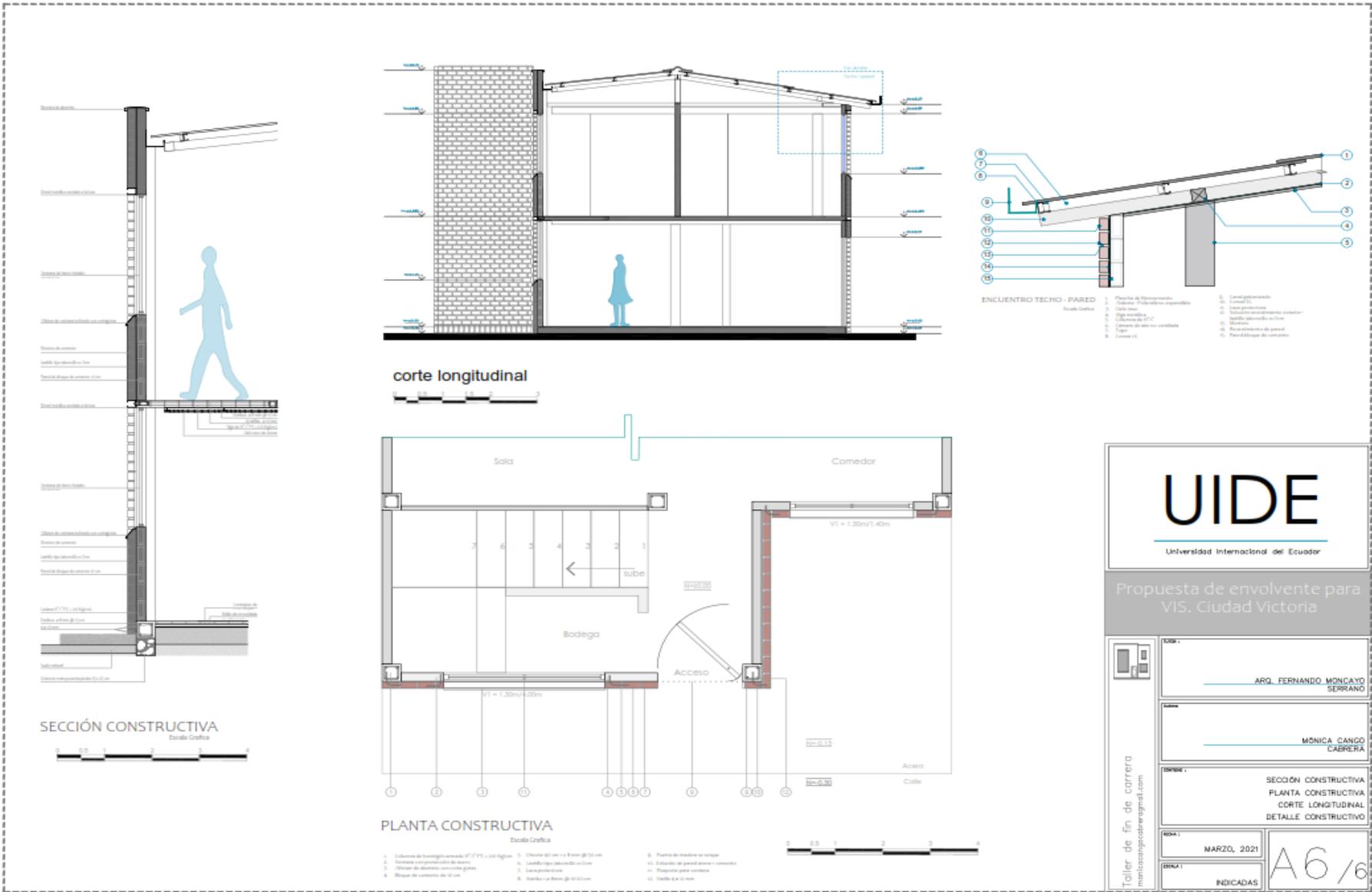


# UIDE

Universidad Internacional del Ecuador

Propuesta de envoltorio para  
VIS. Ciudad Victoria

	<p>DESIGNER 1 ARQ. FERNANDO MONCAYO SERRANO</p>
	<p>DESIGNER 2 MÓNICA SANGO CABRERA</p>
	<p>PLANTA ALTA ELEVACIÓN POSTERIOR CORTE TRANSVERSAL</p>
<p>Taller de fin de carrera monicasangocabrera@gmail.com</p>	<p>FECHA 1 MARZO, 2021</p>
	<p>INDICADAS <b>A5/6</b></p>



- 1. Colores de frangido en modo "OFF" - Los Agrios
- 2. Tardes con grises cálidos de acero
- 3. Bloques de aluminos con un grises
- 4. Bloque de concreto de 10 cm
- 5. Clavos 60 mm x 3 mm @ 50 cm
- 6. Ladrillos perforados de 10 cm
- 7. Ladrillos perforados
- 8. Sábiles y 10 mm @ 100 cm
- 9. Placa de madera en bloque
- 10. Doble de pared acero y concreto
- 11. Plaqueo para concreto
- 12. Teñido de 10 mm

- 1. Placa de fibrocemento
- 2. Ladrillo perforado exterior
- 3. Ladrillo perforado interior
- 4. Ladrillo perforado de 10 cm
- 5. Bloque de concreto de 10 cm
- 6. Placa de fibra de vidrio
- 7. Placa de 10 cm
- 8. Canalización
- 9. Concreto
- 10. Ladrillo perforado exterior y concreto
- 11. Ladrillo perforado de 10 cm
- 12. Bloque
- 13. Bloque de concreto
- 14. Placa de fibra de vidrio
- 15. Placa de 10 cm

## Conclusiones

Se pudo evidenciar que las investigaciones para determinar el SEE son pocas y no se ha estudiado desde la óptica de la vivienda social, en nuestro país es evidente que las normas no se cumplen, los proyectos de viviendas van por un tema más cuantitativo minimizando costos en la construcción como tendencia a satisfacer más cantidad que calidad, por ello la VIS llega a ser sinónimo de mala calidad.

