

Estudio Patológico
Casa Inglesa de Ambalema-Tolima

Jenny Tatiana Cruz Rodríguez

Andrés Mauricio Parra Rivera

Universidad Santo Tomas
Facultad Ingeniería Civil
Especialización Patología de la Construcción
Ibagué 2023



Estudio Patológico

Casa Inglesa de Ambalema-Tolima

Jenny Tatiana Cruz Rodríguez

Andrés Mauricio Parra Rivera

Universidad Santo Tomas

Facultad Ingeniería Civil

Especialización Patología de la Construcción

Ibagué 2023



Tabla de Contenido

1. Introducción	10
2. Justificación	12
3. Objetivos	13
3.1. Objetivo General	13
3.2. Objetivos Específicos.....	13
4. Marco Referencial.....	14
4.1. Marco teórico	14
4.1.1. Patología y Estudio Patológico	14
4.1.2. Metodología de un estudio patológico	15
4.1.3. Lesiones, tipos de lesiones, causas y patologías asociadas.....	17
4.2. Marco legal	33
4.2.1. Normatividad técnica	34
4.3. Marco histórico	36
4.3.1. Casa Inglesa – Municipio Ambalema, Tolima (1846-2018)	36
5. Alcances y limitaciones	39
6. Metodológico	40
6.1. Descripción de la selección del paciente	41
6.2. Preparación y planteamiento del estudio	41
6.2.1 Inspección preliminar del paciente	42
6.2.3 Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.....	44
6.2.4 Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración.	44



6.2.5 Definición de los medios para realizar la exploración.....	45
6.3. Historia Clínica	47
6.3.1 Fecha de realización del estudio	47
6.3.2 Datos generales del paciente	47
6.3.4 En la edificación y/o construcción civil.....	51
6.3.5 Aplicación patológica	52
6.3.6 Datos específicos de las lesiones	52
6.3.7 Descripción de la Patología más Relevante en el Paciente.....	59
6.3.8 Clasificación y Origen de las Patologías	59
6.3.9 Datos Generales del Entorno	59
6.3.10 Arquitectura (Descripción General).....	65
6.3.11 Estructura-descripción general.....	67
6.4. Diagnóstico	67
6.4.1. Lesiones Externas (Fachada)	67
6.4.2. Lesiones Internas	75
6.4.3. Lesiones en Cubierta.....	83
7. Estudio geológico y de vulnerabilidad sísmica.....	85
7.1 Ubicación Geográfica	85
7.2 Geología.....	85
7.3 Estratigrafía Regional	88
7.3.1 Grupo Honda (n4n6-Sc) (Mioceno).....	88
7.3.2 Grupo Mesa (N2Q1V-Cc) (Plioceno-Pleistoceno)	89
7.3.3 Abanico de Lérída y depósitos coluviales (Qca)	90



7.3.4 Terrazas aluviales (Q-t).....	91
7.3.5 Depósitos aluviales (Qal).....	91
7.4 Estratigrafía Local.....	92
7.4.1. Grupo Honda (Tsh) (Mioceno)	92
7.4.2. Flujos de Lodo (Qfl) (Holoceno)	95
7.4.3. Depósitos Aluviales (Qal) (Holoceno).....	95
7.5 Geología Estructural	96
7.6 Geomorfología	97
7.7 Suelos.....	101
7.7.1 Caracterización de suelos en el área urbana	101
7.8 Amenazas Geológicas en el Municipio Ambalema	102
7.8.1 Amenaza Volcánica	103
7.8.2 Amenaza Sísmica.....	104
7.8.3 Amenaza por inundaciones	106
7.8.4 Amenaza por remoción y transporte de masas	107
7.9 Amenazas geológicas en el área urbana de Ambalema	108
7.10 Zonificación geológica-geotécnica del área urbana.....	109
7.10.1 Zona Estable (ZE)	109
7.10.2 Zona de Inestabilidad Potencial (ZIP)	109
7.10.3 Zona de Amenaza Volcánica	109
7.10.4 Zona Potencialmente Inundable.....	109
7.10.5 Zona Inundable	110
7.11 Conclusiones de la zona de estudio (Casa Inglesa)	110



7.12. Matriz de Vulnerabilidad	111
8. Propuesta de Intervención.....	122
9. Presupuesto y Cronograma	130
10. Conclusiones y Recomendaciones.....	133
11. Referencias.....	134
12. Apéndices.....	139

Lista de Figuras

<i>Figura 1 Diagrama del proceso patológico.</i>	<i>16</i>
<i>Figura 2 Ejemplo de humedad por filtración.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3 Ejemplo de gotas formando humedad por condensación.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 4 Humedad accidental por picadura o rotura de conducción.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 5 Erosión en fachada.</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6 Ejemplo de Ensuciamiento por depósito en fachada.</i>	<i>23</i>
<i>Figura 7 Ejemplo de Ensuciamiento por lavado diferencial en fachada.</i>	<i>23</i>
<i>Figura 8 Ejemplo de Grietas por exceso de carga.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 9 Ejemplo de Grietas por contracción.</i>	<i>27</i>
<i>Figura 10 Corrosión en estructuras de acero laminado (perfiles metálicos).</i>	<i>31</i>
<i>Figura 11 Madera atacada por coleópteros (curculiónidos, en este caso), y galerías de las larvas (tercio inferior de la imagen).</i>	<i>33</i>
<i>Figura 12 Hifas y micelio de un hongo sobre la superficie de una viga de madera.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 13 Antigua casa inglesa de Ambalema.</i>	<i>38</i>



<i>Figura 14 Ubicación Relativa departamental, municipal y urbana de la Casa Inglesa</i>	<i>48</i>
<i>Figura 15 Ficha Técnica N°1 Desprendimiento.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 16 Ficha Técnica N°2 Desprendimiento por acabado continuo.</i>	<i>54</i>
<i>Figura 17 Ficha Técnica N°3 Desprendimiento de Acabado por Elemento.</i>	<i>55</i>
<i>Figura 18 Ficha Técnica N°4 Suciedad por depósito.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 19 Ficha Técnica N°5 Fisuras y grietas.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 20 Ficha Técnica N°6 Humedad por filtración.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 21 Temperatura máxima y mínima promedio en Ambalema.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 22 Gráfico de precipitaciones medias mensuales multianuales de la estación El Salto (1985-2005).....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 23 Niveles de comodidad de la humedad en Ambalema.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 24 Gráfico de esorrentía media mensual multianual de la Estación El Salto (1985-2005)</i>	<i>64</i>
<i>Figura 25 Velocidad promedio del viento en Ambalema</i>	<i>65</i>
<i>Figura 26 Desprendimiento de acabado continuo en fachada.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 27 Desprendimiento del recubrimiento (revoque) en fachada.</i>	<i>68</i>
<i>Figura 28 Desprendimiento de baldosas.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 29 Ensuciamiento por depósito.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 30 Suciedad debida a la presencia de quirópteros (izq.) y acumulación de partículas en el entepiso debido a xilófagos (der)..</i>	<i>71</i>
<i>Figura 31 Fisura en el muro.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 32 Presencia de grieta que está generando la separación del muro.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 33 Ventanas con refuerzos metálicos.....</i>	<i>73</i>



<i>Figura 34 Humedades en la madera del entrepiso.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 35 Erosión en la parte inferior del muro.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 36 Desprendimiento de gran parte del muro.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 37 Desprendimiento del material de acabado y parte del revoque.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 38 Churretones en el interior de la vivienda.</i>	<i>77</i>
<i>Figura 39 Ensuciamiento en plataformas y muro.</i>	<i>78</i>
<i>Figura 40 Hongos producidos por la humedad (izq) y lesiones producidas por organismos vivos (der).....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 41 Presencia de quirópteros en los entrepisos (izq) y suciedad por depósito provocada por heces de quirópteros.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 42 Grietas en zonas superior e inferior del muro (izq) y detalle de grieta en zona inferior (der).....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 43 Desprendimiento de cielo raso en icopor.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 44 Desprendimiento de material de esterilla del entrepiso (izq) y humedad y manchas en cielo raso de icopor (der).</i>	<i>82</i>
<i>Figura 45 Humedad accidental en el entrepiso (izq) y en muro (der).</i>	<i>83</i>
<i>Figura 46 Desprendimiento de tejas de barro en el área exterior de la vivienda.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 47 Ausencia de cubierta en la zona frontal de la vivienda (izq) y daños en cubierta (der).</i>	<i>84</i>
<i>Figura 48 Mapa Geológico del Municipio Ambalema.</i>	<i>87</i>
<i>Figura 49 Corte geológico esquemático del área urbana de Ambalema.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 50 Mapa Geológico de la zona urbana de Ambalema.</i>	<i>94</i>



<i>Figura 51 Vista aérea en perspectiva del área urbana de Ambalema en donde señalan las tres unidades morfológicas presentes.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 52 Mapa de unidades geomorfológicas del Municipio Ambalema.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 53 Epicentros de 188 sismos registrados entre junio de 1993 y febrero de 2018 en el Municipio Ambalema y alrededores.</i>	<i>106</i>
<i>Figura 54 Mapa de zonificación geológica-geotécnica del área urbana de Ambalema.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 55. Matriz de Vulnerabilidad.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 56. Plano de cubierta.....</i>	<i>125</i>
<i>Figura 57. Plano de sobrecubierta (Fachada 1).....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 58. Plano de sobrecubierta (Fachada 2).....</i>	<i>127</i>
<i>Figura 59. Plano de sobrecubierta (Fachada 3).....</i>	<i>128</i>
<i>Figura 60. Plano de sobrecubierta (Corte Fachada 4).....</i>	<i>129</i>

Lista de Tablas

<i>Tabla 1 Tipologías de las lesiones y agentes causantes.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 2 Materiales de Construcción Utilizados en la Estructura de la Casa.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 3 Materiales de construcción utilizados en la fachada de la casa.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 4 Materiales de construcción utilizados en la cubierta de la casa.</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 5 Materiales de construcción utilizados en el interior de la casa.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 6 Balance hídrico Estación El Salto (1985-2005).....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 7 Características del suelo en la zona urbana de Ambalema.</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 8 Sismos históricos en el norte de Tolima que causaron daños.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 9 Presupuesto de la propuesta de intervención.....</i>	<i>130</i>



<i>Tabla 10 Cronograma de actividades de la propuesta de intervención.</i>	<i>132</i>
---	------------

Apéndices

<i>Apéndice A. Memoria Fotográfica de la Inspección Preliminar.....</i>	<i>139</i>
<i>Apéndice B. Planos de lesiones.</i>	<i>143</i>
<i>Apéndice C. Autorización a la Alcaldía del Municipio para el ingreso a la edificación.</i>	<i>145</i>
<i>Apéndice D. Plano de elementos del sistema constructivo de la Casa Inglesa.....</i>	<i>146</i>
<i>Apéndice E. Planos de la Casa Inglesa.</i>	<i>147</i>
<i>Apéndice F. Ensayos realizados al paciente.....</i>	<i>153</i>

1. Introducción

Las estructuras antiguas son una parte importante del patrimonio cultural e histórico de una nación. Su preservación y mantenimiento es esencial para comprender y valorar el legado de las civilizaciones y culturas que las construyeron. Sin embargo, debido al paso del tiempo, estas pueden sufrir daños y deterioro, lo que puede comprometer su integridad y estabilidad. Es así como, la patología de la construcción cobra protagonismo, siendo una disciplina que se encarga de analizar los problemas que pueden afectar a las estructuras, con el objetivo de identificar sus causas y proponer soluciones efectivas para su conservación y restauración. En ese sentido, la aplicación de la patología de la construcción es fundamental para preservar el patrimonio arquitectónico de las naciones y garantizar que las estructuras antiguas puedan ser apreciadas y utilizadas por las generaciones presentes y futuras.

Este proyecto tiene como objetivo realizar un estudio patológico detallado de la Casa Inglesa, la cual se encuentra ubicada en el Municipio de Ambalema-Tolima. Esta casa destaca por su historia y nivel constructivo colonial, ya que tiene una antigüedad de 200 años y albergó las oficinas de administración del tabaco, convirtiéndose en una de las estructuras más importantes del país en el siglo XIX. Desde el punto de vista patológico, la edificación presenta una vulnerabilidad alta, sobre todo ante agentes atmosféricos, químicos y físicos, factores que inciden de una manera directa en el desgaste de los elementos, sumado a que los materiales de construcción empleados son muy volubles, lo que, con el paso del tiempo, ha promovido el daño de la estructura.

En el desarrollo de esta investigación, se aplicarán diferentes procedimientos que servirán como guía para evaluar el deterioro que presenta la construcción y de esta manera clasificar los agentes activos y/o pasivos que impulsan los daños y desembocan en una o varias lesiones. Así

mismo, se dispondrá de documentación necesaria como referencia para identificar de forma visual y analítica las causas que generan el deterioro de la edificación, con la finalidad de realizar el diagnóstico apropiado y en fases sucesivas proponer una intervención adecuada dentro de un presupuesto que se adapte a las condiciones económicas de la región.

2. Justificación

El presente proyecto toma como objeto de estudio la Casa Inglesa de Ambalema, motivado a la vulnerabilidad que presenta la edificación actualmente. Por la antigüedad de la edificación, se clasifica en el área de la patología geriátrica, puesto que es una estructura de muchos años de antigüedad (200 años aproximadamente), y además es considerada patrimonio histórico del departamento del Tolima. Su daño colateral se debe en gran parte a las infiltraciones de agua que padeció antes de que se tomaran las medidas de primeros auxilios, ya que la cubierta se encontraba en precarias condiciones, incumpliendo su función de aislar y/o proteger el interior de la edificación de los fenómenos meteorológicos, situación que trajo consigo el deterioro de la mayor parte de la estructura, lo cual se ve reflejado en el colapso de algunos muros de la edificación.

A lo mencionado anteriormente, hay que agregar que la Casa Inglesa fue construida con muros de adobe, un material con una resistencia muy baja a la compresión y casi nula a la tensión. Esto hace que esté asociado a la fragilidad de la tierra como material estructural, y si se le suma la falta de mantenimiento, la acción de eventos sísmicos, los efectos del clima y los impactos antrópicos, todo ello puede causar daños irreversibles. Es por ello se busca mitigar el daño, mediante la intervención inmediata y adecuada de las lesiones presentadas en la estructura por medio de soluciones técnicas que proporcionen resguardo a la edificación, con el propósito de prolongar su vida útil, preservando el inmueble y protegiendo su configuración patrimonial.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Analizar las patologías de la Casa Inglesa, patrimonio histórico del municipio de Ambalema, Departamento del Tolima, evaluando las lesiones presentes en la estructura, a través de inspección visual y ensayos, para proponer medidas de recuperación.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los factores causantes de las lesiones y sus consecuencias.
- Diagnosticar las lesiones encontradas en la Casa Inglesa a través de su sintomatología.
- Proponer diferentes intervenciones que se pueden aplicar a los elementos estructurales y no estructurales.

4. Marco Referencial

4.1. Marco teórico

4.1.1. Patología y Estudio Patológico

El término patología (sustantivo) viene del griego *pathos*, que en medicina significa enfermedad y de *logía*, que se refiere al estudio o tratado. De acuerdo con su etimología, es la parte de la medicina encargada del estudio y tratamiento de un problema, acontecimiento que genera afectación, lesión o enfermedad en su más amplio sentido; es decir, son procesos o estados anormales de causas conocidas o desconocidas y sus resoluciones (Casas, 2019) .

Rodríguez (2004) define la patología de la edificación como el estudio de las lesiones o problemas que se presentan en un edificio y que determinan la carencia de algunas de sus condiciones básicas de funcionamiento, o sea las relativas a funcionalidad, seguridad o habitabilidad.

Según lo anterior, la Patología de la Construcción se encarga de identificar y registrar las anomalías presentes en una estructura, con la finalidad de determinar las causas de dichas anomalías, tanto las causas físicas y químicas de los materiales como el estado del suelo y los efectos del tiempo en la edificación. Cabe destacar que la patología de estructuras no solo se aplica a edificaciones con daños y lesiones evidentes, sino que también puede ser preventiva, en cuyo caso se llevarán a cabo inspecciones regulares y se tomarán medidas basadas en las recomendaciones correspondientes para garantizar su funcionamiento óptimo a largo plazo (Pérez & Páez, 2014).

De acuerdo a Vera et al. (2022) el campo de la patología aporta las principales herramientas de análisis estructurales y mecánicos de las construcciones mediante el siguiente marco de conceptos: i) cuando las patologías ocurren a una edad temprana, estas se denominarán

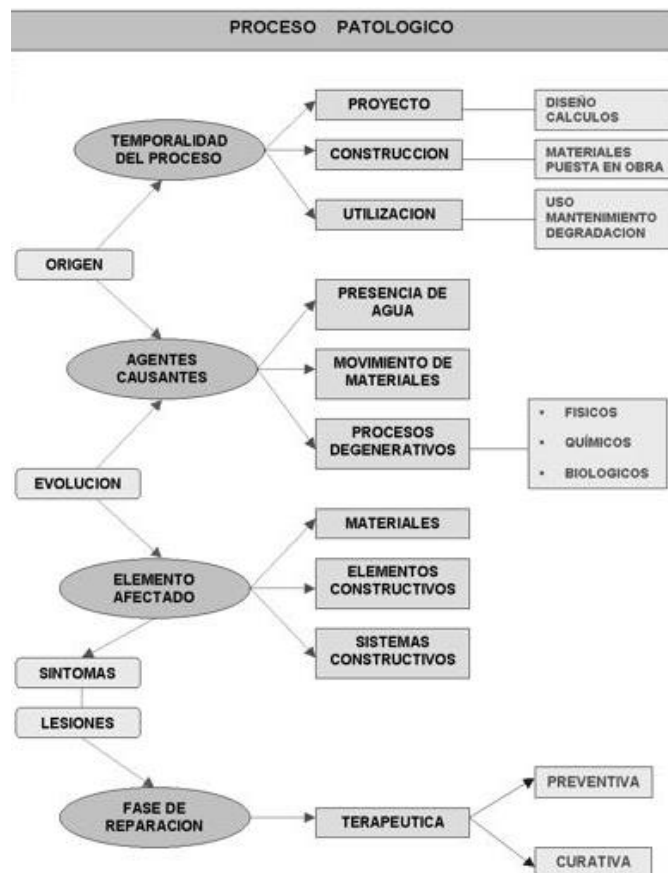
patologías pediátricas; ii) cuando las patologías se presentan después de una edad madura, caen bajo la denominación de patologías adultas; iii) cuando se hace referencia a una construcción con muchos años de edad (más de 60), las patologías se denominan geriátricas (Rojas, 2014); y, finalmente, iv) cuando las afectaciones son funcionales, es decir, mecánicas, estas se encuentran dentro de lo que se conoce como patologías forenses (Vera et al., 2022). De acuerdo a la anterior, el estudio patológico en edificaciones coloniales con el objetivo de recuperar la funcionalidad total de los elementos estructurales y en algunos casos evitar que estos colapsen se ubica dentro de lo que se conoce como patología geriátrica.

4.1.2. Metodología de un estudio patológico

Se entiende por proceso patológico el conjunto de acciones que se producen en un edificio, o parte de él, desde el momento en que se presenta un deterioro en su funcionamiento o una lesión, en definitiva, una patología y hasta el momento en que el edificio recupera las condiciones básicas para las que fue construido, mediante la correspondiente reparación (Rodríguez, 2004). En la Figura 1, Rodríguez *op cit.* resume el diagrama de flujo del proceso, relacionando las fases en las que se puede producir la patología, con los agentes causantes de las mismas y los elementos que se ven afectados.

Figura 1

Diagrama del proceso patológico.



Nota. Adaptado de *Manual de Patología de la Edificación* (p. 21), por Rodríguez, 2004, Universidad Politécnica de Madrid.

De acuerdo a Zanni (2008), el procedimiento a seguir en un estudio patológico se basa en un seguimiento minucioso y detallado, que empieza con la observación y el análisis, en el que se revisan los factores visibles anómalos y se realizan pruebas para confirmar el posible origen de los problemas. En esta etapa, si los problemas detectados en la edificación son graves se toman medidas como las evacuaciones y apuntalamientos. En la segunda fase, se realiza un diagnóstico donde se exponen las causas y consecuencias de las lesiones y se proporciona un pronóstico en caso de una intervención urgente. En esta etapa intervienen especialistas de distintas áreas como Ingenieros Civiles, Arquitectos, Ingenieros Químicos, Ingenieros Geólogos y Geotécnicos entre

otros, y se aplican técnicas de muestreo y análisis físico y químico, invasivas o no invasivas según sea el caso. La sinergia de los diferentes especialistas y la consistencia de los resultados permitirá obtener un buen diagnóstico y por ende influirá en el desenvolvimiento exitoso de las etapas siguientes del estudio.

La tercera fase es el plan de acción o procedimiento de estudio, en el que se explican las acciones a tomar según los resultados del proceso, teniendo en cuenta el tipo de tratamiento (reparación, reemplazo o demolición) así como los recursos con los que se cuenta para aplicar dichas acciones. Finalmente, se lleva a cabo el registro para documentar todo el procedimiento desde el análisis, dejando constancia ante posibles eventualidades.

4.1.3. Lesiones, tipos de lesiones, causas y patologías asociadas.

De acuerdo a Broto (2005), las lesiones son cada una de las manifestaciones de un problema constructivo, es decir el síntoma final del proceso patológico. Conocer la tipología de las lesiones es de suma importancia en el proceso patológico ya que es el punto de partida y de su identificación depende la elección correcta del tratamiento. En muchas ocasiones las lesiones pueden ser origen de otras y no suelen aparecer aisladas sino confundidas entre sí, por ello conviene hacer una distinción entre las lesiones primarias, que son las que surgen inicialmente y las secundarias, que aparecen como consecuencia de éstas. El conjunto de lesiones que pueden aparecer en un edificio es muy extenso debido a la diversidad de materiales y unidades constructivas que se suelen utilizar (Broto, 2005). El mismo autor establece una clasificación de las lesiones en edificaciones, en función del carácter y la tipología del proceso patológico que las provoca, agrupándolas en tres tipos: lesiones físicas, mecánicas y químicas. Rodríguez (2004) considera los mismos tipos de lesiones, pero agrega los tipos Electroquímicas y Biológicos, para referirse a lesiones causadas por corrosión y por la acción de hongos y otros organismos,

respectivamente. En la Tabla 1 se muestra la tipología de lesiones y agentes causantes de acuerdo a la clasificación de Rodríguez (2004).

Tabla 1

Tipologías de las lesiones y agentes causantes.

Tipología de la lesión	Sintomatología	Agente patológico
Físicas	Humedad	Presencia de agua
	Erosión Física	Condiciones atmosféricas
	Meteorización	
	Suciedad	Excrementos animales
Mecánicas	Deformaciones	Cargas y sobrecargas
	Agrietamientos	Incremento esbeltez
		Fallo de sustentación
		Dilataciones
	Fisuraciones	Dilataciones
		Retracciones
	Desprendimientos	Mala ejecución
Químicas	Erosión mecánica	Acción del viento
		Uso continuado
	Disgregación o disolución	Contaminantes ambientales
	Oxidación	Presencia de agua
	Eflorescencias	Presencia de agua
	Explosión – combustión	Disolución de sales
	Deformación	Presencia de llama
Electroquímicas	Meteorización	Temperatura
		Proceso involutivo
	Corrosión	Presencia de agua
Biológicas		Mala ejecución
	Pudrición parda	Presencia de hongos
	Pudrición blanca	
	Disgregación	Presencia de xilófagos

Nota. Adaptado de Manual de Patología de la Edificación (p. 22), por Rodríguez, 2004,

Universidad Politécnica de Madrid.

4.1.3.1. Lesiones físicas

Son ocasionadas por fenómenos físicos (lluvia, viento, cambios de temperatura, entre otros) relacionados con la acción del medio ambiente sobre la estructura. El agua se identifica como uno de los agentes que más daños causa a una estructura: puede penetrar como consecuencia de la erosión que genera el viento, o por diferentes espacios de la edificación que presenten algún tipo de fisura (Coscollano, 2003). En este tipo de lesiones, la sintomatología de la estructura está representada por la presencia de humedad, erosión física, meteorización y/o suciedad (Rodríguez, 2004). De acuerdo a Broto (2005) las causas físicas mas comunes o sintomatología de las lesiones físicas son:

Humedad: se produce cuando hay una presencia de agua en un porcentaje mayor al considerado como normal en un material o elemento constructivo. La humedad puede llegar a producir variaciones de las características físicas de dicho material. Dentro de la clasificación de Broto (2005), en el paciente en estudio se distinguen los siguientes tipos de humedades:

1. **Humedad de Filtración:** es aquella que proviene del exterior e ingresa mediante fachadas o cubiertas a través de los poros de los materiales, aberturas, fisuras y grietas (Figura 2).
2. **Humedad de Condensación:** es la producida por la condensación del vapor de agua sobre una superficie fría, desde los ambientes con mayor presión del vapor, como los interiores, hacia los de presión más baja, como los exteriores (Figura 3). A diferencia de los otros tipos, se crean una serie de pequeñas gotas que al ir juntándose acaban creando una humedad. Puede dividirse en tres subgrupos, dependiendo de la zona donde se halle la condensación:

Figura 2

Ejemplo de humedad por filtración.



Nota. Adaptado de *Tipos de humedades, cómo identificarlas y solucionarlas* [Fotografía], por Tomé, 2017, Arrevol (<https://www.arrevol.com/blog/tipos-de-humedades-como-identificarlas-y-solucionarlas>)

- Condensación superficial interior: aparece en el interior de un cerramiento.
 - Condensación intersticial: aparece en el interior de la masa del cerramiento o entre dos de sus capas.
 - Condensación Higroscópica: se produce dentro de la estructura porosa del material que contiene sales que facilitan la condensación del vapor de agua del ambiente.
3. **Humedad Accidental:** se produce debido a roturas de elementos hidráulicos como tuberías y cañerías, provocando focos muy puntuales de humedad (Figura 4).

Figura 3

Ejemplo de gotas formando humedad por condensación.



Nota. Adaptado de *Tipos de humedades, cómo identificarlas y solucionarlas* [Fotografía], por Tomé, 2017, Arrevol (<https://www.arrevol.com/blog/tipos-de-humedades-como-identificarlas-y-solucionarlas>)

Figura 4

Humedad accidental por picadura o rotura de conducción.



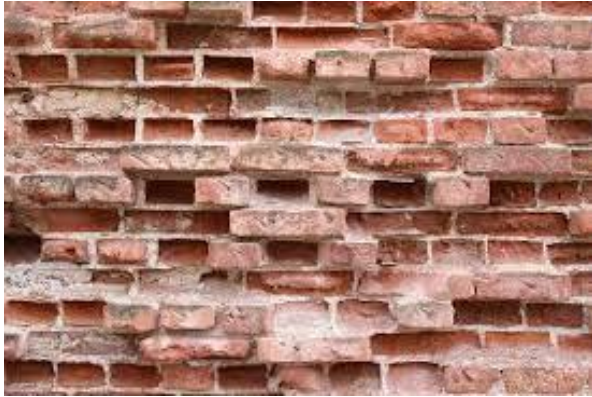
Nota. Adaptado de *Humedad Accidental y Condensación* [Fotografía], por Patologías 2016, 2016, Patologías 2016 (<http://patologias2016gerardohdez.blogspot.com/2016/06/humedad-accidental-y-condensacion.html>)

Erosión: Es la pérdida o transformación superficial de un material, y puede ser total o parcial (Figura 5). Se dice que es erosión atmosférica cuando es producida por la acción física de agentes atmosféricos (lluvia y viento). La erosión conduce a la meteorización de

materiales pétreos, provocada por la succión de agua de lluvia que, si va acompañada por posteriores heladas y su consecuente dilatación, rompe láminas superficiales del material constructivo (Broto, 2005).

Figura 5

Erosión en fachada.



Nota. Adaptado de *Degradación por erosión en soporte de fachadas* [Fotografía], por Instituto Valenciano de la Edificación, s. f., Instituto Valenciano de la Edificación (<https://acortar.link/cnXmFm>)

Suciedad o ensuciamiento: Es el depósito de partículas en suspensión sobre la superficie de las fachadas. En algunos casos puede incluso llegar a penetrar en los poros superficiales de dichas fachadas. Broto (2005) distingue dos tipos diferentes de suciedad:

1. **Ensuciamiento por depósito:** producido por la acción de la gravedad sobre las partículas en suspensión en la atmósfera. Se posiciona sobre la superficie de la fachada o exterior de sus poros superficiales (Figura 6).

Figura 6

Ejemplo de Ensuciamiento por depósito en fachada.



Nota. Adaptado de *Degradación por ensuciamiento de fachadas* [Fotografía], por Instituto Valenciano de la Edificación, s. f., Instituto Valenciano de la Edificación (<https://acortar.link/sTTpba>)

2. **Ensuciamiento por lavado diferencial:** Es el producido por partículas ensuciantes que penetran en el poro superficial del material por la acción del agua de lluvia, y que tiene como consecuencia más característica los churretones que se ven tan habitualmente en las fachadas urbanas (Figura 7).

Figura 7

Ejemplo de Ensuciamiento por lavado diferencial en fachada.



Nota. Adaptado de *Degradación por ensuciamiento de fachadas* [Fotografía], por Instituto Valenciano de la Edificación, s. f., Instituto Valenciano de la Edificación (<https://acortar.link/sTTpba>)

4.1.3.2. Lesiones Mecánicas

De acuerdo a Broto (2005) aunque las lesiones mecánicas se podrían englobar entre las lesiones físicas puesto que son consecuencia de acciones físicas, suelen considerarse un grupo

aparte debido a su importancia. El mismo autor define una lesión mecánica como aquella en la que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgaste, aberturas o separaciones de materiales o elementos constructivos. Surgen como consecuencia de la función soporte de los elementos estructurales y suelen afectar a la integridad del conjunto (Carrió & Ramos, 2001). Según Chaves, Sánchez y Díaz (2019) son aquellas ocasionadas por un componente mecánico, correspondiente a movimientos estáticos o dinámicos a los que está sometida la estructura. Este tipo de lesión se puede considerar como una de las principales causas de la formación de fisuras o grietas en una estructura.

Broto (2005) clasifica las lesiones mecánicas en deformaciones, grietas, fisuras, desprendimientos y erosiones mecánicas.

Deformaciones: son cualquier variación en la forma del material, sufrido tanto en elementos estructurales como de cerramiento, como consecuencia de esfuerzos mecánicos, que a se pueden producir durante la ejecución de una unidad o cuando ésta entra en carga. De acuerdo a Carrió y Ramos (2001) las deformaciones suelen deberse a dos tipos de causas, una indirecta (de proyecto o ejecución) y otra directa (de uso) que pueden actuar independiente o simultáneamente:

Causa indirecta: insuficiente capacidad, bien por error de cálculo o por mala ejecución (disposición de armaduras, falta de vibrado, poca resistencia característica de hormigón, fallo de soldadura, etc.)

Causa directa: exceso de carga o sobrecarga, bien por aumento de la edificación, bien por modificación de uso, bien por variaciones dimensionales debidas a cambios de temperatura o humedad. Broto (2005) diferencia cuatro subgrupos de deformaciones, que a su vez pueden ser origen de lesiones secundarias como fisuras, grietas y desprendimientos:

1. **Flechas:** son la consecuencia directa de la flexión de elementos horizontales debida a un exceso de cargas verticales, o transmitida desde otros elementos a los elementos horizontales que se encuentran unidos por empotramiento. Según Carrío y Ramos (2001) se tienen flechas de vigas, forjados, y losas por falta de dimensión o aumento de carga.
2. **Pandeos:** se producen como consecuencia de un esfuerzo de compresión que sobrepasa la capacidad de deformación de un elemento vertical. Se producen en muros y pilares por falta de dimensionado o aumento de carga (Carrío y Ramos, 2001).
3. **Desplomes:** son la consecuencia de empujes horizontales sobre la cabeza de elementos verticales. Se dan en muros y pilares, por asientos previos, falta de dimensionado o aumento de carga (empujes) (Carrío y Ramos, 2001).
4. **Alabeos:** son la consecuencia de la rotación de elementos debida, generalmente, a esfuerzos horizontales. Se producen en muros, pilares y vigas por las mismas causas que los desplomes (Carrío y Ramos, 2001).

Grietas: se trata de aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento. Conviene aclarar que las aberturas que sólo afectan a la superficie o acabado superficial superpuesto de un elemento constructivo no se consideran grietas sino fisuras. Son normalmente, perpendiculares al esfuerzo que las provoca, si es de tracción, o paralelas, si es cortante (Carrío y Ramos, 2001). Para el diagnóstico, el seguimiento de este tipo de lesión es importante: debe determinarse si se trata de una lesión muerta o de una progresiva, ya que el tratamiento para cada una de ellas es distinto y el segundo, tiene un grado

de urgencia mayor (Calavera, 2005). En función del tipo de esfuerzos mecánicos que las originan, Broto (2005) las clasifica de manera general en dos grupos:

1. **Por exceso de carga:** afectan el elemento estructural a ser sometidos a cargas para las que no estaban diseñados (Figura 8). Este tipo requiere un refuerzo para mantener la unidad constructiva.
2. **Por dilataciones y contracciones higrotérmicas:** son las grietas que afectan sobre todo a elementos de cerramientos de fachada o cubierta, pero que también pueden afectar a las estructuras cuando no se ve prevén las juntas de dilatación (Figura 9).

Figura 8

Ejemplo de Grietas por exceso de carga.



Nota. Adaptado de *¿Cómo identificar las grietas que ponen en riesgo tu vivienda?* [Fotografía], por Mendoza, 2017, Publimetro (<https://goo.su/QH6x>)

Figura 9

Ejemplo de Grietas por contracción.



Nota. Adaptado de ¿Qué sabes de la contracción (retracción) del concreto? [Fotografía], por Londoño, s. f., 360 en concreto (<https://360enconcreto.com/blog/detalle/que-sabes-de-la-contraccion-retraccion-del-concreto/>)

Fisuras: son aberturas longitudinales que afectan a la superficie o al acabado de un elemento constructivo. Aunque su sintomatología es similar a la de las grietas, su origen y evolución son distintos y en algunos casos se consideran una etapa previa a la aparición de las grietas. En el caso del hormigón armado, por su capacidad para retener los movimientos deformantes, se forman fisuras en lugar de grietas como sucede en otros materiales. Se clasifican en dos grupos (Broto, 2005):

1. **Reflejo del soporte:** se produce sobre el soporte cuando se da una discontinuidad constructiva, por falta de adherencia o deformación, cuando el soporte es sometido a un movimiento que no puede resistir.
2. **Inherente al acabado:** se produce por movimientos de dilatación-contracción, en el caso de los chapados y alicatados, y por retracción en el caso de los morteros.

Desprendimientos: es la separación entre un material de acabado y el soporte al que está aplicado por falta de adherencia entre ambos, y suele producirse como consecuencia de otras

lesiones previas, como humedades, deformaciones o grietas (Broto, 2005). La separación puede ser solo incipiente, manifestándose por simples fisuras o abombamientos, o puede ser definitiva, desprendiendo el acabado parcial o totalmente hasta dejar a la vista el soporte (Monjo, 1997).

Según Broto (2005) los agentes o circunstancias externos que pueden influir en esta patología, son: Antigüedad del edificio, este es un factor relevante, ya que conlleva la pérdida de las características intrínsecas del material; Orientación del edificio, su importancia radica en su relación con el efecto de los agentes atmosféricos como incidencia del agua de lluvia, cambios bruscos de temperatura, sobre la fachada; Exposición del edificio, donde a mayor grado de exposición corresponde una menor protección frente a los ataques de los agentes atmosféricos, sin embargo, dicho grado está condicionado por diferentes factores, como la proximidad de otras edificaciones, la altura del edificio, ya que a mayor altura, mayor grado de exposición, a excepción de las zonas más bajas, que están sometidas a agresiones mecánicas y humanas.

Erosiones mecánicas: Son las pérdidas de material superficial debidas a esfuerzos mecánicos, como golpes o rozaduras. Aunque normalmente se producen en el pavimento, también pueden aparecer erosiones en las partes bajas de fachadas y tabiques, e incluso en las partes altas y cornisas, debido a las partículas que transporta el viento (Broto, 2005).

4.1.3.3. Lesiones Químicas

Suelen ser consecuencia de la presencia de contaminantes químicos en la atmósfera que se unen a los agentes meteorológicos para complementar su acción con el ataque químico a los materiales pétreos (Carrió & Ramos, 2001). Este tipo de lesiones se generan como consecuencia de reacciones del material con los fluidos del ambiente, produciendo: hidratación, eflorescencias, corrosión, oxidación, carbonatación. Dependiendo del tipo de material, esencialmente de su composición se presenta un tipo de reacción u otro. Así, los feldespatos se descomponen por

hidrólisis y pasan a minerales arcillosos, los carbonatos mayoritariamente se disuelven, los minerales de hierro tienden a oxidarse, muchas sales solubles se hidratan y las arcillas se transforman por cambios iónicos. Todas estas reacciones tienen lugar en medio acuoso y en ellas influye la composición y temperatura del agua, y la superficie específica del material, sobre la que actúan todos estos procesos (Pérez & Páez, 2014). Según la clasificación de lesiones químicas de Broto (2005), se identifican las siguientes en el paciente:

Oxidación: es la transformación de los metales en óxido al entrar en contacto con el oxígeno (Broto, 2005). Generalmente se presenta en el acero de refuerzo, y se produce por la presencia de agua, oxígeno y cambios de temperatura (Monjo, 1997). La superficie del metal puro o en aleación tiende a transformarse en óxido que es químicamente más estable, y de este modo protege al resto del metal de la acción del oxígeno (Broto, 2005).

Corrosión: aparece, naturalmente, en estructuras metálicas y en las de hormigón armado, provocando la pérdida progresiva de partículas de la superficie del metal (Figura 10) (Broto, 2005). Según Carrió & Ramos (2001), la causa principal en estructuras metálicas es el contacto con la humedad, la cual actúa, básicamente, de cuatro formas:

1. **Corrosión por oxidación previa**, cuando el óxido húmedo pasa a hidróxido y actúa de cátodo sobre el resto del metal. Aparece siempre que le falta protección al elemento y éste es alcanzado por humedad, bien sea directa (intemperie) bien sea de condensación superficial, incluso en elementos ocultos dentro de obras de fábrica.
2. **Corrosión por aireación diferencial**, cuando falta la protección antioxidante y se da cierta permanencia de zonas húmedas junto a zonas secas (arranque de pilares,

elementos planos exteriores e interiores, uniones longitudinales en horizontal entre perfiles, etc.) lo que provoca una diferencia de potencial entre ellas.

3. **Corrosión por inmersión**, debido a la permanencia de parte del elemento metálico en ambiente saturado (terreno húmedo, por ejemplo) y ausencia de protección antioxidante, lo que puede llegar a formar hidróxido y disolverlo, según el pH del agua.
4. **Corrosión por par galvánico**, que suele ser puntual y debida al contacto con materiales de mayor potencial electroquímico. También se facilita por la ausencia de protección antioxidante y la presencia de agua o algún otro electrolito.

En armaduras de hormigón, la corrosión puede tener dos causas (Carrió & Ramos, 2001): la posible filtración de agua desde el exterior a través de fisuras, que afecta, sobre todo, a las armaduras más superficiales (estribos) pero que puede alcanzar a todas ellas, con más intensidad cuanto más húmedo y más agresivo es el ambiente; por otro, la posible acción química de cloruros u otros agentes provenientes del hormigón que rodea a las armaduras, en función del tipo de cemento y, sobre todo, de los áridos, así como la propia carbonatación del hormigón que deja de proteger a las armaduras al perder alcalinidad.

Figura 10

Corrosión en estructuras de acero laminado (perfiles metálicos).



Nota. Adaptado de *Patología y Rehabilitación* [Fotografía], por Elaborex, 2022, Elaborex (<https://www.elaborex.es/actividades-de-calidad-en-la-construccion/patologia-y-rehabilitacion/>).

Erosión biológica o causada por organismos: algunos autores separan esta categoría de las lesiones químicas y las ubican en un subgrupo relacionado con agentes biológicos, sin embargo, como lo expresa Broto (2005) su proceso patológico es fundamentalmente químico, puesto que segregan sustancias que alteran la estructura química del material donde se alojan, pero también afectan al material en su estructura física. De acuerdo a Carrió & Ramos (2001), la erosión biológica aparece, básicamente, en los elementos estructurales de madera como consecuencia de la acción de insectos xilófagos y de hongos que la pudren, provocando en conjunto una pérdida de material, más o menos importante, así como una debilitación de sus fibras resistentes que puede llevar al colapso. Según el tipo de organismos que producen la lesión, Carrió & Ramos (2001) subdividen la erosión biológico en dos grupos:

1. **Insectos xilófagos:** que se alimentan de la madera, distinguiéndose dos tipos de familias:
 - a. **Coleópteros**, como carcomas y polillas, que depositan sus huevos en las fendas superficiales de la madera. Las larvas que nacen de ellos se alimentan de la fibra de la madera, cavando galerías longitudinales, hasta

que se convierte en "imago" y salen al exterior perforando los conocidos orificios de diámetro variable, dependiendo del tamaño del insecto (Figura 11).