Se verifico que la vivienda de interés social no cumple con las condiciones mínimas de confort y habitabilidad puesto que se identificó enfermedades frecuentes relacionadas con el SEE, como tal un 19% de la población presenta resfriados constantes, 18% dificultad para respirar - alergias, 10% nariz tapada, 9 % tos-ronquera, 9% dolor de cabeza. Se demostró que la causa deficiente de ciertos elementos no analizados llevó a la presencia de síntomas característicos del SEE, exponiendo el escaso estudio previo a la implantación del conjunto habitacional.

Los factores físicos ambientales como temperatura, humedad relativa, viento se encuentran fuera de los rangos de confort, sumado a esto el diseño propuesto inicialmente y los materiales utilizados en la construcción no son los apropiados según la zona climática habitacional debido a los ambientes son más fríos porque los materiales pierden calor rápidamente.

Para la evaluación de la propuesta fueron analizados componentes constructivos para el mejoramiento de la envolvente luego del análisis económico se observa que; aumentando la masa térmica de los materiales de la envolvente vertical mejoramos la temperatura del interior de las viviendas, utilizando una pared con menor masa térmica el interior obtiene menor temperatura es decir a mayor masa térmica mayor comportamiento térmico.

Finalmente, el presente estudio proporciona los conocimientos necesarios para el cálculo matemático de la envolvente según la NEC con la finalidad de que sirva para evaluar proyectos habitacionales futuros y evitar la presencia del SEE. Se demuestra que una buena calidad de la vivienda no significa un aumento de costos sino de utilizar los materiales adecuados y de manera óptima y responsable.

### **Recomendaciones**

Las siguientes recomendaciones van dirigidas a investigadores y constructores que tengan interés en indagar y profundizar en el estudio SEE como herramienta de diagnóstico para conocer el estado de viviendas, edificios de uso públicos o residenciales.

Se puede utilizar medidores de calidad del aire dentro de la vivienda para conocer los niveles de contaminación de los espacios interiores.

Escoger de manera aleatoria viviendas y analizar de manera minuciosa los cambios en el diseño de la planta original y si estos incrementan los factores del SEE.

Realizar simulaciones virtuales con respecto a los coeficientes de transmitancia térmica de los materiales y contrarrestar con los cálculos matemáticos.

Estudiar propuestas de materiales económicos que cumplan con los coeficientes de transmitancia y resistencia térmica como el panel de totora para que puedan utilizarse para la adecuación de la envolvente.

Es indispensable que antes de cualquier proyecto se haga un análisis físico ambiental con la finalidad de potenciar su entorno y escoger los tipos de materiales adecuados de acuerdo a la zona climática para asegurar que las viviendas sean confortables y cumplan con las expectativas y deseos del usuario.

Se recomienda que para futuras construcciones y adecuaciones en la vivienda exista una planificación debido a que los cambios en el diseño han provocado la aparición del SEE.

## Bibliografía

- Artículo de Periódico. (22 de abril del 2013). Vivem advierte sobre cambios en diseños. La Hora. Recuperado de: <https://lahora.com.ec/noticia/1101496047/vivem-advierte-sobre-cambios-en-diseos>
- Barragán, A., & Ochoa, P. (2014). Estudio de caso: Diseño de viviendas ambientales de bajo costo, Cuenca (Ecuador). *Maskana*, 5(1), 81-98.
- Bustamante, W., Rozas, Y., Cepeda, R., Encinas, F., & Martínez, P. (2009). Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social. Santiago, Ministerio de Vivienda y Urbanismo división Técnica de Estudio y Fomento Habitacional y Programa País de Eficiencia Energética (CNE).
- Cascales, M. C. (2009). Determinación del síndrome del edificio enfermo. *Digital de salud y seguridad en el trabajo*, 1-17.
- Citec, U. B. B., & Decon, U. C. (2014). Manual de hermeticidad al aire de edificaciones. Santiago, Chile: FONDEF.
- Cámara chilena de la construcción, CCHC. (2015). Manual acondicionamiento térmico criterios de intervención. Santiago, Chile. CDT.
- Cortes, S. (2010). Condiciones de aplicación de las estrategias bioclimáticas. *Cuadernos de Investigación Urbanística*, (69).
- Couret, D. G., & Párraga, J. F. V. (2019). Evolución de la vivienda de interés social en Portoviejo. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 12(23).
- De Jong, T. M., Van Der Voordt, D. J. M. (2002). Ways to study and research: urban, architectural, and technical design. Ios Press.
- García, A. (2011). Análisis económico de sistemas pasivos de climatización para vivienda de interés social en clima cálido seco, con base en consumos eléctricos (tesis de maestría). Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Sonora, México.

- Gómez, M., y Pérez, J. NTP 380: El síndrome del edificio enfermo: cuestionario simplificado.
- Hernández Pezzi, C. (2007). *Un Vitruvio Ecológico. Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.
- Hernández, A. (2011). Control ambiental en interiores. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Capítulo 45. Ministerio de Trabajo. Madrid. España.
- INEC. (2010). Resultados Censo de Población y Vivienda.
- INEC. (2018). Nacimientos y defunciones
- Instituto Nacional de Eficiencia Energética- INER. (2015). Estrategias para mejorar la habitabilidad y mejorar el consumo de energía en viviendas.
- Martínez, F. J. R., & Callejo, R. C. (2006). *Edificios saludables para trabajadores sanos: calidad de ambientes interiores*. Junta de Castilla y León, Consejería de Economía y Empleo.
- Morán, L.; Yábar, G. & Figueroa, K.(2017). Calidad del aire interior en el síndrome del edificio enfermo, ciudad de Trujillo. 17(4):33-42.
- Mundo, Julia & Hernández, J. & Valerdi, M. & Sosa, J. (2015). Vivienda saludable en San Andrés Azumiatla, Puebla, México. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, (18),57-68.
- Organización Panamericana de la Salud. (2018). Contaminación del Aire de Interiores y Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). Directrices de la OMS sobre Vivienda y Salud. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/279743/WHO-CED-PHE-18.10-spa.pdf>
- Ortiz, J. (2017). Modelo de evaluación del síndrome de edificios enfermos desde la óptica de la ingeniería civil implementado en los edificios de ingeniería y

administrativos de la Universidad Tecnológica Equinoccial (Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura).

Pérez Pérez, Alex. (2016). El diseño de la vivienda de interés social y la satisfacción de las necesidades y expectativas del usuario. *Revista de Arquitectura*. 18. 67-75. 10.14718/RevArq.2016.18.1.7.

Síndrome del Edificio Enfermo. Metodología de Evaluación. Instituto Nacional de Higiene del Trabajo. Madrid- España.

Tovar, M. (2018). Metodología para evaluar la calidad del aire interior en diseño de VIS de clima frío (tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Valderrama-Ulloa, C., Silva-Castillo, L., Sandoval-Grandi, C., Robles-Calderon, C., & Rouault, F. (2020). Indoor Environmental Quality in Latin American Buildings: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 12(2), 643.

## Anexos

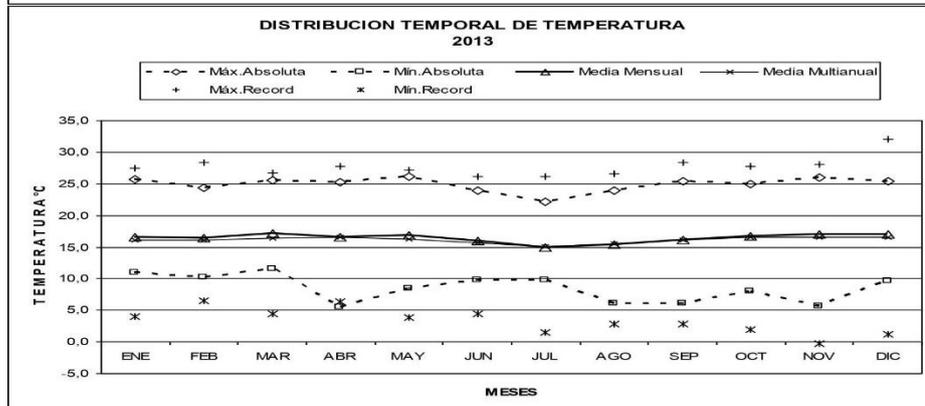
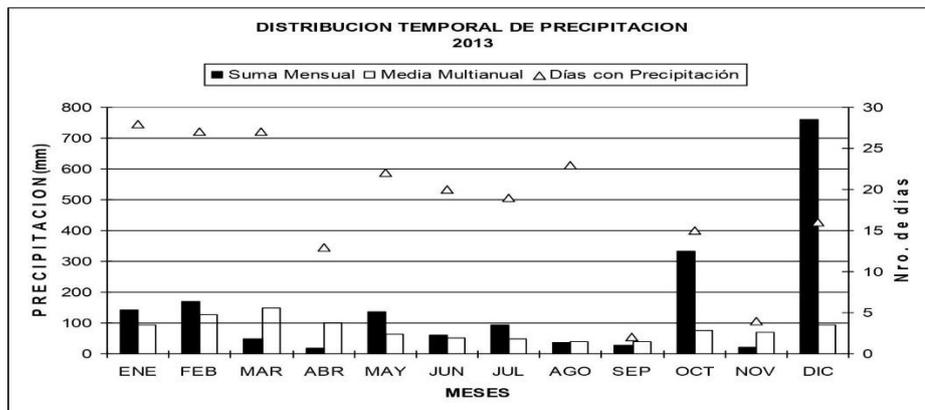
### Anexo 1. Anuario meteorológico 2013

36 Anuario Meteorológico N° 53-2013

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

M0033 LA ARGELIA-LOJA INAMHI																			
MES	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)							HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION (mm)			Número de días con precipitación		
	ABSOLUTAS		MEDIAS			Mensual		Máxima día	Mínima día	Media	Máxima día			Mínima día	Media	Mensual		Suma	Máxima en 24hrs
ENERO	81.4	25.7	17	11.0	16	20.5	13.6	16.5	94	1	45	16	80	12.8	14.8	141.7	35.8	24	28
FEBRERO	64.7	24.4	2	10.2	1	21.3	13.2	16.4	99	25	63	5	83	13.4	15.4	169.7	25.7	4	27
MARZO	91.4	25.6	25	11.5	12	21.9	13.5	17.1	98	13	59	24	80	13.4	15.4	48.8	6.2	4	27
ABRIL	147.2	25.2	26	5.5	26	21.9	11.8	16.6	99	6	48	29	77	12.3	14.3	18.9	3.6	2	13
MAYO	139.6	26.2	5	8.5	23	22.5	12.5	16.9	99	23	54	5	80	13.2	15.2	137.0	39.2	30	22
JUNIO	116.8	24.0	28	9.8	29	19.9	13.2	15.9	99	30	55	28	78	11.9	13.9	60.2	12.1	9	20
JULIO	122.2	22.2	2	9.8	2	18.4	12.0	15.0	94	31	46	27	77	10.8	13.0	93.5	23.5	8	19
AGOSTO	144.8	24.0	8	6.0	8	19.5	11.7	15.3	98	10	50	30	78	11.4	13.5	36.3	6.3	5	23
SEPTIEMBRE	156.9	25.4	13	6.0	3	21.1	11.9	16.1					74	11.3	13.4	27.0	25.0	10	2
OCTUBRE	144.8	25.0	23	8.0	11	22.1	12.1	16.7	98	13	45	1	78	12.5	14.5	334.0	98.0	14	15
NOVIEMBRE	193.0	26.0	10	5.6	29	23.8	10.8	17.0	98	10	29	28	74	11.8	13.9	20.0	5.0	11	4
DICIEMBRE	137.0	25.4	23	9.6	25	22.5	12.7	17.0	98	24	41	23	77	12.5	14.6	761.0	278.0	17	16
VALOR ANUAL	1539.8	26.2	5.5	21.3	12.4	16.4							78	12.3	14.3	1848.1	278.0		