- b. **Isópteros**, sobre todo termitas de diversas clases, que radican sus colonias bajo tierra en zonas próximas a los edificios y que pasando por debajo de las cimentaciones o, incluso, perforándolas, llegan hasta la madera de los edificios, alimentándose de ella y destruyéndola a base de galerías longitudinales.
2. **Hongos de pudrición**, que suelen establecer sus colonias sobre los elementos de madera en unas condiciones determinadas de humedad y temperatura y que al alimentarse de la misma la destruyen (Figura 12). Se pueden distinguir varios tipos según su coloración y sistema de destrucción:
- a. **Hongos azulados (cromógenos)**: actúan exclusivamente en la superficie sin atacar los tejidos leñosos, por lo que no afectan a la integridad del material.
 - b. **Hongos de pudrición blanca**: con destrucción de la lignina y aparición de un aspecto blanquecino con alveolos y fisuras, incluso zonas de aspecto algodonoso (hongo doméstico).
 - c. **Hongos de pudrición parda**: con ataque directo a la celulosa y aparición de un cuarteado característico (pudrición cúbica) de color pardo y tacto pulverulento.

Figura 11

Madera atacada por coleópteros (curculiónidos, en este caso), y galerías de las larvas (tercio inferior de la imagen).



Nota. Adaptado de *Patología de la construcción con madera* [Fotografía], por F. Lasheras, 2009, Thomson Reuters, Aranzadi, S.A (<https://oa.upm.es/53437/1/L032009TCXIMadera.pdf>)

Figura 12

Hifas y micelio de un hongo sobre la superficie de una viga de madera.



Nota. Adaptado de *Patología de la construcción con madera* [Fotografía], por F. Lasheras, 2009, Thomson Reuters, Aranzadi, S.A (<https://oa.upm.es/53437/1/L032009TCXIMadera.pdf>)

4.2. Marco legal

En Colombia, la conservación del patrimonio histórico arquitectónico está regulada por la Ley 1185 de 2008, que establece las normas para la protección, conservación y divulgación del patrimonio cultural de la nación. Esta ley dictamina que todas las entidades del estado, las empresas privadas y los ciudadanos tienen la responsabilidad de proteger y conservar el patrimonio cultural del país. Además, indica que las autoridades deben tomar medidas para

proteger y conservar los bienes de interés cultural y los bienes declarados patrimonio cultural de la nación, así como promover la investigación, la conservación y la divulgación del patrimonio cultural en el territorio colombiano.

Así mismo, es fundamental considerar lo descrito en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, promulgado por el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, el cual establece las disposiciones mínimas y regulaciones que deben cumplir las construcciones para garantizar su resistencia a los movimientos sísmicos, con el objetivo de proteger la vida de las personas y reducir los daños materiales ante un evento sísmico. Esta normativa determina los requisitos técnicos y constructivos que deben seguirse en el diseño, construcción, remodelación y mantenimiento de edificaciones, así como en la selección de materiales y sistemas estructurales.

4.2.1. Normatividad técnica

Con la finalidad de regular la construcción y conservación de casas de uno y dos pisos con elementos de adobe y bahareque, la norma técnica NSR-10, en su título “E” establece los requisitos para la construcción sismo resistente de viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada y de bahareque encementado. De acuerdo al apartado E.1.1.1: “Estos requisitos son de índole general y están dirigidos a todos los profesionales de la ingeniería y la arquitectura que trabajan en construcción de vivienda, así no sean especialistas en calculo estructural”. En este título se establecen “las condiciones estructurales que permitan un funcionamiento adecuado de las viviendas de uno y dos pisos ante cargas laterales y verticales en las diferentes zonas de amenaza sísmica” (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).

Así mismo es importante considerar el capítulo A.10 referido a la evaluación e intervención de edificaciones construidas antes de la vigencia de la norma NSR-10, el cual

establece los requisitos para la intervención de edificaciones existentes, tanto para las reparaciones como para las modificaciones, con el objetivo de garantizar su seguridad estructural y funcional. Para realizar una intervención en una edificación existente, se deben hacer estudios previos para determinar su condición actual y su capacidad resistente ante cargas sísmicas. Además, se deben tener en cuenta las recomendaciones de la norma en cuanto a los materiales y técnicas de construcción a utilizar, la protección del patrimonio cultural y arquitectónico, y la seguridad durante la intervención. Esta normativa también establece los requisitos para la documentación y seguimiento de las intervenciones, así como para la revisión y aprobación de los diseños por parte de las autoridades competentes.

En el marco de la propuesta de intervención que se pretende realizar en la presente investigación, también es importante considerar la Ley 610 del 2000, la cual establece el régimen de responsabilidad fiscal aplicable a los servidores públicos y particulares que manejen recursos del Estado y que causen daño patrimonial al mismo, definiendo en su artículo 6 el daño patrimonial como: “la lesión del patrimonio público, representada en el menoscabo, disminución, perjuicio, detrimento, pérdida, o deterioro de los bienes o recursos públicos, o a los intereses patrimoniales del Estado, producida por una gestión fiscal antieconómica, ineficaz, ineficiente, e inoportuna...”. En el caso de la intervención sobre construcciones patrimoniales, esto implica que las personas encargadas de la protección y conservación de las mismas, tienen la responsabilidad de garantizar que las intervenciones realizadas no causen daño patrimonial, es decir, que no se afecte el valor histórico, cultural, arquitectónico y artístico de la construcción.

Con respecto a la pérdida, daño o deterioro de bienes, la ley en su artículo 7, indica que en casos de pérdida, daño o deterioro por causas distintas al desgaste natural que sufren los

bienes, la responsabilidad fiscal será procedente cuando el hecho tenga relación directa con el ejercicio de actos propios de la gestión fiscal por parte de los presuntos responsables.

4.3. Marco histórico

4.3.1. Casa Inglesa – Municipio Ambalema, Tolima (1846-2018)

La construcción de la Casa Inglesa de Ambalema se inscribe en la línea de la moderna arquitectónica republicana inaugurada en Colombia por el edificio de “Las Galerías Arrubla” en Bogotá, que comenzó a construirse el 22 de enero de 1846, y se inauguraron el 10 de enero de 1848. Este edificio proveyó los espacios para la administración municipal y provincial. La segunda gran obra fue el Capitolio Nacional, encargado por el presidente Mosquera al arquitecto Thomas Reed y cuya primera piedra fue colocada el 20 de julio de 1847. Finalmente a raíz del éxito de la construcción de las dos ya mencionadas estructuras, se concedió a Juan Manuel Arruga en la ordenanza 64.848, el privilegio para construir la plaza de mercado cubierto de Bogotá.

La casa fue construida por el tabacalero Montoya Suárez, los cuales la llamaron la Casa del Balcón, se podría asegurar que tanto por el lado del oro como del tabaco la construcción de la Casa Inglesa de Ambalema, fue la más grande innovación arquitectónica que esta sociedad construyó en este pueblo, probablemente para atender las exigencias de integración de las diversas actividades de producción, cosecha, tratamiento y almacenamiento, empaque y transporte del tabaco, cuando los precios y los volúmenes de exportación del tabaco a Europa comenzaron a afianzarse y a mostrar un destino promisorio. El hecho ocurrió después del incendio que sufrió Ambalema en 1851, como se puede inferir del relato que hizo José María Samper sobre el desarrollo de Ambalema en la década de 1850.

Además de las innovaciones en el sistema de producción, cosecha, tratamiento, transporte y mercadeo, Francisco Montoya introdujo en el país el crédito de fomento agrícola mediante el cual, a cambio de préstamos el hacendado de cosechero quedaba obligado a venderle toda la producción únicamente a su compañía, a un precio previamente establecido. Por lo demás, la agricultura tabacalera en la zona de Ambalema tenía ventajas con respecto a la de otras zonas del país, por estar ubicada cerca al río Magdalena lo cual reducía los costos de transporte, contaba con la disponibilidad de tierras buenas y baratas y entreno a los cosecheros y obreros de la factoría para el correcto cultivo en beneficio de la hoja.

En 1846 la compañía Montoya y Sáenz comienza a refaccionar el edificio de la factoría, construido a comienzos del siglo XIX con aportes de los cosecheros de Ambalema a la Corona Española. La refacción se hizo con el objeto de innovar los procesos de producción de la hoja de tabaco hacia mercados internos y externos. Según hallazgos, se inicia la construcción de la casa inglesa por Montoya y Sáenz al parecer poco después del incendio del Barrio la Esperanza del Pueblo de Ambalema en 1851.

Desde un principio fue construida con fines industriales, pero allí funcionaron oficinas, áreas de trabajo y caneyes en la primera planta y en el segundo piso los dormitorios del personal administrativo y el alojamiento de personalidades que se dedicaban al comercio de la hoja.

No es cierto como se afirman en algunos estudios, que con la compra hecha por Fruhling y Goschen a la casa Montoya, Sáenz y Cía., se haya ampliado el inmueble de la factoría, ubicada frente al inmueble de la Casa Inglesa y se denominaría “Fabrica La Patria” la cual el 16 de agosto de 1928 arde en llamas sepultando el destino tabacalero.

La confusión se mantiene en una sección explicativa del texto elaborado por el arquitecto Mozos sobre origen de la Casa Inglesa. Según este autor, la fecha de su construcción fue 1846,

cuando la ciudad vivía el primer auge económico. Sin embargo, a renglón seguido afirma que en 1855 Montoya y Sáenz aprovecharon para construir sus oficinas y salones para la factura e inmediaciones se construyen los caneyes para la recolección, almacenamiento y maduración de la hoja sobre un área de 17.000 m², además del almacenamiento, prensa y empaque complementado en el edificio de la factoría, el antiguo edificio que servía como complemento a las áreas de trabajo.

Figura 13

Antigua casa inglesa de Ambalema.



Nota. Adaptado de *De las pocas casas de dos pisos en el casco histórico* [Fotografía], por D. Correa, 2009, Dairo Correa (<https://www.flickr.com/photos/dairocorrea/3502978198>)

5. Alcances y limitaciones

La Casa Inglesa se encuentra ubicada en el municipio de Ambalema, situada al nororiente del Departamento del Tolima, a una distancia de 1,3 km del casco urbano del municipio. Este proyecto partirá de un estudio patológico la Casa Inglesa, patrimonio histórico de Ambalema, donde se utilizarán métodos cualitativos y cuantitativos para analizar las diferentes patologías que presenta dicha edificación, no existiendo actualmente limitaciones para acceder a la vivienda en ninguna de las etapas del estudio.

Cabe destacar que no se cuenta con información referente a los procedimientos constructivos, diseños iniciales (planos), modificaciones, información sobre constructores, interventores, proveedores de materiales, pruebas u ensayos que se la hayan realizado previamente a la edificación.

Así mismo, es importante resaltar que el presente estudio patológico se realiza a nivel académico, utilizando los conceptos y criterios adquiridos durante la especialización. Estos permitirán evaluar la estructura en cuestión en base a la información recopilada y obtenida durante la etapa de inspección.

6. Metodológico

Para el desarrollo del estudio patológico, se tendrán en cuenta las fichas técnicas para la elaboración de los estudios complementarios. Dicho estudio comprenderá las siguientes etapas:

- **Etapas 1:**

- Ubicación de la vivienda.
- Visita técnica para inspeccionar los daños presentados en la estructura
Registro fotográfico.
- Determinación de las posibles lesiones presentadas en la estructura.

- **Etapas 2:**

- Búsqueda de información que permita obtener la historia clínica mediante la utilización de enciclopedias y libros que faciliten la actividad.
- En esta etapa es necesario buscar información base de la edificación como planos (originales, estructurales, arquitectónicos, sistema constructivos, hidrosanitarios, entre otros), estudios de suelos, registro fotográfico y fílmico, especificaciones originales de la construcción, ensayos ,estudios anteriormente realizados, procedimientos constructivos, diseños iniciales y modificaciones realizado a la vivienda.
- Interpretar la información recopilada.

- **Etapas 3:**

- Seleccionar una parte de la estructura para realizar el estudio patológico.
- Clasificar cada lesión según su tipología, determinando las causas que llevaron a la aparición de la misma.

- **Etapas 4:**

- Realización de ensayos no destructivos, los cuales permitirán reconocer las lesiones en la estructura.
- Determinar las posibles intervenciones que se podrán implementar para dar solución a la lesión.
- Realización de presupuesto, para lograr obtener el valor monetario de la restauración de la vivienda.

6.1. Descripción de la selección del paciente

La Casa Inglesa es un edificio histórico y de carácter emblemático para la ciudad de Ambalema, pues durante el siglo XIX, fue protagonista en la importante actividad comercial de la región, representando hoy día un vestigio y patrimonio de aquella época. Esta construcción fue realizada en muros de adobe y bahareque, elementos constructivos de baja resistencia, lo que sumado a diferentes procesos a los que ha sido sometida a lo largo del tiempo, ha provocado una serie de lesiones que se han ido agravando, aumentando su vulnerabilidad física. Todo esto ha generado preocupación a la ciudadanía y el gobierno departamental, ante el estado en el que se encuentra, surgiendo urgentemente la demanda de una intervención, para salvar el patrimonio histórico, cultural y arquitectónico de dicha edificación.

Debido al abandono que ha sufrido con el paso del tiempo, la edificación se ha convertido en un refugio para indigentes, animales, roedores y murciélagos, lo que ha causado daños aún más graves. La pérdida de esta edificación es significativa para el departamento del Tolima, por lo que, se busca realizar una intervención no solo para restaurar la edificación, sino también para brindar seguridad a la comunidad y fomentar el turismo, generando ingresos económicos para el municipio de Ambalema debido a su valor histórico y cultural.

6.2. Preparación y planteamiento del estudio

6.2.1 Inspección preliminar del paciente

Durante la visita inspección realizada para evaluar el estado actual de la Casa Inglesa, se pudo constatar el elevado grado de deterioro que afecta a la edificación (Apéndice A: Figura A.1) a pesar de los primeros auxilios recibidos, como la colocación de una sobre cubierta y el refuerzo de la estructura mediante apuntalamientos (Figura A.2).

Así mismo, se evidenció la presencia de agentes físicos, químicos y biológicos que afectan tanto el exterior como el interior de la estructura, lo que se evidencia en las diversas lesiones generadas por filtraciones de agua, así como daños en los entrepisos contruidos en madera y esterilla de guadua que se apoyan en vigas de este mismo material. Lo anterior, ha provocado dificultades para acceder a los pasillos y entradas de las habitaciones del segundo piso. La humedad es uno de los principales problemas que afecta la estructura, especialmente en los elementos de madera, que han absorbido la humedad y han sufrido procesos de pudrición y fracturas (pérdida del material) (Figura A.3).

Por otro lado, se evidencia una afectación no solo de la estructura interna, sino que también del material constructivo externo, en este caso las tejas de arcilla, que se desgastaron por factores climáticos (agua y sol), sumado a que ya habían cumplido su ciclo de uso (antes de la intervención de primeros auxilios). Esta afectación sigue produciéndose, por lo que actualmente es frecuente el desprendimiento del tejado de arcilla de la vivienda.

También se observó que los canales encargados de la recolección de aguas lluvias presentan un desalineamiento, lo que responde a una mala elección de diseño, y adicionalmente por no tener prevista su vida útil para hacer la respectiva reposición. Además, se evidencia la ausencia de mantenimiento en estos elementos debido a que se encuentran taponados por hojas y

adicionalmente la fractura de las tejas de arcilla que caen sobre estas ocasionan una sobrecarga y posteriormente una deflexión en la canal, hasta llegar a la fractura de las mismas.

Los problemas asociados a las deflexiones impiden la conexión con las bajantes provocando un mal funcionamiento. Los elementos sobresalientes al terreno, como los grifos y tuberías de agua y electricidad, muestran signos significativos de corrosión, oxidación y fracturas que obstaculizan su correcto funcionamiento. Además, algunas tuberías atraviesan el entrepiso, lo que causa humedad accidental y afecta la estructura de la edificación (Figura A.4). También se observa corrosión y oxidación en elementos metálicos, como los barrotes de las ventanas, que se encuentran expuestos a diferentes agentes climáticos, provocando su desgaste.

Por otra parte, se observa que los muros de 10 a 15 cm de espesor, elaborados con estructuras de bahareque, presentan un mal estado en los pañetes, lo que deja al descubierto los ladrillos de adobe. Este deterioro es causado por la gran cantidad de humedad presente, así como por intervenciones posteriores a la construcción original. Así mismo, en diversas zonas del inmueble se observaron pañetes en cemento y arena creando nuevos muros para divisiones internas. También se evidencio en otras áreas de la edificación excavaciones realizadas por posibles visitas hechas en el pasado, dejando a la intemperie cimientos en ladrillo cocido con un recubrimiento de concreto que da una protección al adobe. Por esta razón, se ha venido evidenciando las pérdidas de las propiedades mecánicas del mortero de pega, provocando el desprendimiento en algunas partes de la cerámica, lo que ha ocasionado el desnivel del suelo (Figura A.5).

En toda la estructura, tanto en el primer como en el segundo piso, se presenta acumulación de partículas ensuciantes ocasionadas por agentes como viento, agua, y humo de vehículos. Finalmente, se ha observado la actividad biológica de diversos organismos de

distintos tamaños que han contribuido al deterioro de esta estructura. También, animales de tamaño mediano, como aves, ratones y murciélagos, que contaminan el exterior con sus heces, generando lesiones químicas. Además, la humedad presente en la estructura ha proliferado otros organismos como los hongos los cuales se encuentran presentes en la madera y otras superficies. En el Apéndice B se muestran planos con las principales lesiones identificadas en la fachada y los entrepisos de la estructura respectivamente.

6.2.2 Recopilación de información necesaria para el estudio.

Para llevar a cabo el estudio patológico, se realizó inicialmente una exhaustiva búsqueda de información que incluyó planos (originales, estructurales, arquitectónicos, sistemas constructivos, hidrosanitarios, entre otros), memoria de cálculos, estudios de suelo, especificaciones originales de la construcción, procedimientos constructivos, diseños iniciales, modificaciones realizadas en la vivienda, ensayos, estudios previos, datos de constructores e interventores, así como información detallada sobre los tipos de materiales utilizados. Durante la inspección técnica de la Casa Inglesa se recopiló información visual mediante fotografías y filmaciones, además del levantamiento detallado de las lesiones presentes en la edificación. (Apéndice A). Esta información inicial es importante, ya que permite analizar porque surgieron este tipo de lesiones físicas y mecánicas como humedades, desprendimientos, presencia de organismos, fisuras y grietas, que han generado que la estructura se debilite.

6.2.3 Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.

Se solicito autorización a la alcaldía del municipio para el ingreso a la edificación (Apéndice C).

6.2.4 Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración.

Las exploraciones de la estructura se realizarán durante el desarrollo del estudio en distintas etapas. Los responsables del estudio son los siguientes profesionales:

- Ing. Andrés Mauricio Parra Rivera, Ingeniero Civil de la Universidad de Ibagué, actual estudiante de la Especialización en diseño y construcción de vías y aeropistas de la escuela militar de ingenieros y la Especialización en Patología de la Construcción de la universidad Santo Tomas, sede Ibagué.
- Ing. Jenny Tatiana Cruz Rodríguez, Ingeniera Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia, actual estudiante de la Especialización en Patología de la Construcción de la universidad Santo Tomas, sede Ibagué.
- Técnicos de Laboratorio para la realización de ensayos.
- Maestro de obra.

6.2.5 Definición de los medios para realizar la exploración.

A continuación, se describen los estudios y ensayos que se realizaran en el paciente, los cuales permitieran obtener información precisa y de utilidad para la propuesta de intervención de la estructura.

6.2.5.1. Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Mampostería de arcilla

El análisis de la mampostería conlleva a estudiar sus propiedades físicas, químicas y mecánicas según lo estipulados en las normas (NRS-10 y NTC) locales . A partir de este ensayo, se puede conocer el valor de la resistencia a la compresión del material de mampostería, para lo cual se toman muestras pequeñas de material y se llevan a laboratorios especializados que permiten obtener valores precisos y normalizados. El valor de resistencia a la compresión se expresa en unidades de carga (KN); encontrándose que los valores altos indican buena calidad y

durabilidad de la mampostería para usos estructurales (Vargas & Lobo, 2008). Existen dos tipos de ensayos aplicables a la mampostería; los destructivos, que producen rotura o daño total o parcial de espécimen y los no destructivos, los cuales permiten realizar análisis sobre el material sin alterar sus condiciones originales (Lugo & Monroy, 2020). Para el caso de estudio, se realizará un ensayo destructivo, el cual consistirá en extraer tres muestras en bloque de adobe para ser llevadas al laboratorio (Apéndice F.1), implementando el uso de los siguientes equipos:

- a) Máquina universal de pruebas
- b) Calibrador vernier
- c) Plato de compresión para aplicación de carga
- d) Computadora interconectada a la maquina universal.

6.2.5.2. Ensayo de Absorción de agua en Unidades de Mampostería de arcilla

La absorción es la capacidad del material para almacenar en su volumen cierta cantidad de agua expresada en porcentaje (Vargas & Lobo, 2008). La importancia de evaluar esta propiedad es que la absorción puede provocar cambios de volumen en las piezas, trayendo consigo daños tanto en la unidad de mampostería como en los muros. Para el caso de estudio, el ensayo se realizará en el laboratorio en las mismas muestras tomadas para el ensayo de resistencia a la compresión simple, las cuales se extraerán del muro 1B-2B, en el que se identificaron lesiones por humedad (Apéndice F.2).