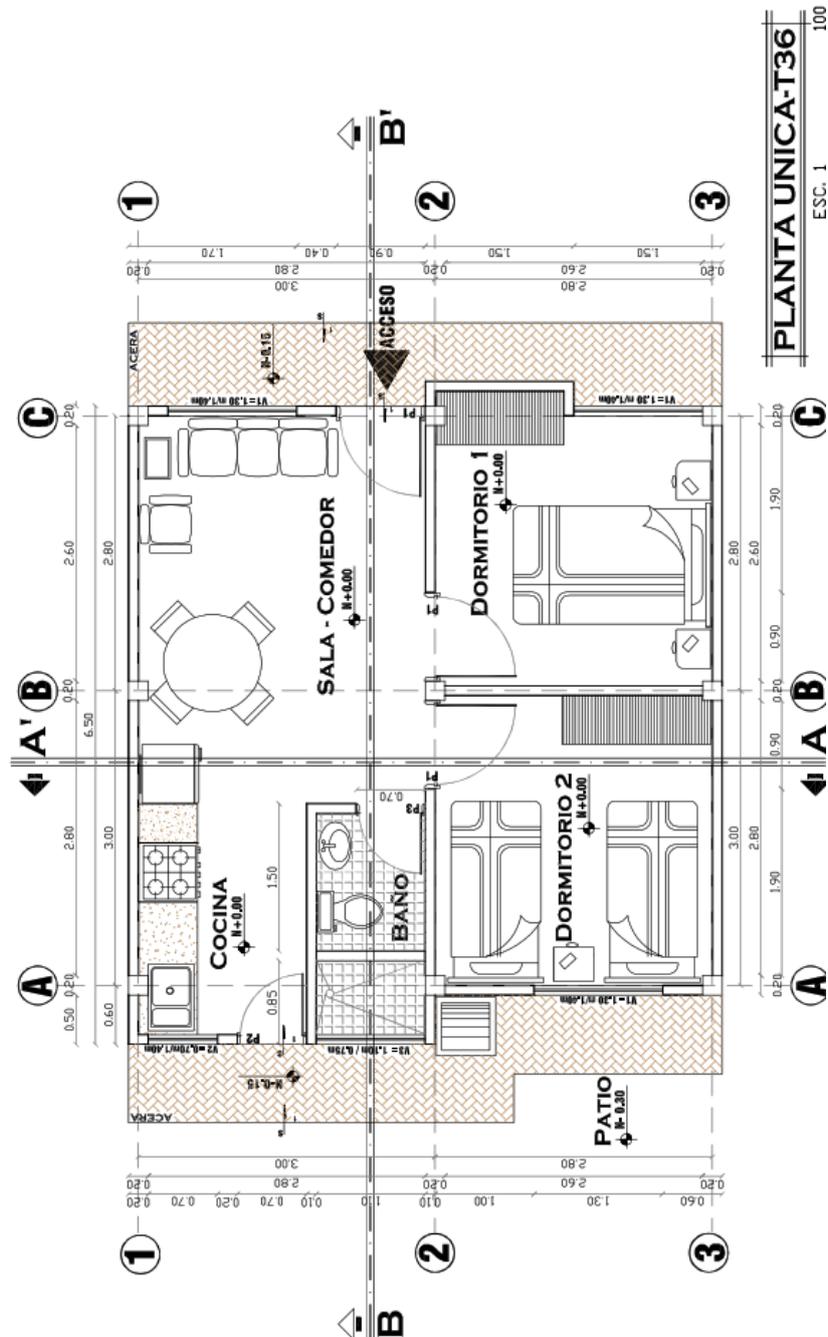
MES	EVAPORACION (mm)			NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)								
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs	día		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro OBS												
ENERO	70.9	5.3	17	6	3.0	53	1.7	3	4.0	2	0.0	0	2.0	1	0.0	0	2.0	1	5.5	2	38	93	10.0	NW	2.4	
FEBRERO	53.5	5.6	15	7	2.2	31	2.5	5	2.0	4	1.5	2	2.5	5	2.3	4	0.0	0	2.0	1	49	84	5.0	N	1.5	
MARZO	92.4	4.6	25	6	2.1	28	2.2	14	1.5	2	0.0	0	2.0	1	1.8	4	0.0	0	1.6	8	43	93	5.0	N	2.1	
ABRIL	106.3	8.0	26	5	2.5	40	2.6	17	2.0	1	0.0	0	0.0	0	2.5	2	0.0	0	3.0	1	39	90	6.0	N	2.4	
MAYO	96.1	5.3	1	6	2.4	27	2.4	5	2.0	1	3.5	2	0.0	0	2.0	2	0.0	0	2.0	2	60	93	6.0	N	1.7	
JUNIO	67.3	4.7	27	6	3.1	40	3.1	16	2.0	1	0.0	0	3.0	1	0.0	0	3.0	1	2.5	17	24	90	8.0	N	3.6	
JULIO	79.0	5.2	2	6	4.5	41	3.8	23	4.0	1	5.0	2	4.0	1	4.0	2	6.0	1	4.8	11	18	93	14.0	NW	4.5	
AGOSTO	92.7	5.1	8	6	2.9	33	3.7	22	4.0	4	3.8	4	3.0	1	0.0	0	6.0	1	3.0	20	14	93	10.0	NE	3.4	
SEPTIEMBRE	108.8			6																						3.8
OCTUBRE	107.4	5.8	1	6	2.6	11	2.4	19	2.7	3	3.0	3	1.5	2	3.0	2	2.0	3	3.0	16	40	93	8.0	NW	2.0	
NOVIEMBRE	152.4	7.3	4	6	3.0	11	2.6	17	4.0	1	2.0	7	0.0	0	3.8	13	1.5	2	2.2	12	37	90	8.0	N	2.0	
DICIEMBRE	99.1	6.1	23	6	3.1	19	3.1	18	3.3	7	2.0	3	6.0	1	2.3	4	2.0	2	2.4	9	37	93	6.0	N	2.0	
VALOR ANUAL	1125.9			6																						3.0