6.2.5.3. Auscultación de Mampostería

Se realizará una inspección visual, en un muro ubicado en el primero piso (eje 1A-1F), en el interior de la vivienda, el cual presenta lesiones producidas por la erosión, con el fin de determinar si el muro presenta oquedades, zonas débiles e identificar el tipo de material de

construcción. Este estudio será realizado por los ingenieros responsables del proyecto, y consistirá en la extracción de una muestra del muro de adobe utilizando espátula (Apéndice F.4).

6.2.5.4. Contenido de Materia Orgánica en Mampostería

El objetivo de este estudio es determinar el contenido de materiales orgánicos mediante calcinación, en una de las muestras extraídas en la realización de la auscultación de la mampostería (adobe) (Apéndice F.3). Para su realización se requerirán los siguientes materiales y equipos:

- a) Muestra representativa de un peso mínimo de 100 g
- b) Horno. Que mantenga temperaturas de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- c) Balanza. de 1200 g de capacidad y con sensibilidad de 0,01 g.
- d) Mufla. Que mantenga temperatura continúa de $445^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$

6.3. Historia Clínica

6.3.1 Fecha de realización del estudio

Elaborado el día 20 de abril de 2022.

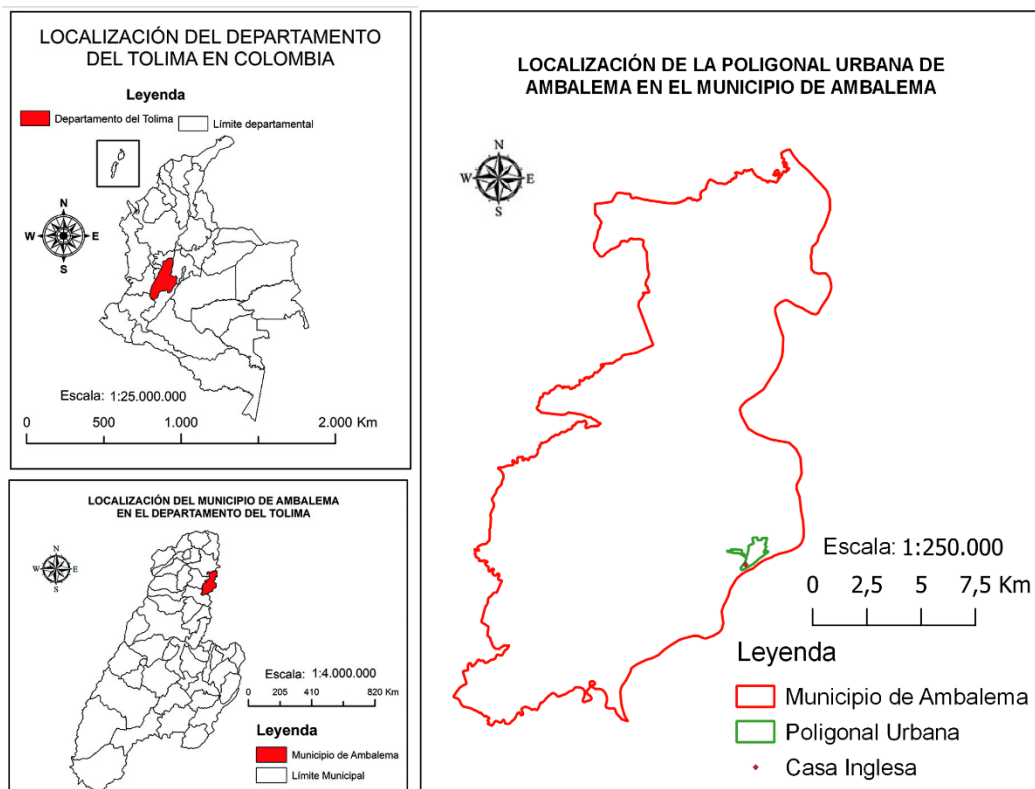
6.3.2 Datos generales del paciente

6.3.2.1 Nombre: Casa Inglesa de Ambalema.

6.3.2.2 Localización (Departamento, Municipio, vereda): La edificación se encuentra ubicada en el departamento del Tolima, municipio de Ambalema, al suroeste de la cabecera municipal de Ambalema (Figura 14).

Figura 14

Ubicación Relativa departamental, municipal y urbana de la Casa Inglesa



Nota. Adaptado y modificado de “Evolución geohistórica de la morfología urbana de Ambalema, Tolima, Colombia” (p. 142), por D. Páez, 2017, *Perspectiva Geográfica*, 22 (2).

6.3.2.3 Uso: La Casa Inglesa actualmente se encuentra deshabitada. De acuerdo al uso inicial que presentaba esta edificación y con base en la clasificación dada por la NSR10, esta estructura se encuentra en un grupo de uso II, ya que en ella se ubicaban las oficinas para administrar el tabaco, posteriormente pasó a ser de uso residencial para todas las personas que arribaran a Ambalema a la comercialización de dicho producto. Según la NSR10 (Apartado A.2.5.1.3), el Grupo II (Estructuras de ocupación especial) cubre las siguientes estructuras, ubicándose la Casa Inglesa en los numerales (a) y (c):

- a) Edificaciones en donde se pueden reunir más de 200 personas en un mismo salón,
- b) Graderías al aire libre donde puede haber más de 2000 personas a la vez,

- c) Almacenes y centros comerciales con más de 500 m² por piso,
- d) Edificaciones de hospitales, clínicas y centros de salud, no cubiertas en A.2.5.1.1.
- e) Edificaciones donde trabajen o residan más de 3000 personas, y
- f) Edificios gubernamentales.

6.3.2.4 Fecha de construcción: 22 de enero de 1846.

6.3.2.5 Sistema constructivo: implementación de muros estructurales confinados, los cuales resisten las fuerzas horizontales, sea por viento o sismo, así como las cargas verticales (muertas o vivas). En el Apéndice D se detallan los elementos del sistema constructivo de la Casa Inglesa.

6.3.2.6 Técnica Constructiva: la técnica constructiva utilizada fue de muros de bahareque, la cual se realizó a partir de palos o cañas entretejidas con un recubrimiento de barro. También se encuentran otros métodos como son en embutido o en esterilla, que están compuestos por diferentes materiales naturales como son: gravilla, arenas, limos, arcillas, madera, varas (Guadua o Bambú).

6.3.2.7 Importancia del paciente: fue declarada Monumento Nacional por Decreto 776 de abril 2 de 1980.

6.3.2.8 Sistema estructural y constructivo: Muros estructurales hechos en bahareque y adobe.

6.3.2.9 Estructural: El sistema estructural utilizado en esta construcción es de muros estructurales. En las Tablas 2-5 se especifican los materiales de construcción utilizados en la estructura, fachada, cubierta e interior de la casa respectivamente.

Tabla 2
Materiales de Construcción Utilizados en la Estructura de la Casa.

Elemento	Material
Muros	Bahareque y Ladrillo Adobe
Vigas Y Columnas	Madera
Placas de entrepisos	Madera

Tabla 3
Materiales de construcción utilizados en la fachada de la casa.

Elemento	Material
Muros	Bahareque y Ladrillo Adobe
Acabados	Tierra y Cal
Carpintería	Madera y Metálicas

Tabla 4
Materiales de construcción utilizados en la cubierta de la casa.

Elemento	Material
Estructura*	Madera
Soportes	Esterillas de Guadua
Acabados	Tejas de Barro o Tejas Cerámica

Nota. La cubierta es construida inclinada con un sistema de dos aguas.

Tabla 5
Materiales de construcción utilizados en el interior de la casa

Elemento	Material
Muros Divisorios	Bahareque y Ladrillo Adobe
Cielorraso	Esterilla de guadua y madera trípex
Carpintería	Madera y Metálicas

6.3.2.10 Normativa actual que lo rige: la estructura se encuentra regida bajo el

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), título E para casas de 1 a

2 pisos de mampostería confinada y de bahareque, el cual establece las regulaciones para este tipo de construcción.

6.3.4 En la edificación y/o construcción civil

6.3.4.1 Tipo de Cimentación: Durante la inspección del paciente se pudo identificar que la vivienda cuenta con una cimentación superficial, así mismo se evidenció en los planos que esta excavación (Apéndice E) presenta una profundidad de aproximadamente 60 cm y ancho de 50 cm, compuesto mediante piedras y argamasa.

6.3.4.2 Altura: La estructura actualmente cuenta con dos (2) pisos, con una altura de 2,5 m de entrepiso, para un total de 5,0 m.

6.3.4.3 Área: 1700 m².

6.3.4.4 Estado General de Construcción: Actualmente la vivienda se encuentra en estado de abandono, hallándose desplome y desprendimiento de la estructura en uno de las áreas del balcón interno. Así mismo, se evidencian lesiones mecánicas en los muros de la vivienda como fisuras, grietas, declinación de muros portantes, así como pudrición de elementos de madera por organismos vivos (quirópteros) y humedades latentes en la vivienda, debido a la filtración provocada por la pérdida de elementos que componen la estructura de la cubierta.

6.3.4.5 Información Existente: Se gestiona documentación escrita y oral del paciente en estudio, de los cuales se hallaron planos (Apéndice E), identificando distribución espacial de la vivienda, estructura, lesiones latentes. Así mismo, durante las visitas realizadas en la inspección se obtuvo registro fotográfico y fílmico; en cuanto a información oral, esta fue brindada por personal de la comunidad y profesionales competentes en la información e historia de la vivienda. De acuerdo a la revisión realizada no existe documentación adicional a los planos originales, como estudios de suelos u otros.

6.3.5 Aplicación patológica

La estructura bajo evaluación fue construida en 1846, por lo que se trata de una edificación antigua. Además, según el prediagnóstico realizado, presenta lesiones graves y un alto grado de deterioro que comprometen su estabilidad. En tal sentido, de acuerdo a la edad y el estado de la edificación, se ha determinado una patología geriátrica forense.

6.3.5.1. Geriátrica y forense: La aplicación patológica de la Casa Inglesa es geriátrica y forense, dado que se trata de una construcción de más de 100 años de antigüedad, así mismo, se registró durante lo recorridos técnicos, que la vivienda presenta diferentes lesiones físicas, químicas y mecánicas, provocadas por el abandono y la falta de mantenimiento. Como consecuencia de estas lesiones, se ha evidenciado el colapso de muros portantes, la estructura de la cubierta y la ausencia de la misma, así como daños en los pies derechos ubicados en el área exterior debido a la presencia de organismos xilófagos. Lo anterior ha provocado que la vivienda presente pérdidas de más del 50% de sus elementos estructurales y materiales de construcción.

6.3.6 Datos específicos de las lesiones

La identificación de las lesiones, ubicación, causas, diagnósticos, recomendaciones y evidencia fotográfica, se detallan en las fichas técnicas (Figuras 15-20).

Figura 15

Ficha Técnica N°1 Desprendimiento.

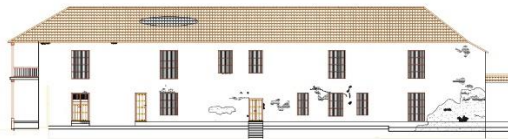
 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	No. FICHA: 1 DE 6	FECHA DE ELABORACIÓN: 20 DE ABRIL 2022	TIPO DE LESIÓN: DESPRENDIMIENTO	PROYECTO: CASA INGLESA DE AMBALEMA-TOLIMA
LESIÓN MECANICA:	DIAGNÓSTICO:			
LESIÓN	Se evidencia la separación del material de acabado continuo como la del revoque, dejando al desnudo el soporte al cual esta adherido, dejando a la intemperie el material constructivo; en las siguientes imagenes, se observa que se ha perdido más del 50% del material y que requiere de una intervención inmediata, esta humedad ha sido provocada por diferentes factores fisicos como la presion de vapor de agua suficientemente alta.			
PRIMARIA: Humedad por condensación	1.Teniendo en cuenta, el clima de la estructura en mención, es recomendable la implementacion de acabos continuos en yeso por su alto poder higroscopico, lo anterior obedece a que este tipo de material permite la absorcion de la humedad del medio ambiente y la retiene hasta llegar a su punto mas bajo.			
SECUNDARIA: Desprendimiento de revoque(Tapia Pisada).	2.Se deberá elaborar un buen adherente de pega para que no falle la unión molecular o que se generen penetraciones, por ejecución incorrecta.			
CAUSAS	3. Se deberá tener en cuenta que el soporte debe de estar convenientemente húmedo, limpio de polvo o de grasa.			
CAUSA DIRECTA:La presion de vapor suficientemente alta.	4.Se pueden implementar diferentes maneras de revestimiento que permitan evitar este tipo de lesiones como:			
CAUSA INDIRECTA:Envejecimiento del revestimiento y la implementacion de elementos constructivos no idoneos para la temperatura del ambiente.				
GRADO DE AFECTACIÓN	4.1 REVESTIMIENTO DE TIERRA:Se utiliza el mismo barro del muro,con un 50% mas de aena y el 2% en peso de paja o pasto seco.			
SEVERO	4.2 REVESTIMIENTO DE YESO CON CAL:Este se implementara por medio de dos capas,la primer capa revestir con tierra y una segunda capa con yeso,arena y cal.			
UBICACIÓN	4.3 REVESTIVIMIENTO DE TIERRA CON CAL:Utilizar una mezcla compuesta por tierra y cal apagada			
La mayor parte de los desprendimientos por acabado continuo se identifica en los muros exteriores de la vivienda.	EVIDENCIA FOTOGRÁFICA			
				
	4.4REVESTIMIENTO DE TIERRA CON CEMENTO:Realizar una mezcla de arena y cementos,utilizando y una malla metalica, es importante aclarar que este tipo de revestimiento tiene un costo mayor al conocido. 4.5 REVESTIMIENTO CON ARENA,CEMENTO Y CAL:Implementación compuesta de cemento,cal y arena y se utilizara un elemento de fijación ya sea con alambre o malla que este fijada al muro.			

Figura 16

Ficha Técnica N°2 Desprendimiento por acabado continuo.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	No. FICHA: 2 DE 6	FECHA DE ELABORACIÓN: 20 DE ABRIL 2022	TIPO DE LESIÓN: DESPRENDIMIENTO POR ACABADO CONTINUO	PROYECTO: CASA INGLESA DE AMBALEMA-TOLIMA
LESIÓN MECÁNICA:	DIAGNÓSTICO:			
LESIÓN	RECOMENDACIONES Y REPARACIONES:			
PRIMARIA: Abombamiento de pintura	PINTURAS:			
SECUNDARIA: Desprendimiento del acabado continuo	1. Utilizar pinturas resistentes al sol y al agua. (Pinturas hidrófugas).			
CAUSAS	2. Durante el proyecto se deberá de escoger un producto que permita la adherencia adecuada, asegurarse de no haber filtraciones.			
CAUSA DIRECTA: Esfuerzo rasante, por variaciones dimensionales del acabado (contracción y dilatación), provocado por los cambios de temperatura.	3. En cuanto a la ejecución se deberá de asegurar una porosidad necesaria según pintura, aplicación adecuada con posible capa de adherencia.			
CAUSA INDIRECTA: 1. Falta de mantenimiento constante 2. Envejecimiento del revestimiento	REVOCO:			
GRADO DE AFECTACIÓN	1. Cuando se junta el revoco con otros materiales, como la madera, la arcilla no pega bien; si se encoge demasiado cuando se seca y no se tiene cuidado, se formará una grieta en la junta. Por eso es conveniente tapar la madera o junta con tela de saco o cañizo (grapada), para evitar este tipo de lesiones.			
MODERADO	EVIDENCIA FOTOGRÁFICA			
UBICACIÓN	2. Implementación de mallas regirizadoras cuando el espesor del revoque es mayor a 2 cms, cuando existe falta de rugosidad en el soporte.			
Esta lesión se identifica en todos los muros de la estructura.				

Figura 17

Ficha Técnica N°3 Desprendimiento de Acabado por Elemento.

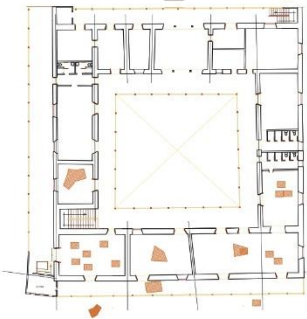
 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA		No. FICHA: 3 DE 6	FECHA DE ELABORACIÓN: 20 DE ABRIL 2022	TIPO DE LESIÓN: DESPRENDIMIENTO DE ACABADO POR ELEMENTO	PROYECTO: CASA INGLESA DE AMBALEMA-TOLIMA
LESIÓN MECÁNICA:		DIAGNÓSTICO:			
LESIÓN		Desprendimiento de acabados por elementos (baldosas), estos desprendimientos se presentan de manera local. Se generan debido al gran deterioro que presenta la vivienda, la falta de mantenimiento de la estructura, y por contracciones y dilataciones producidas por la separación entre el mortero y la baldosa.			
PRIMARIA: Fisura SECUNDARIA: Rotura del elemento unitario					
CAUSAS					
CAUSA DIRECTA: Esfuerzo rasante (contracción y dilatación), producida por la separación entre el mortero y la baldosa, ocasionada por unión mecánicamente débil. CAUSA INDIRECTA: Unión mecánicamente débil.					
GRADO DE AFECTACIÓN		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA			
LEVE					
UBICACIÓN		 			
Esta lesión mecánica se identifica en más del 50% del piso de la estructura en estudio, tanto en el área exterior como interior.		RECOMENDACIONES Y REPARACIONES: 1. Si se trabaja sobre arena, se deberá colocar algún tipo de geotextil que impida que crezcan las raíces de vegetación. 2. Para fijar las baldosas, se podrá utilizar también el cemento que es un material de capa gruesa. 3. Se recomienda hacer uso de juntas de colocación o crucetas las cuales van a evitar las deformaciones dadas por la tensión y la dilatación entre las baldosas. 4. Antes de rellenar las juntas, se debe limpiar bien los huecos y eliminar cualquier resto del material de agarre o suciedad que impida que el relleno se adhiera bien. 5. Realizar el trabajo bajo buenas condiciones ambientales, sin lluvias ni fuertes vientos. 6. Para completar espacios restantes, lo más probable es tener que recortar algunas baldosas para ellos se podrá usar una amoladora o un cortador manual de cerámica.			

Figura 18

Ficha Técnica N°4 Suciedad por depósito.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	No. FICHA: 4 DE 6	FECHA DE ELABORACIÓN: 20 DE ABRIL 2022	TIPO DE LESIÓN: SUCIEDAD POR DEPOSITO	PROYECTO: CASA INGLESA DE AMBALEMA-TOLIMA
LESIÓN FÍSICA:	DIAGNÓSTICO:			
LESIÓN	Ensuciamiento por deposito, se debe a la acumulación de partículas contaminantes como heces de animales, viento, agua y textura y geometría de la fachada.			
PRIMARIA:Manchas				
SECUNDARIA:Pudrición de elementos estructurales y no estructurales.				
CAUSAS				
CAUSA DIRECTA: Organismos vivos (quirópteros, xilófagos, roedores) y agentes climáticos.				
CAUSA INDIRECTA: Textura y geometría de la fachada				
GRADO DE AFECTACIÓN				
LEVE				
UBICACIÓN	EVIDENCIA FOTOGRÁFICA			
Se evidencia churretones y manchas producidas por organismos vivos en la mayor parte de los muros, tanto interiores como exteriores.				
	RECOMENDACIONES Y REPARACIONES: 1. Aplicación de protectores químicos que eviten la aproximación de organismos vivos y que sirva como aislante para los agentes atmosféricos. se pueden utilizar herbicidas como: • Inorgánicos: hipoclorito de sodio (lavandina); - peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) • Orgánicos: sales de amonio cuaternario 2. De igual forma se deberá realizar un mantenimiento periódico e implementar colores más oscuros. 3. Realizar una limpieza utilizando la espátula para el desprendimiento de las heces, también se emplea agua y cepillo que permita separar estas partículas enunciantes adheridas a la madera y a la pintura.			

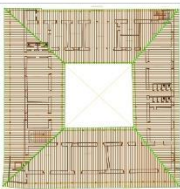
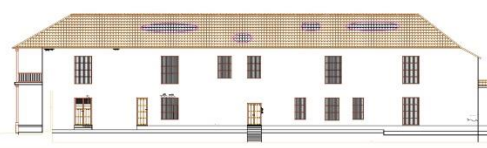
Figura 19

Ficha Técnica N°5 Fisuras y grietas.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	No. FICHA: 5 DE 6	FECHA DE ELABORACIÓN: 20 DE ABRIL 2022	TIPO DE LESIÓN: FISURAS Y GRIETAS	PROYECTO: CASA INGLESA DE AMBALEMA-TOLIMA
LESIÓN MECANICA:	DIAGNÓSTICO:			
LESIÓN	Manifestación de grietas debido a la no realización de un diseño adecuado, implementando ubicaciones erróneas de aberturas las cuales facilitan la presencia de fisuras y grietas, así mismo, se evidenció la actuación de sobrecargas en la estructura que provocan aberturas incontroladas en el elemento.			
PRIMARIA:Fisuras	RECOMENDACIONES Y REPARACIONES:			
SECUNDARIA:Grietas con anchos de 0 a 30 cm y con largos 0 a 100 cm.	1.Se recomienda que cuando se presenta el avance de grietas se debe de realizar un refuerzo más profundo en el área por medio de apuntalamientos que permitirán que dicha área de la estructura no colapse y que por medio de estos elementos se transmitan las cargas que el muro no pudo soportar.			
CAUSAS	2.Con el fin de realizar estructuras en adobe que puedan responder a sismos se propone:			
CAUSA DIRECTA:Sobrecargas en Elementos poco resistentes	2.1 la disminución de masas.			
CAUSA INDIRECTA:	2.2 Proporcionar un diafragma rígido con adecuadas conexiones a los muros perimetrales.			
1. Diseño no idoneo de ubicación de aberturas muy cercas de las esquinas. 2. falta de un diafragma rígido y adecuadas conexiones de éste con los muros de soporte en el plano de los entrepisos, la cual podría garantizar las cargas horizontales sean absorbidas.	2.3.Generar capacidad a la flexión de los muros estructurales principales de la edificación.			
GRADO DE AFECTACIÓN	EVIDENCIA FOTOGRÁFICA			
GRAVE	3.En cuanto al refuerzo vertical se puede implementar malla de refuerzo o colocar caña tipo madura y seca,de igual manera esta debera anclada a la cimentacion y fijado a la solera superior.			
UBICACIÓN	Esta patologia se evidencia en muros aledaños al acceso del segundo piso.(rectoria).			

Figura 20

Ficha Técnica N°6 Humedad por filtración.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	No. FICHA: 6 DE 6	FECHA DE ELABORACIÓN: 20 DE ABRIL 2022	TIPO DE LESIÓN: HUMEDAD POR FILTRACIÓN	PROYECTO: CASA INGLESA DE AMBALEMA-TOLIMA
LESIÓN FÍSICA:	DIAGNÓSTICO:			
LESIÓN	Esta lesión se presenta, debido a que la cubierta de la vivienda se encuentra averiada, ya que algunos elementos que la componen se han desgastado y fracturado, ocasionando orificios que permiten la entrada de aguas lluvias. Esto ha provocado que lo entresijos compuesto por madera y los cielos rasos elaborados en madera triplex se dañen ocasionando un desgaste precipitado lo que provoca el colapso de estos.			
PRIMARIA: Manchas y pérdidas de las propiedades físicas en la madera y esterilla de guadua; también se presenta soplamiento de este material.	RECOMENDACIONES Y REPARACIONES:			
SECUNDARIA: Pérdida de propiedades físicas, aparición de hongos y fractura de este material.	1. Realizar mantenimientos periódicos para ejecutar sellamientos a la madera, evitando el deterioramiento de esta. 2. Para el cielo raso es importante utilizar el cartón tenga el mismo grosor al ya utilizado, también utilizar elementos que produzcan aleación en el techo como lana de poliéster o de otros materiales que permitan salvaguardar el cielo raso. 3. Se recomienda que a la hora de realizar cubiertas estos queden en dos aguas, asimismo realización de aleros con una pendiente 15 a 30% y una longitud mínima de 0,50 cm con el fin de que los muros presenten humedades de tipo filtración por causa de aguas lluvias.			
CAUSAS	 			
CAUSA DIRECTA:	Humedad por filtración			
CAUSA INDIRECTA:	Falta de mantenimiento y descomposición de la cubierta			
GRADO DE AFECTACIÓN	EVIDENCIA FOTOGRÁFICA			
GRAVE	 			
UBICACIÓN	Esta lesión se presenta en la cubierta de la vivienda.			



6.3.7 Descripción de la Patología más Relevante en el Paciente

Durante el desarrollo de la inspección técnica se evidenció que la vivienda presenta afectaciones en la cubierta y la ausencia de tejas de barro, lo cual ha permitido la penetración del agua de lluvia, provocando humedades en la estructura de soporte de la cubierta, así como la promulgación o apertura de lesiones como:

- Descomposición de perfiles, presentando pudrición blanda, debido a que las piezas se han encontrado durante largo periodo de tiempo expuestas a aguas lluvias.
- Lesiones por origen biótico, a lo que se hace referencia a organismos xilófagos, hallándose orificios en las piezas estructurales y restos de madera en forma pulverulenta.
- Rotura en el material de cubrición, permitiendo entrada de agua lluvia al interior de la estructura, afectando la estructura de la cubierta.
- Separación de fibras en el sentido longitudinal de los elementos estructurales.

6.3.8 Clasificación y Origen de las Patologías

Se desarrollaron fichas técnicas las cuales permiten evidenciar el origen y clasificación de las lesiones que presenta la estructura (Figuras 15-20).

6.3.9 Datos Generales del Entorno

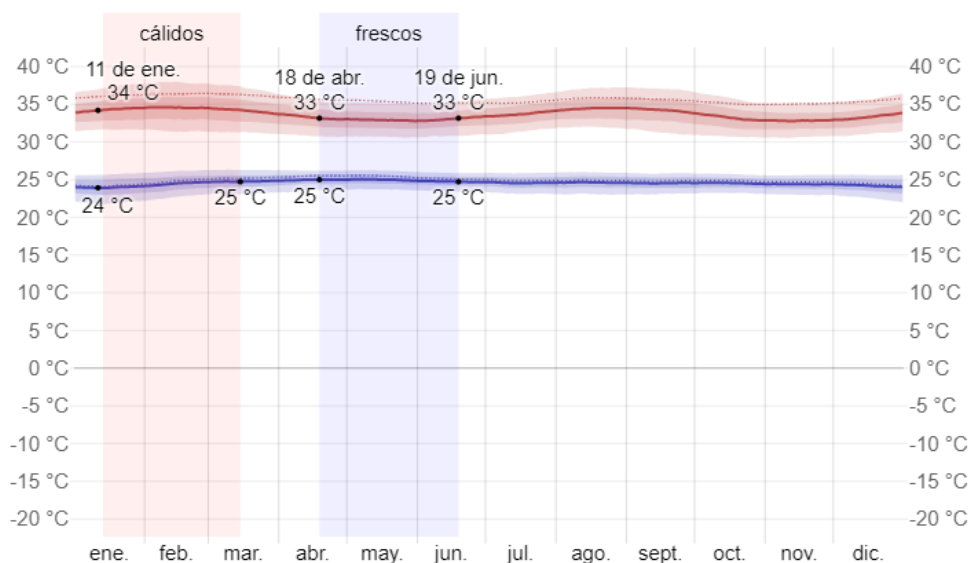
6.3.9.1 Edificaciones u Obras Vecinas: La estructura no cuenta con edificaciones cercanas.

6.3.9.2 Medio Ambiente: El municipio de Ambalema se caracteriza por un ambiente de veranos largos y cálidos. Los inviernos son cortos, mojados y nublados en todo momento. De acuerdo a la clasificación climática de Caldas-Lang, el clima en la zona urbana de Ambalema es semiárido (Corporación Autónoma Regional del Tolima [CORTOLIMA], 2022).

6.3.9.3 Temperatura: la temperatura promedio anual registrada por la estación El Salto, ubicada dentro de la poligonal urbana de la cabecera municipal de Ambalema (aproximadamente a 0,5 km de la Casa Inglesa), es de 27,5 grados Celsius (periodo 1985-2005). Presenta una temperatura máxima promedio de 34 grados Celsius y mínima de 25 grados Celsius (Figura 21) (Cedar Lake Ventures, Inc., 2022).

Figura 21

Temperatura máxima y mínima promedio en Ambalema.

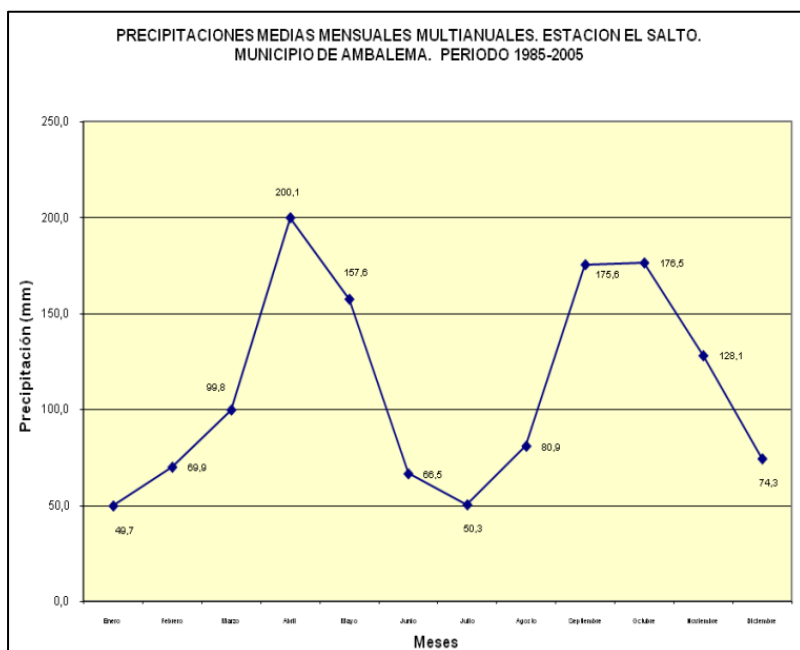


Nota. Adaptado de *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Ambalema*, por Cedar Lake Ventures, Inc., 2022, Weather Spark (<https://es.weatherspark.com/y/23328/Clima-promedio-en-Ambalema-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>).

6.3.9.4 Precipitaciones: según datos del IDEAM, la estación climática “El Salto”, ubicada aproximadamente a 0,5 km de la Casa Inglesa, registra una precipitación media multianual de 1329,5 mm, con un máximo de 1967,8 mm y un mínimo de 930,4 mm (periodo 1985-2005). Los meses de mayor precipitación corresponden a abril (promedio de 200,1 mm) y septiembre-octubre (176 mm), mientras que los mas secos a enero (40,7 mm) y julio (50,3 mm) (Figura 22).

Figura 22

Gráfico de precipitaciones medias mensuales multianuales de la estación El Salto (1985-2005)



Nota. Adaptado de *POMCA Rio Lagunilla*, por Corporación Autónoma Regional del Tolima [CORTOLIMA], 2022, Cortolima (https://cortolima.gov.co/images/POMCA/POMCA_rio_lagunilla/ANEXOS/ANEXO_1._CLIMA.pdf).

6.3.9.4 Nivel Freático y Escorrentías: La presencia de agua en la edificación y la consecuente aparición de lesiones asociadas a elementos del clima, está determinada por factores condicionantes de la zona, como la lluvia, humedad, brillo solar, el nivel freático, la escorrentía y los vientos, en tal sentido es importante conocer cada uno de estos valores para el sitio de emplazamiento de la construcción.

Lluvia: como se mencionó en el apartado de precipitaciones, los meses mas lluviosos corresponden a abril, septiembre y octubre y los más secos julio, diciembre y enero.

Humedad: De acuerdo al Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio Ambalema, los registros medios interanuales de humedad son del 70%, máxima del 82% y mínima del 51%. El índice de humedad calculado en el alcance hídrico de la estación El Salto es de 31,7 lo que permite clasificar el clima como semiseco. Según



el portal Weather Spark (2022), el período más húmedo del año dura 9,6 meses (23 de septiembre al 11 de julio), y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 59 % del tiempo (Figura 23). De acuerdo al portal, el nivel de comodidad de la humedad es con base en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo; cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. El mes con más días bochornosos en Ambalema es mayo, con 27,8 días y el mes con menos días bochornosos en Ambalema es agosto, con 15,3 días (*Cedar Lake Ventures, Inc., 2022*).

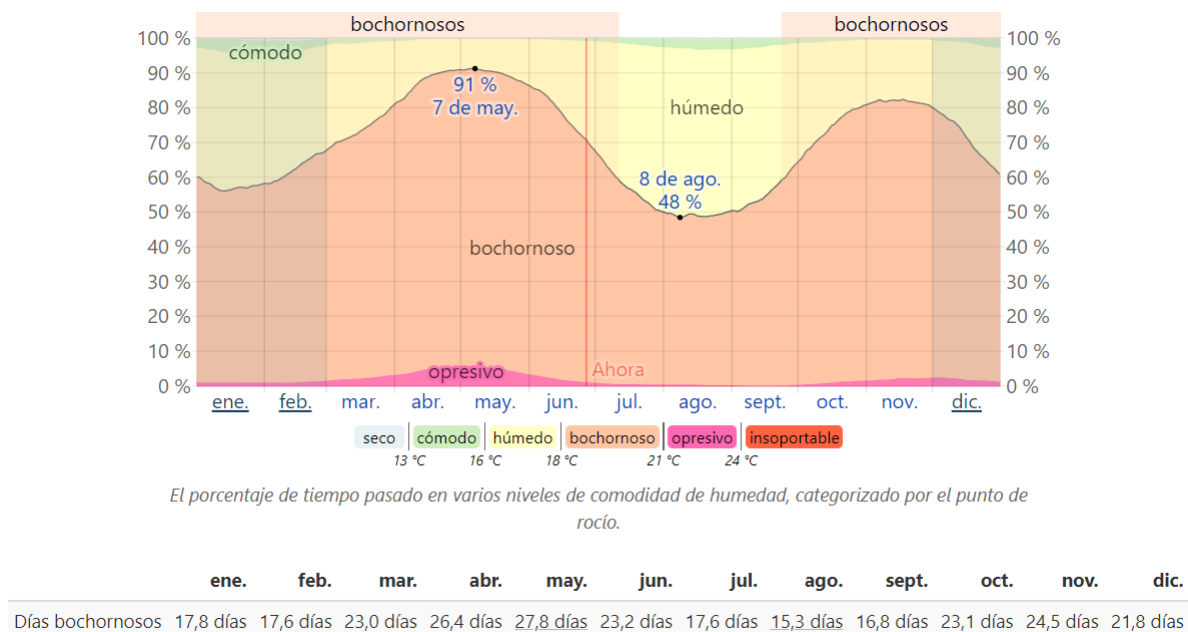
Brillo solar: Los valores totales anuales de brillo solar promedio es de 2.239,7 horas con una máxima de 256,1 horas en el mes de julio y mínima de 110,1 horas en el mes de enero (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

Nivel freático: el área de Ambalema se encuentra localizada en el Valle Medio del Magdalena sobre un relleno aluvial entre las cordilleras Oriental y Central, influenciando a las formaciones acuíferas de las zonas planas de la cuenca del río Magdalena, siendo constantemente modelada por el río Magdalena y sus afluentes, depositando sedimentos de gruesos a finos dependiendo las condiciones ambientales de la cuenca (*Ruiz & Martinez, 2015*). El área urbana está emplazada sobre unidades hidrogeológicas superficiales del cuaternario reciente, conformados por gravas, arenas finas, limos y arcillas que ocasionalmente se interdigitan con los depósitos aluviales de los ríos Lagunillas, Recio y Venadillo. De acuerdo a mediciones realizadas por Ruiz y Martínez (2015) en aljibes ubicados en la Vereda El Triunfo, los niveles freáticos se encuentran entre 6 y 10 metros de profundidad. En general, el área posee drenajes que van desde buenos hasta muy pobres los cuales son afectados por niveles

freáticos temporalmente profundos en las zonas medias y constantemente someros para zonas cercanas al Valle Medio del Magdalena (**Ruiz & Martinez, 2015**).

Figura 23

Niveles de comodidad de la humedad en Ambalema.



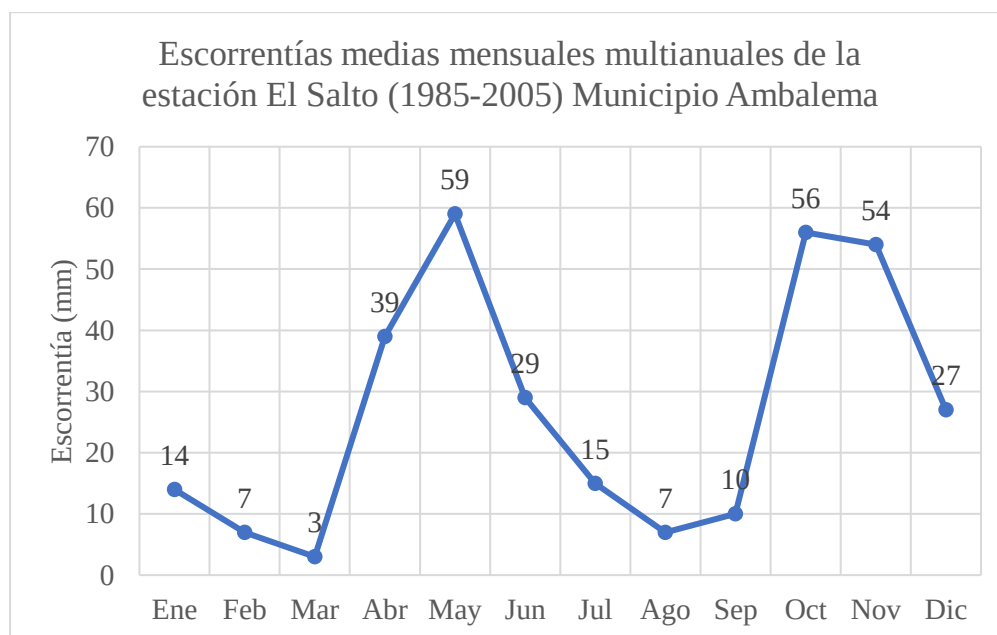
Nota. Adaptado de *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Ambalema*, por Cedar Lake Ventures, Inc., 2022, Weather Spark (<https://es.weatherspark.com/y/23328/Clima-promedio-en-Ambalema-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>).

Escorrentía: de acuerdo al balance hídrico realizado para la estación El Salto en el POMCA del Río Lagunilla (Tabla 6), la escorrentía promedio anual es de 27 mm, con medias mensuales variables que alcanzan sus mínimos en los meses de febrero, marzo y agosto y los máximos en mayo y octubre (Figura 24).

**Tabla 6***Balance hídrico Estación El Salto (1985-2005)*

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
P	49,7	69,9	99,8	200,1	157,6	66,5	50,3	80,9	175,6	176,5	128,1	74,3	1329,5
EVP	86,6	88,9	85,1	78,6	79	83,2	97	92	88,2	74,3	75,6	80,5	1009
EVR	86,6	88,9	85,1	78,6	79	83,2	97	92	88,2	74,3	75,6	80,5	
Almac.	109,9	90,9	105,6	153	153	136	89,6	78,5	153	153	153	146,8	
Déficit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Exceso	0	0	0	74,1	78,6	0	0	0	12,9	102,2	52,5	0	320,3
Índice de aridez							0						
Índice de humedad							31,7						
Factor de humedad							31,7						
Escorrentía	14	7	3	39	59	29	15	7	10	56	54	27	27

Nota. Datos obtenidos del POMCA Rio Lagunilla (2022). Los valores de P (precipitación), EVP (evaporación potencial), EVR (evaporación real), Almac. (almacenamiento) y Escorrentía, se expresan en mm.

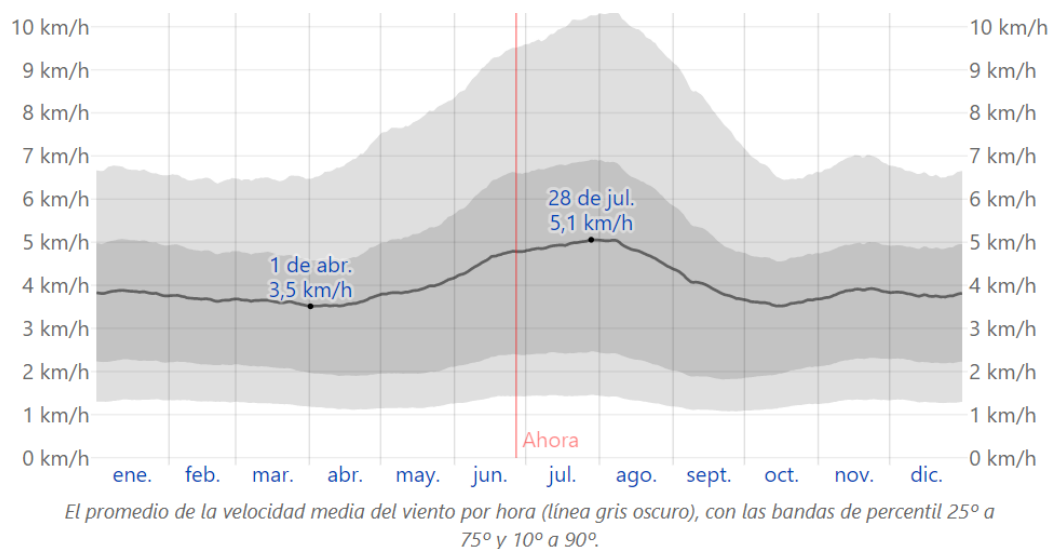
Figura 24*Gráfico de escorrentía media mensual multianual de la Estación El Salto (1985-2005)*

Viento: Según el portal Weather Spark (2022), la velocidad promedio del viento por hora en Ambalema no varía considerablemente durante el año y permanece en un margen de

más o menos 0,8 kilómetros por hora de 4,3 kilómetros por hora (Figura 25). El viento con más frecuencia viene del sur durante 5,9 meses (7 de abril al 4 de octubre), con un porcentaje máximo del 79 % el 30 de julio, y el resto del año viene del norte durante 6,1 meses (4 de octubre al 7 de abril), con un porcentaje máximo del 68 % el 1 de enero (Cedar Lake Ventures, Inc., 2022).