Anexo 2. Tipología inicial de la vivienda

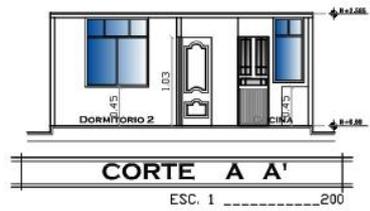
Tipología 1

Los planos descritos a continuación son los establecidos por la empresa municipal VIVEM - LOJA





**FACHADA FRONTAL-T36**  
ESC. 1 -----100



**CORTE A A'**

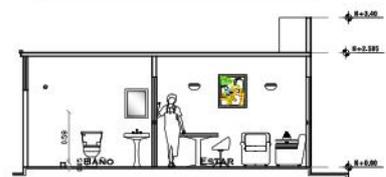
ESC. 1 -----200



**FACHADA POSTERIOR-T36**  
ESC. 1 -----100

ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS	
PLINTOS	HORMIGON ARMADO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
CIMENTOS	ACERO DE REFUERZO $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
CIMENTOS	MAMPOSTERIA DE PIEDRA
COLUMNAS	HORMIGON ARMADO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
CADENAS	ACERO DE REFUERZO $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
PAREDES	BLOQUE DE CEMENTO 10 CM
CUBIERTA	LOSA DE HORMIGON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
ENLUCIDOS EXTERIOR	ARENA, CEMENTO CEMENTINA
CONTRAPISOS	HORMIGON SIMPLE $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$
VENTANAS	HIERRO CON PROTECCION
PUERTAS	MADERA PANELADA MDF Y SEIQUE
PINTURA EXTERIOR	DE CAUCHO

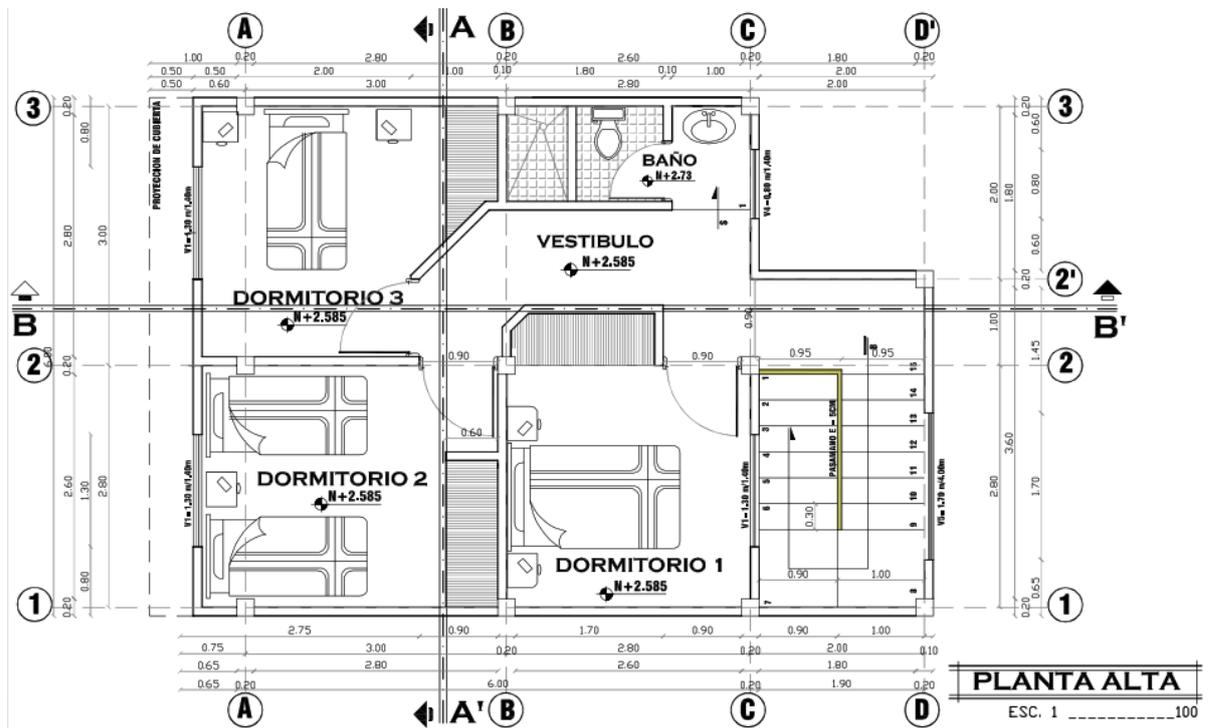
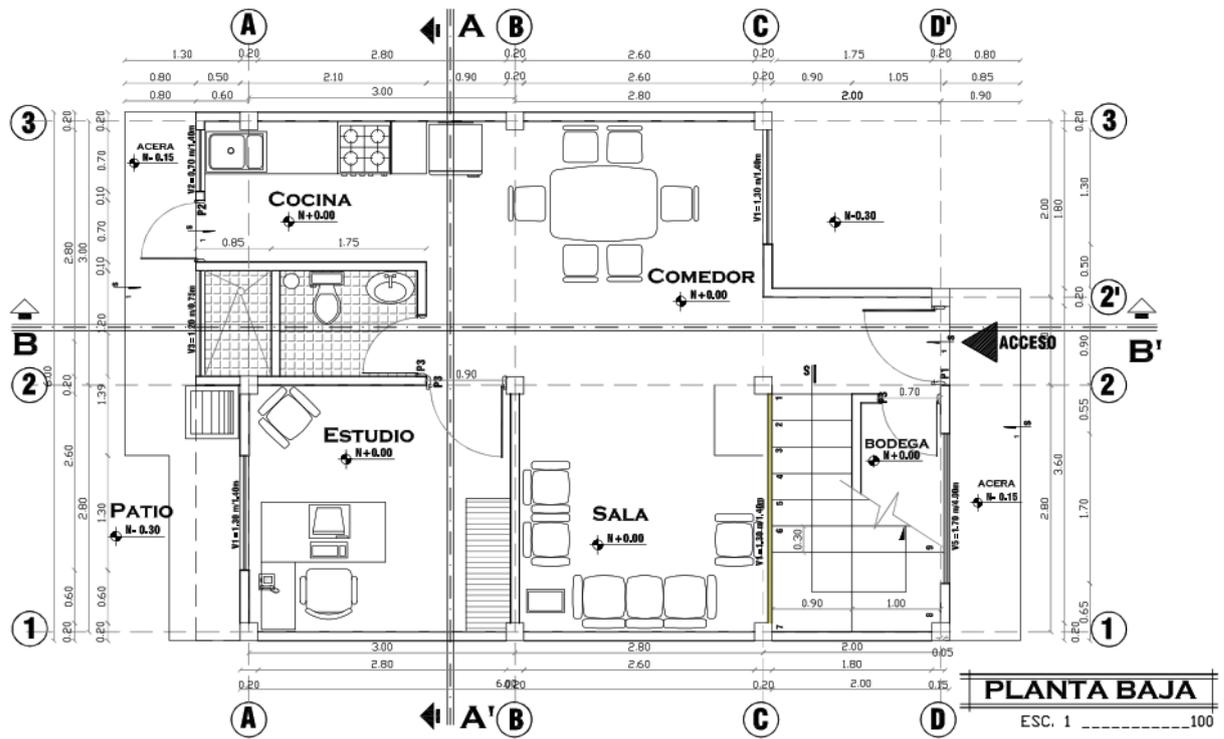
CUADRO DE AREAS	
PLANTA BAJA	37.92 M2
TERRENO	90 M2