Figura 25

Velocidad promedio del viento en Ambalema



	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Vel. del viento (kph)	3.8	3.7	3.6	3.6	3.9	4.6	4.9	4.8	3.9	3.6	3.8	3.8

Nota. Adaptado de *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Ambalema*, por Cedar Lake Ventures, Inc., 2022, Weather Spark (<https://es.weatherspark.com/y/23328/Clima-promedio-en-Ambalema-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>).

6.3.10 Arquitectura (Descripción General)

6.3.10.1 Estilo Arquitectónico: La estructura en estudio cuenta con un área de 17.000 m², construida en dos plantas con materiales constructivos de tierra pisada. Su entrepiso está constituido por madera y esterilla, los techos están edificados mediante maderas rotondas y rollizas y tejas de barro, puertas y ventanas de madera y acero, con un estilo basado en la arquitectura inglesa.



6.3.10.2 Contexto Histórico: fue construido a finales del siglo XVIII por un gremio de cosecheros, para así poder subir el precio al producto. Este edificio fue el único de la época colonial dedicado a la comercialización del Tabaco en el municipio de Ambalema y también una de las pocas construcciones representantes de la época en el Norte del Tolima. Fue construida para fines industriales de producción, cosecha, tratamiento y almacenamiento, empaque y transporte del tabaco, así como para el funcionamiento de oficinas, áreas de trabajo y cenetes en la primera planta y en el área del segundo piso implementada para dormitorios del personal administrativo y el alojamiento de personalidades que se dedicaban al comercio de la hoja.

6.3.10.3 Monumento de Conservación: Debido a la importancia que presentó la casa inglesa, no solo en el ámbito comercial si no cultural, fue declarada bien de interés cultural en 1980 mediante el decreto 776 expedido por el consejo de monumentos nacionales, en razón de su uniformidad y por ser un caso singular en el contexto suramericano.

6.3.10.4 Materiales, sistema constructivo, proceso constructivo (técnico y tecnológico): El sistema constructivo implementado en la vivienda es de muros estructurales confinados, los cuales han resistido fuerzas horizontales provocadas por sismos o viento, así mismo soporta cargas verticales referentes al propio peso de la estructura y cargas vivas. Esta estructura fue construida utilizando técnicas tradicionales como la tapia pisada, bahareque y esterilla, así como materiales de madera para la estructura de la cubierta, entrepisos, puertas y ventanas. En la zona de la cubierta se utilizaron maderas redondas, esterilla y tejas de barro. Es importante mencionar que algunas habitaciones en la planta baja cuentan con cielos rasos de icopor, pero estos presentan daños por la humedad. Debido a la época en que fue construida, esta vivienda no sigue un sistema constructivo en particular.



6.3.11 Estructura-descripción general

Estas edificaciones patrimoniales se construyeron siguiendo ciertos parámetros arquitectónicos, funcionales y estructurales, sin embargo, para la época no existían normativas que garantizaran su seguridad ante desastres naturales, ni se consideraba un periodo de vida útil y tampoco se proyectaba el uso futuro de la vivienda, factores que actualmente son de gran importancia al momento de diseñar y construir una vivienda.

De acuerdo a los antecedentes de la casa inglesa, esta estructura presentó modificaciones de uso, implementándose como oficinas, áreas de trabajo y canetes en la primera planta y en el segundo piso los dormitorios del personal administrativo y el alojamiento de personalidades que se dedicaban al comercio de la hoja. Lo anterior generó cambios en las cargas de servicio, provocando deformaciones impuestas por estas y deformaciones en los materiales. Así mismo, con los años, estos materiales han sufrido daños debido a factores biológicos, cambios de temperatura, ciclos de humedad y degradación fisicoquímica.

6.4. Diagnóstico

6.4.1. Lesiones Externas (Fachada)

6.4.1.1. Desprendimientos:

Desprendimiento de acabado continuo:

- **Tipo de Lesión:** Mecánica
- **Diagnóstico:** Desprendimiento de acabados continuos (pintura y revoco), localmente (Figuras 26 y 27).
- **Lesión Primaria:** Abombamiento de pintura.
- **Lesiones Secundarias:**
 - Desgaste del acabado continuo por secciones
 - Desprendimiento total del acabado

- **Causas:**

- Directa: Agentes climáticos (sol y agua).
- Indirectas:
 - Mal proceso constructivo
 - Falta de mantenimiento constante
 - Envejecimiento del revestimiento

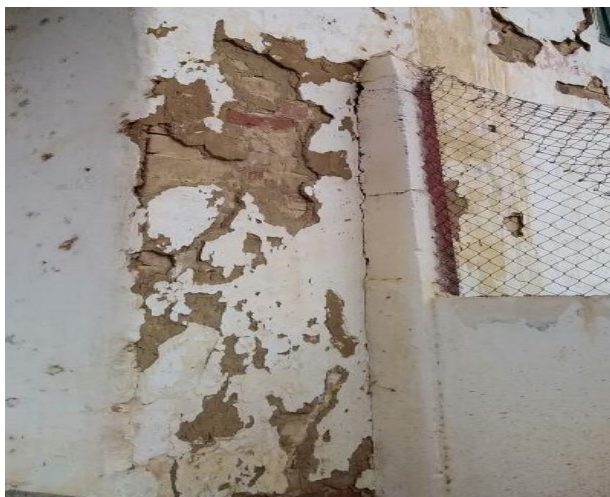
Figura 26

Desprendimiento de acabado continuo en fachada.



Figura 27

Desprendimiento del recubrimiento (revoque) en fachada.



Desprendimiento de acabado por elementos:

- **Tipo de Lesión:** Mecánica

- **Diagnóstico:** Desprendimiento de acabados por elementos (baldosas) (Figura 28). Estos desprendimientos se presentan de manera local; se generan debido al gran deterioro que presenta la vivienda, la falta de mantenimiento de la estructura, y por contracciones y dilataciones producidas por la separación entre el mortero y la baldosa.
- **Lesión Primaria:** Fisura.
- **Lesión Secundaria:** Rotura del elemento unitario.
- **Causas:**
 - Directa: Esfuerzo rasante (contracción y dilatación), producida por la separación entre el mortero y la baldosa, ocasionada por unión mecánicamente débil.
 - Indirecta: Unión mecánicamente débil.

Figura 28

Desprendimiento de baldosas.



6.4.1.2. Suciedad:

Suciedad por depósito:

- **Tipo de Lesión:** Física

- **Diagnóstico:** se debe a la acumulación de partículas contaminantes como heces de animales, viento, agua, (Figura 29) así como a la textura y geometría de la fachada.
- **Lesión Primaria:** Manchas en muros, vigas y columnas.
- **Lesión Secundaria:** Pudrición de elementos estructurales y no estructurales.
- **Causas:**
 - Directa: Organismos vivos (quirópteros, xilófagos, roedores) y agentes climáticos (Figura 30).
 - Indirectas: Textura y geometría de la fachada.

Figura 29

Ensuciamiento por depósito.



Figura 30

Suciedad debido a la presencia de quirópteros (izq.) y acumulación de partículas en el entrepiso debido a xilófagos (der)..



6.4.1.3. Fisuras y Grietas:

- **Tipo de Lesión:** Mecánica
- **Diagnóstico:** Manifestación de grietas debido a la no realización de un diseño adecuado, implementando ubicaciones erróneas de aberturas. Así mismo, se evidencio la actuación de sobrecargas en la estructura que provocan aberturas incontroladas en el elemento.
- **Lesión Primaria:** Fisuras (Figura 31)
- **Lesión Secundaria:** Grietas con anchos de 0 a 30 cm y con largos 0 a 100 cm.
- **Causas:**
 - Directa: Sobrecargas en elementos poco resistentes
 - Indirectas:
 - Diseño no idóneo de ubicación de aberturas muy cercas de las esquinas.

- Falta de un diafragma rígido y adecuadas conexiones de éste con los muros de soporte en el plano de los entrepisos, la cual podría garantizar las cargas horizontales sean absorbidas

Figura 31

Fisura en el muro.

**Figura 32**

Presencia de grieta que está generando la separación del muro.



6.4.1.4. Oxidación y Corrosión:

- **Tipo de Lesión:** Química
- **Diagnóstico:** Presencia de oxidación y corrosión en materiales constituidos por elementos metálicos (Figura 33).
- **Lesión Primaria:** Aparición de patinas.
- **Lesión Secundaria:** Pérdida del material.
- **Causas:**
 - Directa: Contaminación ambiental, Humedad
 - Indirecta: Incompatibilidad de materiales (no se utilizó ningún material anticorrosivo).

Figura 33

Ventanas con refuerzos metálicos.



6.4.1.5. Humedades:

- **Tipo de Lesión:** Física
- **Tipología:** Humedad por filtración
- **Diagnóstico:** la cubierta presenta aberturas en las juntas de las tejas; también el colapso de diferentes tejas que provocaron que la vivienda quedara a la intemperie y que se facilitara la entrada incontrolada del agua (Figura 34).

- **Lesión Primaria:** Humedad
- **Lesión Secundaria:** Pérdida y descomposición del material (esterilla de guadua y madera).
- **Causas:**
 - Directa: Agua de lluvias.
 - Indirecta:
 - Falta de mantenimiento periódicamente.
 - Defecto de diseño.

Figura 34

Humedades en la madera del entrepiso.



6.4.1.6. Erosión:

- **Tipo de Lesión:** Física
- **Diagnóstico:** Se genera erosión a causa del agua que se filtra desde el tejado hacia los muros de la estructura provocando que el material por sus características la absorba y se estanque en puntos fijos, dañando íntegramente el material constructivo (Figura 35).
- **Lesión Primaria:** Desgaste y deterioro del material.

- **Lesión Secundaria:** Pérdida total del acabado.
- **Causas:**
 - Directa: Agua (Lluvias), Esfuerzos mecánicos.
 - Indirecta:
 - Condiciones de uso que no fueron previstas.
 - Falta o inadecuado mantenimiento constante.

Figura 35

Erosión en la parte inferior del muro.



6.4.2. Lesiones Internas

6.4.2.1. Desprendimientos:

- **Tipo de Lesión:** Mecánica.
- **Diagnóstico:** Se evidencia la separación del material de acabado continuo como la del revoque, dejando al desnudo el soporte al cual esta adherido. En la Figura 36 se evidencia un desprendimiento de una longitud de 1.30 m de ancho y 0.90 m de largo dejando a la intemperie el material constructivo; en la

Figura 37, se observa que se ha perdido más del 50% del material y que requiere de una intervención inmediata.

- **Lesión Primaria:** Entramado (se presenta por una sobrecarga, conllevando a que el revestimiento no se rompe de una vez, pero forma fisuras horizontales y verticales).
- **Lesión Secundaria:** Desprendimiento del acabado y del revoco.
- **Causas:**
 - Directa: Agua y sobrecargas.
 - Indirecta: Antigüedad del material y mal uso continuo.

Figura 36

Desprendimiento de gran parte del muro.



Figura 37

Desprendimiento del material de acabado y parte del revoque.



6.4.2.2. Ensuciamiento:

Por lavado diferencial:

- **Tipo de Lesión:** Física.
- **Diagnóstico:** Diversas son las partículas ensuciantes que se presentan en la construcción; en este caso se encuentra un ensuciamiento por lavado diferencial debido a los diferentes churretones que se encuentran dentro de la vivienda después de fuertes lloviznas frecuentes (Figura 38).
- **Lesión Primaria:** Churretones en los muros.
- **Lesión Secundaria:** Debilitamiento y soplamiento del acabado
- **Causas:**
 - Directa: Agentes climáticos (lluvias).
 - Indirectas: Disposición de materiales porosos.

Figura 38

Churretones en el interior de la vivienda.



Por depósito:

- **Tipo de Lesión:** Física.

- **Diagnóstico:** Diversas son las partículas ensuciantes por deposito que se presentan en la construcción, debido a organismos vivos, en esta estructura se observa la presencia de roedores y quirópteros (Figura 39).
- **Lesión Primaria:** Manchas en materiales estructurales y no estructurales.
- **Lesión Secundaria:** Debilitamiento del acabado
- **Causas:**
 - Directa: Organismos vivos.
 - Indirectas: Deficiencia en la selección de materiales constructivos (madera) que atraen organismos vivos.

Figura 39

Ensuciamiento en plataformas y muro.



6.4.2.3. Organismos:

- **Tipo de Lesión:** Química.
- **Diagnóstico:** Debido a la antigüedad de la estructura y al abandono que presenta, se ha convertido en hábitat de diversos organismos (hongos, polilla, roedores, quirópteros) que afectan elementos estructurales, contribuyendo al debilitamiento de la estructura (Figuras 40 y 41).

- **Lesión Primaria:** Hongos, cambio de color del muro en la madera, ensuciamientos por heces de quirópteros y apolillamiento.
- **Lesión Secundaria:** Debilitamiento de la madera, perdiendo sus propiedades mecánicas y embobamiento del revoque.
- **Causas:**
 - Directas:
 - Filtraciones de agua (hongos).
 - Organismos (termitas)
 - Indirecta: Falta de mantenimiento.

Figura 40

Hongos producidos por la humedad (izq) y lesiones producidas por organismos vivos (der).

**Figura 41**

Presencia de quirópteros en los entrepisos (izq) y suciedad por depósito provocada por heces de quirópteros.



6.4.2.4. Fisuras y Grietas:

- **Tipo de Lesión:** Mecánica.
- **Diagnóstico:** Manifestación de grietas debido a la no realización de un diseño adecuado, implementando ubicaciones erróneas de aberturas. Así mismo, se evidencio la actuación de sobrecargas en la estructura que provocan aberturas incontroladas en el elemento.
- **Lesión Primaria:** Aberturas en la superficie del elemento.
- **Lesión Secundaria:** Grietas (Figura 42).
- **Causas:**
 - Directas: Sobrecargas en elementos poco resistentes
 - Indirectas:
 - Diseño no idóneo, ubicando aberturas muy cercas de las esquinas.
 - Falta de un diafragma rígido y adecuadas conexiones de éste con los muros de soporte en el plano de los entrepisos, la cual podría garantizar que las cargas horizontales sean absorbidas.

Figura 42

Grietas en zonas superior e inferior del muro (izq) y detalle de grieta en zona inferior (der).



6.4.2.5. Humedad:

Humedad por filtración:

- **Tipo de Lesión:** Física.
- **Diagnóstico:** Esta lesión se presenta, debido a que la cubierta de la vivienda se encuentra averiada, ya que algunos elementos que la componen se han desgastado y fracturado, ocasionando orificios que permiten la entrada de agua de lluvia. Esto ha provocado que lo entrepisos compuesto por madera y los cielos rasos elaborados en madera tríplex se dañen ocasionando un desgaste precipitado y su posterior colapso (Figuras 43 y 44).
- **Lesión Primaria:** Manchas y pérdidas de las propiedades físicas en la madera y esterilla de guadua. También se presenta soplamiento de este material.
- **Lesión Secundaria:** pérdida de propiedades físicas, aparición de hongos y fractura de este material.
- **Causas:**
 - Directa: Humedad por filtración.
 - Indirectas: Falta de mantenimiento y descomposición de la cubierta.

Figura 43

Desprendimiento de cielo raso en icopor.

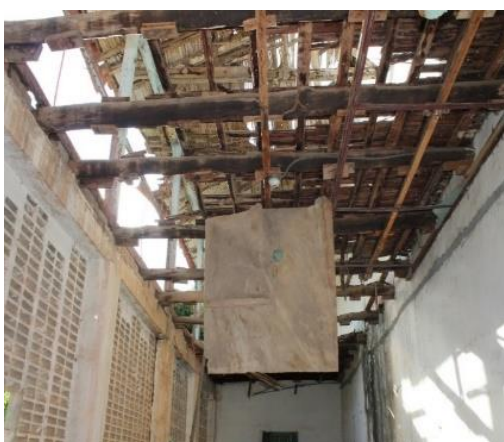


Figura 44

Desprendimiento de material de esterilla del entrepiso (izq) y humedad y manchas en cielo raso de icopor (der).

***Humedad accidental:***

- **Tipo de Lesión:** Física.
- **Diagnóstico:** se presenta como consecuencia de la rotura de tuberías; en este caso se evidencia que las redes de distribución de agua presentan corrosión y oxidación lo que ocasiona la fractura de estas, provocando que elementos como entrepiso y muros se vean afectados (Figura 45).
- **Lesión Primaria:** Humedad.
- **Lesión Secundaria:** manchas de humedad en forma de nube nuclear.
- **Causas:**
 - Directa: Oxidación y corrosión.
 - Indirectas: Falta de mantenimiento.

Figura 45

Humedad accidental en el entrepiso (izq) y en muro (der).



6.4.3. Lesiones en Cubierta

6.4.3.1. Desprendimientos:

- **Tipo de Lesión:** Física.
- **Diagnóstico:** Desprendimiento del tejado debido a que no se ha realizado un mantenimiento periódico. Por otra parte, los materiales de adherencia han perdido sus propiedades lo que genera que las tejas se despeguen y que colapse toda la cubierta de la vivienda (Figuras 46 y 47).
- **Lesión Primaria:** Tejas fracturadas.
- **Lesión Secundaria:** Caída de tejas.
- **Causas:**
 - Directa: Pérdida de las propiedades mecánicas de los materiales y agentes atmosféricos.
 - Indirecta: Condiciones de uso que no fueron estimadas y falta de mantenimiento.

Figura 46

Desprendimiento de tejas de barro en el área exterior de la vivienda.

**Figura 47**

Ausencia de cubierta en la zona frontal de la vivienda (izq) y daños en cubierta (der).





7. Estudio geológico y de vulnerabilidad sísmica

7.1 Ubicación Geográfica

El municipio de Ambalema se encuentra localizado al Nororiente del Departamento del Tolima, en la región central de Colombia. La cabecera Municipal se ubica al sureste del municipio limitando al este con el Río Magdalena el cual lo separa del Departamento de Cundinamarca (Figura 14). El centroide de la poligonal urbana que conforma la cabecera municipal está localizada en las coordenadas Este: 923845 m., Norte: 1.020.811 m., con una altura sobre el nivel del mar de 241 metros. La Casa Inglesa se ubica específicamente en las coordenadas Este: 923496,4 m., Norte: 1.020.241,5 m.