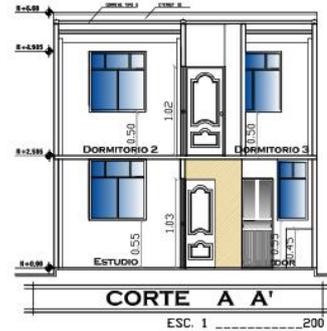


**CORTE B B'**

ESC. 1 -----200

Tipología 2





CUADRO DE AREAS	
PLANTA BAJA	45.35 M <sup>2</sup>
PLANTA ALTA	46.80 M <sup>2</sup>
TOTAL	92.15 M <sup>2</sup>
TERRENO	90 M <sup>2</sup>

ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS	
PLINTOS	HORMIGON ARMADO f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup>
CIMENTOS	HORMIGON CICLOPEO
COLUMNAS	HORMIGON ARMADO f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>
CADENAS	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup>
PAREDES	BLOQUE DE CEMENTO 10 CM
CUBIERTA	LOSA DE HORMIGON f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>
ENLUCIDOS EXTERIOR	ARENA, CEMENTO CEMENTINA
CONTRAPISOS	HORMIGON SIMPLE f'c= 180 kg/cm <sup>2</sup>
VENTANAS	HIERRO CON PROTECCION
FUERTAS	MADERA PANELADA MDF Y SEIQUE
PINTURA EXTERIOR	DE CAUCHO

### Anexo 3. Resultados de encuestas

Pregunta 1	Usted vive en Ciudad Victoria	
	Si	250
	No	0

Pregunta 2	Por favor, indique su edad	
	10 - 15 años	1
	Mas de 60 años	7
	51 - 60 años	33
	16 - 20 años	34
	31 - 40 años	57
	21 - 30 años	58
	41 - 50 años	60

Pregunta 3	Por favor, indica tu género.	
	Hombre	101
	Mujer	149

Pregunta 4	¿Si es tan amable, ayúdanos con el nombre de la calle principal de su vivienda?	
	Farabundo Martí	1
	Fernando Malo	1
	Alfredo Perez	2
	Mercedes Sosa	2
	Pedro Saad	4
	Tiradentes	5
	Pancho Villa	5
	Mela Martínez	8
	Oswaldo Guayasamin	10
	Augusto Cesar Sandino	10
	Ernesto Che Guevara	11
	Número	11
	Transito Amaguaña	13
	Jaime Hurtado	20
	Dolores Cacuangó	21
	Tupac Amaru	22
	Clotario Maldonado	22
	Guadalupe Larriva	26
	Sin respuesta	76

Pregunta 5	¿Hace cuánto tiempo vive aquí el grupo familiar?	
	1 - 5 años	41
	5 - 10 años	95
	10 - 15 años	114

Pregunta 6	¿La vivienda ha tenido remodelaciones después de la entrega por parte del Municipio?	
	No	21
	Si	229

Pregunta 7	¿La sensación de temperatura en su vivienda es?	
	Muy fría	15
	Cálida	40
	Regular	61
	Fría	134

Pregunta 8	¿Ha sentido que el aire se filtra, aunque se tenga las ventanas cerradas?	
	A veces	7
	No	26
	Si	217

Pregunta 9	A pesar que limpie la casa sigue existiendo presencia de polvo en su vivienda	
	No	15
	Si	235