Ambalema se ubica en la Depresión Interandina del Río Magdalena, específicamente en la unidad fisiográfica conocida como Valle del Magdalena, la cual está rodeada por las Cordilleras Oriental al este y Central al oeste. El área municipal se sitúa en el límite entre las cuencas media y alta de este valle (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

7.2 Geología

El territorio de Ambalema está compuesto por formaciones geológicas que se originaron en el período Terciario, tanto sedimentarias como volcano-sedimentarias. Además, presenta depósitos cuaternarios con diferentes niveles de consolidación, los cuales también tienen un origen volcano-sedimentario y sedimentario. En la Figura 48 (Mapa Geológico) se detallan las unidades geológicas según la información levantada en el Atlas Geológico de Colombia (2015). Desde el punto de vista tectónico, el municipio se ve afectado por las fallas de Honda y Mulatos, las cuales muestran evidencias de actividad en el Pleistoceno, por lo que pueden considerarse como fuentes sismogénicas en el área (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

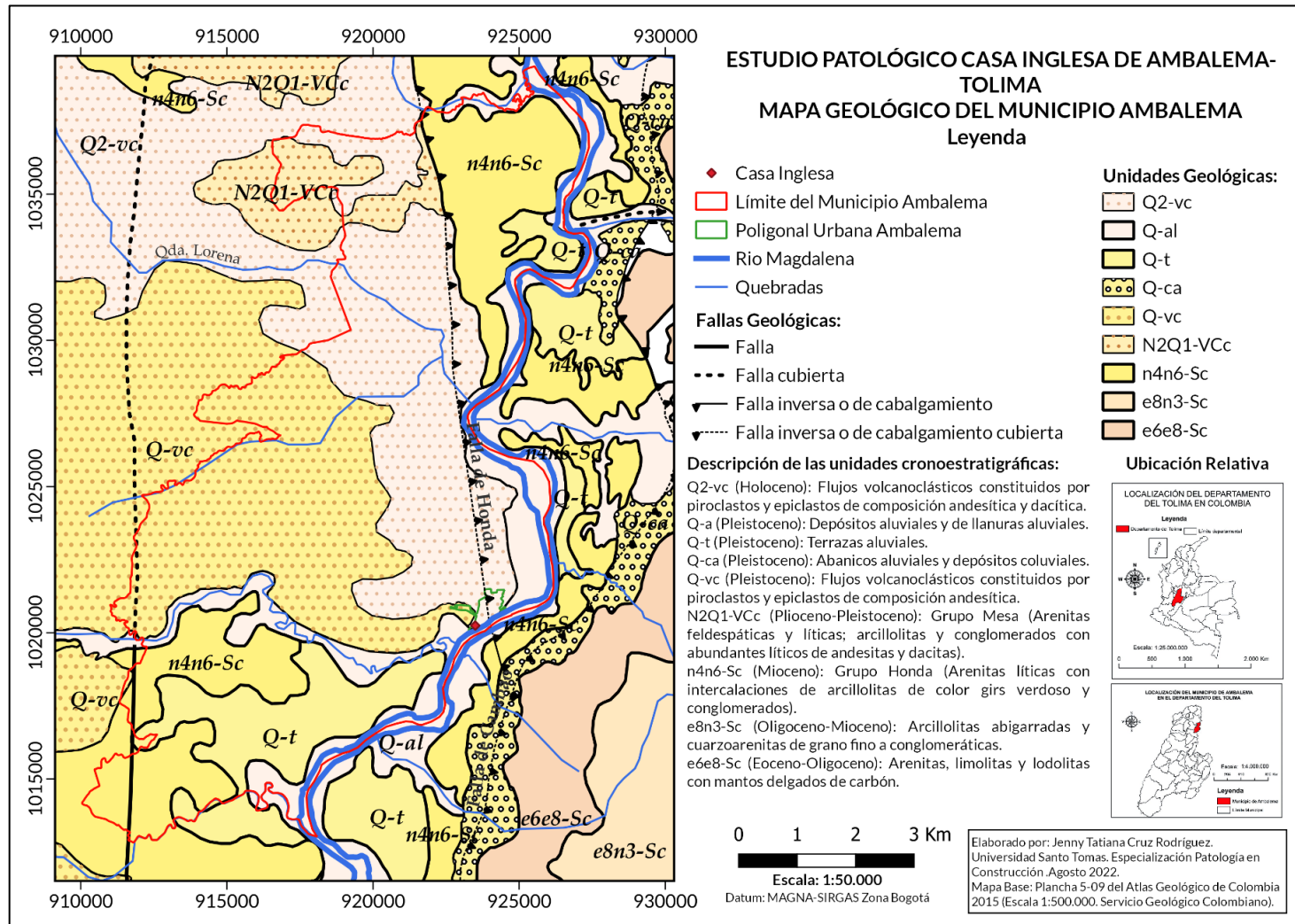
En términos de su historia geológica, se puede decir que durante el período Terciario, se produjo la deposición de sedimentos procedentes de la Cordillera Central en el Valle del



Río Magdalena, lo que dio lugar a la formación de una amplia terraza, la cual con el tiempo se disectó, dando como resultado la apariencia actual de colinas en la región. Las colinas están compuestas por materiales geológicos pertenecientes a los grupos Honda y Mesa, los cuales consisten principalmente en detritos volcánicos de composición andesítica y dacítica, muy susceptibles a la desintegración y a la erosión (Ruiz & Martinez, 2015). Posteriormente, a inicios del Pleistoceno, durante una época de intensa actividad volcánica, se produjo una depositación rápida y caótica de flujos de lodo y conglomerados, los cuales se extendieron en forma de abanico, cubriendo vastas áreas. Esta formación en particular se conoce como el abanico de la Sierra y se extiende hasta cerca de la población de Ambalema, ocupando una parte considerable del territorio municipal. Los materiales presentes en estos abanicos se encuentran muy consolidados y muestran profundas disecciones ocasionadas por las corrientes de agua que discurren de las zonas altas. El Río Magdalena, al oeste, muestra una depositado diferentes niveles de terrazas en su llanura aluvial (Ruiz & Martinez, 2015).

Figura 48

Mapa Geológico del Municipio Ambalema.





7.3 Estratigrafía Regional

Las unidades del Terciario están representadas por el Grupo Honda y el Grupo Mesa, mientras que, como se mencionó anteriormente, los depósitos pleistocénicos a los Abanicos de Lérída y Armero y a depósitos aluviales del Río Magdalena y otros drenajes secundarios.

7.3.1 Grupo Honda (n4n6-Sc) (Mioceno)

Las rocas presentes en esta unidad son principalmente de naturaleza sedimentaria y se encuentran expuestas en diferentes áreas del municipio. Estas rocas forman colinas aisladas entre los sedimentos pleistocénicos. En el mapa geológico se señalan con la nomenclatura utilizada en el Atlas Geológico de Colombia (n4n6-Sc), ocupando el noreste y una franja suroeste del municipio. Los afloramientos de este grupo se presentan al nororiente entre el área de Santuario y el río Magdalena, estando constituida por una secuencia de conglomerados poligénicos, areniscas, limolitas y arcillolitas de varios colores, predominando los tonos grises-amarillentos, pudiendo observarse también algunas secuencias cerca de la cabecera municipal (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

Las areniscas, correspondientes a la litología dominante, se encuentran en estratos con espesores entre 1 y 2 metros, constituidos por fragmentos de roca, cuarzo, plagioclasa y hornblenda; el tamaño de grano predominante es el medio, entre fino y conglomerado. Las rocas poco meteorizadas de esta unidad tienden a ser muy resistentes (Resistencia a la compresión no confinada mayor de 100 MPa), por el contrario, cuando la meteorización es dominante, son moderadamente débiles, es decir, blandas (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004). Las arcillolitas son también de tonos grises y amarillos, con espesores promedio de 1 m intercaladas entre las areniscas. Los conglomerados se encuentran, formando lentes y cuñas, lo que indica que se formaron como rellenos de canal, estando conformados por fragmentos de cuarzo, chert negro y café, lodolitas, areniscas silíceas y algunas rocas ígneas intrusivas. Según las evidencias geológicas los sedimentos que



originaron el Grupo Honda se depositaron en un ambiente aluvial del Terciario (Plioceno) (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

7.3.2 Grupo Mesa (N2Q1V-Cc) (Plioceno-Pleistoceno)

Los afloramientos de esta unidad se encuentran en el área de Santuario, al noroeste del municipio, distinguiéndose por su morfología característica, que consiste en mesetas formando cerros con cimas planas y escarpes o taludes verticales escalonados. Está compuesta por una sucesión de gravas arenosas, areniscas tobáceas y arcillolitas tobáceas. La secuencia predominante muestra tonalidades de gris a blanco, con una consolidación de nivel medio a bajo. Las rocas que conforman esta unidad exhiben una fuerte influencia volcánica, evidenciada por la presencia de niveles tobáceos intercalados y fragmentos de lavas andesíticas y pómez en las gravas y areniscas. Si bien también se encuentran fragmentos de rocas metamórficas, ígneas intrusivas y cuarzo lechoso, su abundancia es menor. Las areniscas son inmaduras y poco consolidadas, de color gris, con granos de tamaño fino a medio y una matriz arcillosa de naturaleza caolinítica, compuestas por fragmentos de roca, cuarzo y pumitas. Los conglomerados presentan una composición polimíctica y son compactos mostrando una selección regular a pobre. Sus componentes principales son cantos y fragmentos subredondeados a subangulares de andesitas, pómez, rocas metamórficas esquistosas, rocas ígneas intrusivas y cuarzo. Los niveles arcillosos están compuestos por material tobáceo de tamaño similar a la ceniza volcánica, con colores que varían de grisáceo a blanco. (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

La estratificación del Grupo Mesa se caracteriza por capas planas, considerablemente gruesas, con dimensiones del orden de metros, con una consolidación limitada y en términos de resistencia se encuentran en el rango de moderadamente débil a débil. (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004). Los estudios geológicos revelan que el Grupo Mesa tiene un origen volcano-sedimentario, originado a partir de la depositación de flujos de lodo y



conglomerados, así como de arenas hiperconcentradas. Estos materiales provienen de erupciones volcánicas de antiguos volcanes del Complejo Ruiz-Tolima, acumulándose durante el Plioceno en el piedemonte oriental de la Cordillera Central, específicamente en el valle actual del Río Magdalena (De Porta, 1974).

7.3.3 Abanico de Lérída y depósitos coluviales (Qca)

Se trata del abanico fluviovolcánico que se extiende a ambos lados del Río Recio, al oeste de Ambalema, en las veredas Chorrillo, Mangón Tajo Medio, Boquerón y Sector Pajonales. Este abanico está compuesto por varios depósitos gruesos de flujos de lodo de origen fluviovolcánico, con un espesor superior a los 80 metros, según los informes de Mojica y otros (1985a). Estos depósitos contienen cantos y bloques de rocas efusivas, pumitas, rocas metamórficas, rocas plutónicas y cuarzo. (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004). Los depósitos de origen volcánico y fluvio-torrencial se encuentran intercalados en la zona; los volcánicos se formaron probablemente debido a erupciones de los antiguos volcanes Nevado del Ruiz y Nevado Santa Isabel, cuyos drenajes dieron origen al Río Recio. Por otro lado, los depósitos fluviales se originaron por eventos hidrológicos intensos, como fuertes lluvias, deshielo o sismos (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

Los cantos y bloques presentes en esta formación tienen tamaños que van desde el rango decimétrico hasta el centimétrico. Varían en forma, siendo algunos angulares y otros subredondeados, y muestran una selección deficiente. Estos fragmentos se encuentran mezclados de manera desordenada con partículas de arcilla, limo, arena, grava y bloques de diferentes tamaños. Los fragmentos líticos son principalmente de composición volcánica, con una menor presencia de rocas ígneas intrusivas y metamórficas, y ocasionalmente cuarzo.



Debido al desarrollo del sistema de drenaje y a la elevación con respecto al nivel actual de erosión del río Magdalena, se estima que las acumulaciones que dieron origen al Abanico de Lérida se formaron en el período Pleistoceno. (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

7.3.4 Terrazas aluviales (Q-t)

Las terrazas aluviales están compuestas por capas de sedimentos no consolidados, incluyendo limo, arena y grava, que forman las áreas planas de los valles aluviales de los ríos Venadillo, Recio, Lagunilla y Magdalena. Estos depósitos se originaron a partir de antiguas acumulaciones aluviales y fluviovolcánicas que han sido esculpidas por las corrientes de agua actuales. Las terrazas son la unidad geológica más extensa en el área del municipio de Ambalema y se formaron durante el período Holoceno, hace aproximadamente 10.000 años.

Las terrazas más extensas se encuentran asociadas a los ríos Recio y Magdalena. En el valle del Río Recio, se pueden observar al menos dos niveles de terrazas con alturas de 1 y 4 metros en relación al nivel medio del agua del río. En el valle del Río Magdalena, existen al menos cuatro niveles principales de terrazas con alturas que varían entre 1 y 9 metros sobre el nivel medio del agua del río Magdalena. La cabecera municipal de Ambalema se encuentra ubicada en algunas de estas terrazas aluviales. (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

7.3.5 Depósitos aluviales (Qal)

Los depósitos aluviales están representados por acumulaciones de gravas y arenas que se encuentran ligeramente por encima de los cauces actuales de los ríos Lagunilla y Recio, donde fueron depositados. La unidad se caracteriza por presentar en su superficie una capa de limoarenosos bien seleccionados con un espesor de hasta 1,5 metros, la cual se encuentra depositada sobre un paquete conglomerático compuesto por una matriz arenolimosa y clastos de hasta 5 centímetros de diámetro. Estos depósitos tienen una expresión geomorfológica



plana a ligeramente plana, formando extensas sabanas que son utilizadas por la comunidad como áreas de cultivo. Por su parte, los depósitos más recientes de los ríos principales consisten en gravas, arenas y en menor proporción arcillas, con una mayor selección y tamaño, y una gran variedad de composición. Morfológicamente, estos depósitos se caracterizan por presentar pendientes planas que se encuentran dentro de las llanuras de inundación (Ruiz & Martinez, 2015).

7.4 Estratigrafía Local

La poligonal urbana que comprende la cabecera municipal de Ambalema está situada sobre depósitos aluviales y rocas sedimentarias del Grupo Honda. Los primeros presentan morfología plana aterrazada conformados por tres niveles, donde la terraza más baja constituye el área de inundación. Las rocas sedimentarias forman una meseta de morfología plana a suavemente ondulada y constituye las partes más elevadas dentro del perímetro urbano. En la zona donde el Río Recio desemboca en el Río Magdalena, se encuentra un depósito que aparentemente se originó a partir de un flujo de lodo (lahar) generado por la erupción del volcán Nevado del Ruiz en 1595 (INGEOMINAS, 1993). En la Figura 50 se detalla el Mapa de unidades geológicas del área urbana de Ambalema y a continuación se describen las unidades geológicas encontradas.

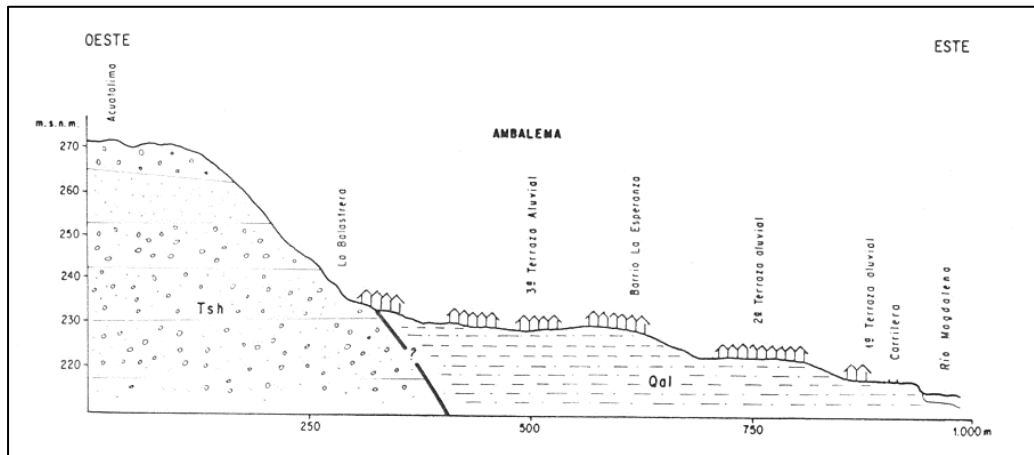
7.4.1. Grupo Honda (Tsh) (Mioceno)

Se presenta en un cuerpo alargado en dirección norte-sur, constituyendo las partes más elevadas del casco urbano. De acuerdo a INGEOMINAS (1993) se presentan buenos afloramientos de esta unidad geológica en “La Balestrera” en una cantera ubicada a 2 km al noroeste del área urbana. Forma una meseta de relieve plano a ligeramente ondulado que aparece al oeste del casco urbano. El Grupo Honda representa alrededor del 50% del área urbana y está compuesto por una sucesión de areniscas con estratificación cruzada, conglomerados y areniscas conglomeráticas de color gris parduzco en conjunto

(INGEOMINAS, 1993). En la Figura 49 se presenta un corte geológico esquemático de la zona urbana.

Figura 49

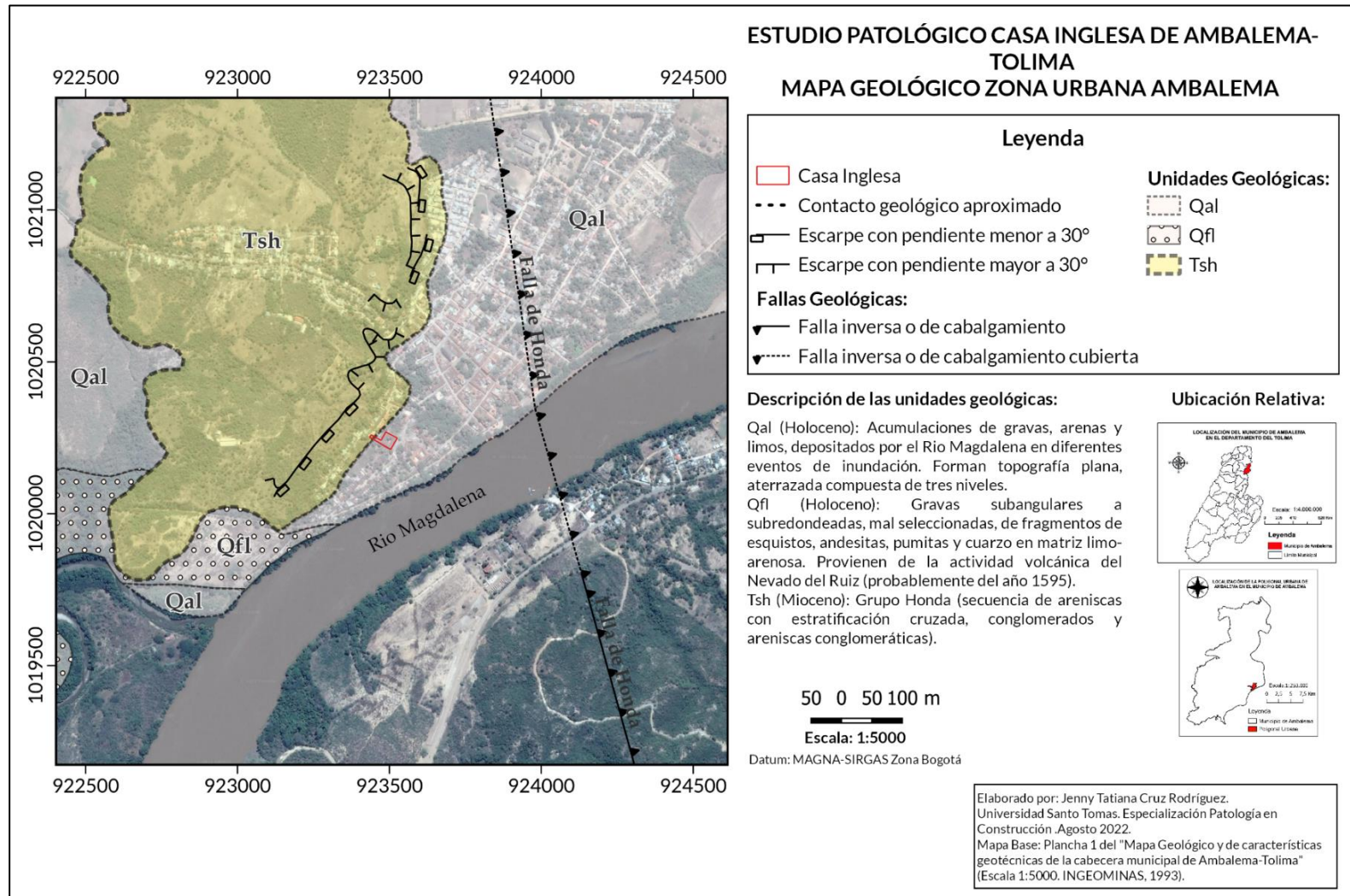
Corte geológico esquemático del área urbana de Ambalema.



Nota. Adaptado de Estudio Geologico Geotecnico de Identificacion de Amenazas Geologicas en 20 Cabeceras Municipales del Departamento del Tolima (Ambalema), de INGEOMINAS, 1993.

Figura 50

Mapa Geológico de la zona urbana de Ambalema.





El Grupo Honda es el inicio de la sedimentación detrítica gruesa del Terciario superior en el Valle del Río Magdalena, depositada en abanicos aluviales coalescentes y sistemas de ríos trezados. Está dividida en tres unidades, correspondiendo la secuencia que aparece en la cabecera municipal de Ambalema a la Formación San Antonio (De Porta, 1974). Es importante destacar esta unidad geológica como favorable para la acumulación de aguas subterráneas, ya que los niveles conglomeráticos y arenosos presentan buena porosidad primaria (INGEOMINAS, 1993).

7.4.2. Flujos de Lodo (Qfl) (Holoceno)

Se pueden apreciar a lo largo de la orilla del Río Recio y en algunos tramos del Río Magdalena. Consiste en un depósito de sedimentos compuestos por material derivado principalmente de fenómenos volcánicos. Se caracteriza por su mala selección y por estar constituido de fragmentos de roca de formas angulares hasta subredondeados, compuestos principalmente de esquisto, andesita, cuarzo, pumita y granodiorita. El espesor del depósito es de 1 m promedio, pero puede llegar a los 3 m en la desembocadura del Río Magdalena (INGEOMINAS, 1993).

7.4.3. Depósitos Aluviales (Qal) (Holoceno)

Constituyen la parte oriental del casco urbano y donde habita la mayor parte de la población. Son acumulaciones de gravas, arenas y limos, depositados por el Río Magdalena en diferentes eventos de inundación. Conforman la unidad morfológica plana aterrizada, compuesta de tres niveles, con diferencia de 3 a 5 m entre las dos primeras y de 3 a 4 m entre las dos últimas. En la parte noreste (entre los talleres del ferrocarril y el barrio Juanamoya) el área de inundación cubre buena parte de la primera terraza, con alturas de 15 m con respecto al nivel del río. Al sureste no hay mayores problemas de inundación porque las alturas llegan hasta 7 m. El material grueso se observa en la base de la terraza más baja y la parte más



superficial de la segunda y tercera, corresponde a limos arcillosos de color café (INGEOMINAS, 1993).