Pregunta 10	¿La luz del sol que ingresa por sus ventanas normalmente es?	
	Produce deslumbramientos	3
	Demasiado intensa	8
	Es adecuada	92
	Escasa	147

Pregunta 11	¿Algún miembro de la familia ha presentado los siguientes síntomas? Puedes escoger más de 2 *	
	• Alteraciones del gusto y del olfato	3
	• Fatiga mental, debilidad, somnolencia	5
	• Nauseas	5
	• Visión borrosa, lagrimeo	8
	• Irritación de ojos, nariz y garganta	13
	• Sequedad de piel, enrojecimiento	15
	• Dolor de cabeza, sensación de falta de estabilidad	27
	• Tos, ronquera	32
	• Nariz tapada, sequedad en la garganta	38
	• Dificultad para respirar, cuadros asma, alergias	64
	• Resfriados constantes, infecciones respiratorias	68
	• Ninguna	85

Pregunta 12	¿Cuántas veces has sentido estos síntomas en los últimos 30 días?	
	Menos de 2 veces	71
	No he presentado síntomas	79
	Mas de 2 veces	100

Pregunta 13	¿Cuántas personas de las que viven en la vivienda han presentado estos síntomas?	
	3 - o más personas	9
	1 - 3 personas	46
	No he presentado síntomas	48
	1 - 2 personas	147

Pregunta 14	¿Cuántas horas permanecía en la vivienda antes de la cuarentena?	
	2 - 4 horas	20
	4 - 8 horas	46
	8 - 12 horas	72
	Todo el día	112

Pregunta 15	¿Usted sufre de alguna enfermedad? Por favor indique cual.	
	Gastritis	1
	Hipotiroidismo	1
	Sinusitis	1
	Tuberculosis	1
	Artritis	2
	Cáncer	2
	Enf. Cardiovascular	2
	Epilepsia	2
	Leucemia	2
	Neumonía/Bronquitis	4
	Tiroides	4
	Asma	6
	Diabetes	7
	Reumatismo	8
	Hipertensión	11
	Rinitis	12
	Ninguna	184

## Anexo 4. Precios unitarios de las alternativas

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 1 de 8

Rubro:

Unidad: m2

Detalle: Fibrocemento sobre fachada

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Implementos de seguridad industrial (5% MO)					0.36250
Herramienta menor (5% MO)					0.36250
Amoladora.	1	1.99	1.99	1	1.99000
Taladro eléctrico	2	1.1	2.2	1	2.20000
Andamios 2 pisos	2	0.5	1	1	1.00000
Subtotal M					5.91500
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de instalador de revestimiento en general	1	3.6	3.6	1	3.60000
Instalador de revestimiento en general	1	3.65	3.65	1	3.65000
Subtotal N					7.25000
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cinta de impermeabilización para junta s	rollo	0.048	28.82	1.38336	
Fibrocemento 1.22*1.22*0.08m	m2	1.48	8.67	12.83160	
Tabla de encofrado	u	2	3	6.00000	
Empaste exterior	kg	1	0.9	0.90000	
Taco fisher.	u	12	0.03	0.36000	
Pernos	u	12	0.1	1.20000	
Perfil omega riel 24*48*2mm l:6m p:10.55	u	0.61	9.23	5.63030	
Pintura Latex	gl	0.05	10.46	0.52300	
Subtotal O				28.82826	
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P				0.00000	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				41.99326
	INDIRECTOS 15 %				6.29899
	UTILIDAD 5 %				2.09966
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				50.39191
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>50.39</b>

Son: CINCUENTA dólares con TREINTA Y NUEVE centavos

Elaborado por: Mónica Cango Cabrera

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 2 de 8

Rubro:

Unidad: m2

Detalle: Mampostería de ladrillo tipo jaboncillo e=0.07m

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Implementos de seguridad industrial (5% MO)					0.25089
Herramienta menor (5% MO)					0.25089
Andamios 2 pisos	2	0.5	1	0.44444	0.44444
Subtotal M					0.94622
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3.6	3.6	0.44444	1.59998
Albañil	1	3.65	3.65	0.44444	1.62221
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4.04	4.04	0.44444	1.79554
Subtotal N					5.01773
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cemento	kg	5.56	0.15	0.83400	
Ladrillo jaboncillo 17.5*9*7 cm	u	57	0.28	15.96000	
Barniz para exteriores	u	0.105	1	0.10500	
Tabla de encofrado	u	2	3	6.00000	
Arena	m3	0.0225	18	0.40500	
Agua	m3	0.06	0.87	0.05220	
Subtotal O					23.35620
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					29.32015
INDIRECTOS 15 %					4.39802
UTILIDAD 5 %					1.46601
COSTO TOTAL DEL RUBRO					35.18418
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>35.18</b>

Son: TREINTA Y CINCO dólares con DIECIOCHO centavos

Elaborado por: Mónica Cango Cabrera

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 3 de 8  
Unidad:  
m2

Rubro:

Detalle: Recubrimiento de piedra en fachada

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Implementos de seguridad industrial (5% MO)					0.36250
Herramienta menor (5% MO)					0.36250
Andamios	2	0.55	1.1	1	1.10000
Subtotal M					1.82500
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de instalador de revestimiento en general	1	3.6	3.6	1	3.60000
Instalador de revestimiento en general	1	3.65	3.65	1	3.65000
Subtotal N					7.25000
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cemento	kg	154.88	0.15	23.23200	
Piedra natural e=0.03 m	m2	0.09	3	0.27000	
Tabla de encofrado	u	2	3	6.00000	
Arena	m3	0.51	18	9.18000	
Agua	m3	0.16	0.87	0.13920	
Subtotal O					38.82120
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					47.89620
INDIRECTOS 15 %					7.18443
UTILIDAD 5 %					2.39481
COSTO TOTAL DEL RUBRO					57.47544
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>57.48</b>

Son: CINCUENTA Y SIETE dólares con CUARENTA Y OCHO centavos

Elaborado por: Mónica Cango Cabrera

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 4 de 8  
Unidad:  
m2

Rubro:

Detalle: Recubrimiento con Hormypol

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Implementos de seguridad industrial (5% MO)					0.36250
Herramienta menor (5% MO)					0.36250
Amoladora.	1	1.99	1.99	1	1.99000
Andamios 2 pisos	2	0.5	1	1	1.00000
Taladro	2	0.25	0.5	1	0.50000
Subtotal M					4.21500
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de instalador de revestimiento en general	1	3.6	3.6	1	3.60000
Instalador de revestimiento en general	1	3.65	3.65	1	3.65000
Subtotal N					7.25000
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cinta de impermeabilización para junta s	rollo	0.048	28.82	1.38336	
Panel de Hormypol 1.22*1.22*0.075 m	m2	1.48	9.75	14.43000	
Tabla de encofrado	u	2	3	6.00000	
Empaste exterior	kg	1	0.9	0.90000	
Taco fisher.	u	12	0.03	0.36000	
Pernos	u	12	0.1	1.20000	
Perfil omega riel 24*48*2mm l:6m p:10.55	u	0.61	9.23	5.63030	
Pintura Latex	gl	0.05	10.46	0.52300	
Subtotal O					30.42666
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					41.89166
INDIRECTOS 15 %					6.28375
UTILIDAD 5 %					2.09458
COSTO TOTAL DEL RUBRO					50.26999
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>50.27</b>

Son: CINCUENTA dólares con VEINTISIETE centavos

Elaborado por: Mónica Cango Cabrera

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 5 de 8

Rubro:

Unidad: m3

Detalle: HORMIGÓN SIMPLE 210 Kg/cm2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Implementos de seguridad industrial (5% MO)					1.13785
Herramienta menor (5% MO)					1.13785
Concretera	1	4.23	4.23	1.23077	5.20616
Vibrador	1	2.5	2.5	1.23077	3.07693
Subtotal M					10.55879
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	3	3.6	10.8	1.23077	13.29232
Albañil	1	3.65	3.65	1.23077	4.49231
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4.04	4.04	1.23077	4.97231
Subtotal N					22.75694
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Arena gruesa	m3	0.65	15	9.75000	
Grava	m3	0.95	15	14.25000	
Cemento	kg	360.5	0.15	54.07500	
Agua	m3	0.22	0.87	0.19140	
Subtotal O					78.26640
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					111.58213
INDIRECTOS 15 %					16.73732
UTILIDAD 5 %					5.57911
COSTO TOTAL DEL RUBRO					133.89856
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>133.90</b>

Son: CIENTO TREINTA Y TRES dólares con NOVENTA centavos

Elaborado por: Mónica Cango Cabrera

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 6 de 8

Rubro:

Unidad: m2

Detalle: Alternativa con yeso para cubierta

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Implementos de seguridad industrial (5% MO)					0.22688
Herramienta menor (5% MO)					0.22688
Andamios	2	0.55	1.1	0.5	0.55000
Subtotal M					1.00376
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3.6	3.6	0.5	1.80000
Pintor	0.5	3.65	1.825	0.5	0.91250
Instalador de revestimiento en general	1	3.65	3.65	0.5	1.82500
Subtotal N					4.53750
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Poliestileno expandible	m2	1.48	0.68	1.00640	
Empaste interior	kg	1	0.8	0.80000	
Pintura esmalte(2 manos)	lt	0.5	3.3	1.65000	
Gypsum	m2	1	3.5	3.50000	
Perfiles de fijación	glb	1	1.5	1.50000	
Lija	u	1.5	0.45	0.67500	
Subtotal O					9.13140
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					14.67266
INDIRECTOS 15 %					2.20090
UTILIDAD 5 %					0.73363
COSTO TOTAL DEL RUBRO					17.60719
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>17.61</b>

Son: DIECISIETE dólares con SESENTA Y UN centavos

Elaborado por: Mónica Cango Cabrera

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro:

Unidad: m2

Detalle: Panel de totora en losa

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Implementos de seguridad industrial (5% MO)					0.21353
Herramienta menor (5% MO)					0.21353
Andamios	2	0.55	1.1	0.47059	0.51765
Subtotal M					0.94471
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3.6	3.6	0.47059	1.69412
Pintor	0.5	3.65	1.825	0.47059	0.85883
Instalador de revestimiento en general	1	3.65	3.65	0.47059	1.71765
Subtotal N					4.27060
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Panel de totora	m2	0.49	4.27	2.09230	
Empaste interior	kg	1	0.8	0.80000	
Pintura esmalte(2 manos)	lt	0.5	3.3	1.65000	
Perfiles de fijación	glb	1	1.5	1.50000	
Lija	u	1	0.45	0.45000	
Subtotal O					6.49230
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11.70761
INDIRECTOS 15 %					1.75614
UTILIDAD 5 %					0.58538
COSTO TOTAL DEL RUBRO					14.04913
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>14.05</b>

Son: CATORCE dólares con CINCO centavos

Elaborado por: Mónica Cango Cabrera

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

Unidad: u

Detalle: Silicon en juntas

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Implementos de seguridad industrial (5% MO)					0.00180
Herramienta menor (5% MO)					0.00180
Subtotal M					0.00360
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de albañil	0.5	3.6	1.8	0.02	0.03600
Subtotal N					0.03600
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Sellador elástico de poliuretano para ju	kg	1	13.13	13.13000	
Subtotal O					13.13000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00000
TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13.16960
INDIRECTOS 15 %					1.97544
UTILIDAD 5 %					0.65848
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15.80352
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>15.80</b>

Son: QUINCE dólares con OCHENTA  
centavos

Elaborado por: Mónica Cango Cabrera