Desde el punto de vista geotécnico conforman terrazas de topografía plana, donde no se observan fenómenos de inestabilidad. En las partes más bajas, localizadas al suroeste, sector próximo a la desembocadura del Río Recio, se presentan niveles de arena gruesa a media de granos redondeados, mientras que en el sector nororiental se encuentran sedimentos finos de tamaño arcilloso y limoso de baja plasticidad, baja humedad y consistencia media (INGEOMINAS, 1993).

7.5 Geología Estructural

El Valle Medio del Magdalena se encuentra situado en el Bloque Andino, una región donde interactúan las Placas de Nazca y Suramericana. Los rasgos morfotectónicos de esta zona están vinculados a posibles fenómenos de distensión durante el Jurásico y de compresión en el Cenozoico, específicamente en el período Oligoceno-Mioceno. Estos procesos están asociados al levantamiento de las cordilleras y a la formación de la depresión del Magdalena, según lo reportado por INGEOMINAS en 2016. Los esfuerzos principales de compresión, están orientados de este a oeste, dando lugar a la formación de pliegues y fallas geológicas, siendo estas ultimas fuentes sismogénicas en la zona.

En el municipio de Ambalema, las características estructurales más destacadas son las fallas de Mulato y Honda, las cuales también pueden influir en la amenaza sísmica para la localidad. Según Vergara (1989), estas estructuras geológicas afectan a las unidades terciarias, como los grupos Honda y Mesa, y posiblemente también los depósitos del Holoceno. La traza de la falla de Mulato se encuentra al oeste del área municipal, marcando el límite occidental del Valle del Magdalena con la Cordillera Central, con una dirección aproximada de N5°E (Figura 50). De acuerdo con Vergara (1989), existen pocos indicios neotectónicos asociados a la traza de esta falla, por lo que se considera que, según la



información disponible, la falla se encuentra inactiva. Al norte del municipio, la falla de Honda pone en contacto al Grupo Mesa y al Grupo Honda, con una orientación aproximada de norte a sur (Figura 50). Se considera un sistema complejo de fallas de cabalgamiento hacia el oeste, con múltiples planos arqueados que se inclinan hacia el este y tienden a converger en profundidad, según lo descrito por Mojica y otros (1988). De acuerdo a los estudios de Vergara (1989) se identificaron características morfológicas típicas de actividad tectónica pleistocénica, especialmente al norte de Honda. Estas características incluyen facetas triangulares, drenajes y valles alineados, y bloqueo de drenajes, entre otros.

Ramírez (1975) y Vergara (1989) sugieren que esta falla podría estar relacionada con el hipocentro del terremoto de junio de 1805, que causó devastación en la zona norte de Tolima. No obstante, se necesitan más investigaciones para confirmar esta relación (Ruiz & Martinez, 2015).

7.6 Geomorfología

El municipio de Ambalema exhibe una gran variabilidad en su geomorfología, la cual es resultado de la acción erosiva y el control estructural anteriormente explicado, pudiendose observar franjas que se caracterizan por la presencia de materiales con diferentes niveles de resistencia. A partir de esta morfoestructura, se puede concluir que la disección diferencial selectiva ha desempeñado un papel crucial en la formación del relieve. Este se caracteriza por la alternancia de capas duras con capas menos resistentes, que se disponen de manera concordante o ligeramente concordante (Ruiz & Martinez, 2015).

El municipio se ubica en la provincia geomorfológica del Valle Interandino del Magdalena, destacando tres unidades de paisaje: Piedemonte, lomerío y valle. Dentro de la unidad del Piedemonte, se encuentra el ambiente conocido como "Volcánico-fluvial", el cual presenta cinco tipos de relieve distintos: abanico terraza aluvial actual, abanico terraza aluvial subactual, abanico terraza aluvial reciente, terraza aluvial subreciente y vallecito coluvial-



aluvial. Por otro lado, la unidad denominada "Lomerío", que corresponde al ambiente "Denudacional pluvial", muestra un tipo de relieve llamado Lomas. En cuanto a la unidad del Valle, que es un ambiente morfogenético fluvial intra-andino, se compone de varios tipos de relieve, tales como terraza media, terraza baja, valle aluvial, plano de inundación o nivel cero, madre vieja, cuerpos de agua y cauce de río (Ruiz & Martinez, 2015). En la Figura 52, se muestra el Mapa de unidades geomorfológicas del municipio, superpuestas sobre un modelo de elevación digital (DEM) para una mejor comprensión del relieve.

En cuanto a la morfología de la zona urbana de Ambalema, se diferencian tres unidades (INGEOMINAS, 1993):

Unidad plana aterrizada: Corresponde al área urbana de Ambalema donde habita la mayor parte de la población. Está constituida por tres niveles de terrazas de material aluvial con diferencia de altura de 6 a 10 m entre la primera y tercera terraza (la más alta). Las áreas inundables hacen parte de la terraza más baja, principalmente al noreste donde la diferencia de altura con respecto al río llega a 1,5 m.

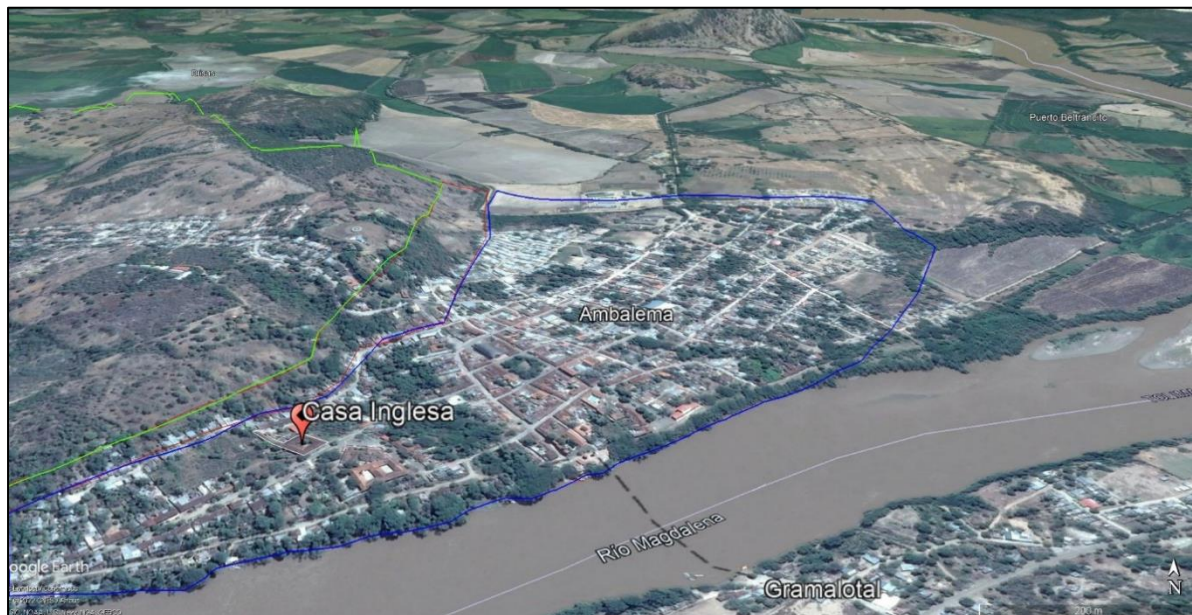
Unidad ondulada: Se ubica al noroeste del área urbana, sobre las rocas sedimentarias del Grupo Honda, conformando una meseta (barrios El Alto, Santa Lucia y Villa Teresa), que presenta un desnivel con respecto a la unidad plana de 15 a 20 m y están separados por una serie de escarpes.

Unidad de escarpes: Es una franja dentro de las rocas del Grupo Honda que separa la unidad plana aterrizada de la ondulada. Presenta laderas de pendiente moderada (15° a 30°) y solamente en el sector de La Balestrera, se presenta un escarpe vertical de aproximadamente 200 m de longitud y 15 m de altura, producto de la adecuación de un terreno que estuvo dedicado a la extracción de áridos.

En la Figura 51 se muestra una vista aérea extraída del software Google Earth Pro, donde se detallan las tres unidades morfológicas presentes en el área urbana de Ambalema.

Figura 51

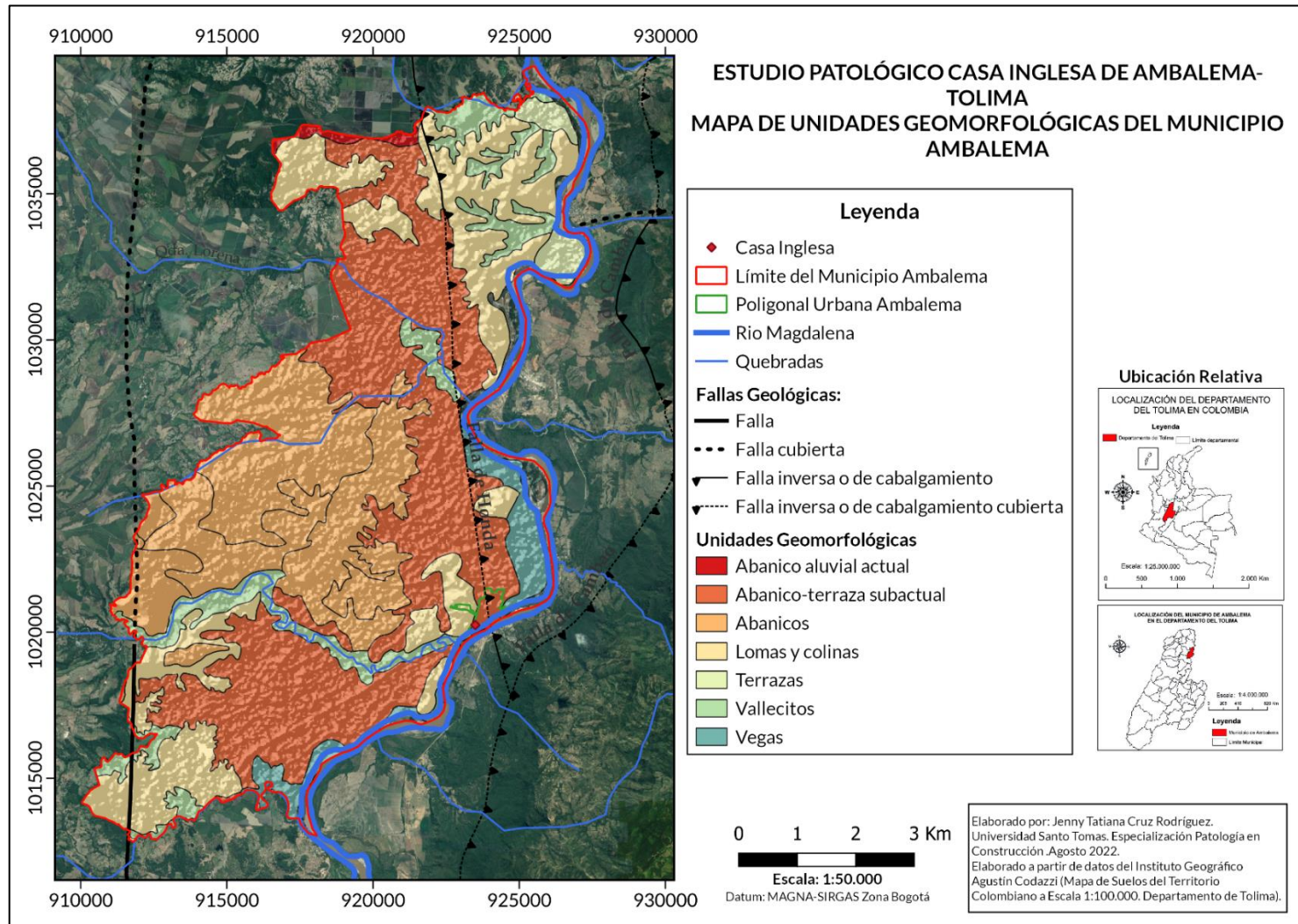
Vista aérea en perspectiva del área urbana de Ambalema en donde señalan las tres unidades morfológicas presentes.



Nota. Los polígonos encierran las tres unidades geomorfológicas presentes en el área urbana: Plana aterrazada (polígono azul), Escarpes (polígono rojo) y Ondulada (polígono verde).

Figura 52

Mapa de unidades geomorfológicas del Municipio Ambalema.





7.7 Suelos

7.7.1 Caracterización de suelos en el área urbana

Como se mencionó en apartados anteriores, la terraza donde se ubica la zona urbana de Ambalema corresponde a depósitos aluviales constituidos por acumulaciones de gravas, arenas y limos, depositados por el Río Magdalena en diferentes eventos de inundación.

De acuerdo a ensayos de suelos realizados por INGEOMINAS (1993), en esta zona, específicamente en las coordenadas Este: 924.203 m, Norte: 1.021.089 m., a una profundidad de hasta 0,8 metros, el suelo se clasifica como arcilla-limosa (según Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). Este suelo corresponde a arcillas y limos de baja plasticidad, bajo contenido de humedad y consistencia media (Muestra A1-M1 en la Tabla 7). Desde el punto de vista geotécnico, se puede decir que son suelos estables, favorecidos por pendientes muy bajas y no se observan fenómenos de inestabilidad estructural.

Los suelos que conforman el Grupo Honda presentan composición granulométrica heterogénea y geotécnicamente se comportan como un suelo granular grueso, conformado por diferentes niveles de matriz arenosa y arenas medias a finas, algo limosas de baja plasticidad, en las cuales hay intercalaciones ocasionales de gravas redondeadas. Los materiales exhiben una compactación que va de media a alta, lo cual les otorga estabilidad en cortes verticales. Sin embargo, debido a la baja cohesión entre las partículas, son susceptibles a la erosión causada por el escurrimiento del agua, por lo que es crucial mantener un control adecuado de los drenajes y evitar que las aguas pluviales ingresen directamente a los taludes. Estos suelos son de alta resistencia ante cargas de compresión y en general presentan baja deformabilidad por cargas estáticas. De acuerdo a informes de INGEOMINAS (1993) el ángulo de reposo de las arenas sueltas es de aproximadamente 35° , valor que es correlacionable con el ángulo de fricción interna del material. En los barrios cuyas edificaciones están apoyadas sobre estos suelos, no se observan problemas por fenómenos de



estabilidad, ni deterioros estructurales (INGEOMINAS, 1993). La caracterización de la muestra ensayada en estos suelos se muestra en la Tabla 7 (Muestra A2-M1).

Tabla 7

Características del suelo en la zona urbana de Ambalema.

Muestra	Profundidad (m)	W (%)	L.L (%)	L.P (%)	Ip	%PT200	Clasificación S.U.C.S.
A1-M1	0,0-0,8	17,9	35	21,5	13,5	97,2	CL
A2-M1	2,0-3,0	3,0	-	-	-	2,3	SP

Nota. Adaptado de *Estudio Geológico Geotécnico de Identificación de Amenazas Geológicas en 20 Cabeceras Municipales del Departamento del Tolima (Ambalema)*, de INGEOMINAS, 1993. Abreviaturas: W (Humedad natural), L.L. (Límite líquido), L.P. (Límite plástico), Ip (Índice de plasticidad), %PT200 (porcentaje que pasa por el tamiz N° 200 (0,074 mm)).

La unidad Flujos de Lodo (Qfl), se compone de suelos de matriz areno-limosa, en la cual se involucran fragmentos de grano medio, de forma angular a redondeada. El material es poco compacto y susceptible a la acción de agentes erosivos (INGEOMINAS, 1993).

7.8 Amenazas Geológicas en el Municipio Ambalema

De acuerdo a la alcaldía municipal, según datos recopilados por organismos como Cruz Roja, Defensa Civil, Bomberos, Ingeominas y diversos periódicos y revistas, las inundaciones y las crecidas repentinas de los ríos Magdalena y Recio son los eventos desastrosos más frecuentes que han afectado al municipio de Ambalema. Por su parte las erupciones del Nevado del Ruiz, aunque no han causado víctimas ni daños materiales significativos en tiempos recientes, en el pasado cubrieron extensas áreas del municipio, especialmente en el valle del Río Lagunilla, como lo testimonian relatos de Fray Pedro Simón, Cieza de León, José Manuel Restrepo y Gustavo Arboleda, entre otros, que son presentados por Ramírez (1975).



Además, los sismos son eventos naturales que han sacudido el norte del Tolima en épocas históricas, aunque se consideran eventos distantes en el tiempo. Por esta razón, la amenaza sísmica también es tomada en cuenta en la planificación territorial del municipio (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

7.8.1 Amenaza Volcánica

El territorio del municipio de Ambalema es atravesado por dos ríos principales: el Lagunilla al norte y el Recio al sur. Estos ríos tienen su origen en las zonas volcánicas del complejo Ruiz-Tolima, ubicado en la cima de la Cordillera Central de Colombia. En particular, tanto el Lagunilla como el Recio nacen o reciben afluentes provenientes de los volcanes nevados del Ruiz y Santa Isabel, los cuales han experimentado erupciones en el pasado, tanto en épocas prehistóricas como históricas, que han generado flujos de lodo de origen volcánico, conocidos como "lahares". Estos lahares se formaron debido a la fusión de parte de la cubierta glacial de los volcanes, que posteriormente, descendió como flujos de lodo por los ríos mencionados, afectando las llanuras del piedemonte de la cordillera y el valle del Río Magdalena, donde se encuentra ubicado el municipio de Ambalema. (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

Las erupciones del Nevado del Ruiz, ocurridas en 1595, 1845 y 1985, generaron flujos de lodo que descendieron por el valle del Río Lagunilla, afectando en diferentes grados el territorio del municipio de Ambalema, como lo describen Ramírez (1975), Mojica y otros (1985b) y Calvache (1986), basándose en relatos históricos recopilados.

Según el registro geológico del municipio, se puede afirmar que los valles de los ríos Lagunilla y Recio están expuestos a la amenaza generada por los volcanes Nevado del Ruiz y Nevado Santa Isabel. Esta amenaza se materializa en forma de flujos de lodo que causan estragos y destrucción a su paso, dejando la tierra inutilizable durante varios años. Se considera que el Río Lagunilla es el más vulnerable, ya que ha sido afectado en tres ocasiones



por este tipo de fenómeno volcánico, tanto en épocas históricas como en tiempos recientes. (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

7.8.2 Amenaza Sísmica

Según la crónica histórica de Ramírez (1975), se ha registrado que el norte del departamento del Tolima, donde se encuentra el municipio de Ambalema, ha experimentado en el pasado eventos sísmicos de magnitud intermedia a alta. Estos terremotos han causado daños significativos en las poblaciones de esta región de Colombia, especialmente en Honda y Mariquita, aunque no se han encontrado registros escritos sobre los daños en otras localidades. Los eventos sísmicos más destructores se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8

Sismos históricos en el norte de Tolima que causaron daños.

Fecha	Efectos
1697	Sentido en Mariquita.
12 de junio de 1785	Pánico en Honda y Mariquita.
16 de junio de 1805	Grandes daños en Honda: 159 edificaciones completamente arruinadas, 331 que amenazan ruina, 111 muertos y 113 heridos. Mariquita: poco quedó sano.
17 de diciembre de 1824	Hizo sonar las campanas en Mariquita.
31 de diciembre de 1824 - 1 de enero de 1825	No se reportan daños importantes, pero sí temor en la población.
16 de noviembre de 1827	De Bogotá a Ibagué no quedó iglesia ni casa en pie.
9 de diciembre de 1827	El círculo afectado por el temblor se extiende en una región comprendida por las poblaciones de Santa Ana, Honda, Cartago y la Vega de Tupija.
29 y 30 de agosto, 1 de septiembre de 1917	El más violento terremoto se sintió el 31 de agosto en Bogotá y en casi toda Colombia.
12 de diciembre de 1965	Sentido en Lérida
3 de abril de 1973	Sentido en Venadillo
22 de junio de 1975	Sentido en La Sierra

Nota. Adaptado de *Esquema de Ordenamiento Territorial Ambalema Tolima*, por Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004.

En el área del municipio de Ambalema y sus alrededores, los mapas de ubicación de epicentros de sismos ocurridos en Colombia entre 1993 y 1997, presentados por la Red Sísmica Nacional de Colombia, revelan una concentración significativa de epicentros al oeste



de Ambalema, en el departamento de Cundinamarca. Esto ha llevado a considerar esta zona como una fuente sismogénica, según Monsalve y otros (1995), Quintero y otros (1997), y Quintero y Arango (1997). Esta área, conocida como la Fuente Sismogénica del Valle del Magdalena, ha generado 194 sismos entre 1990 y enero de 1996, de los cuales el 96.4% fueron de baja profundidad (menores a 55 km) y el 94.8% tuvieron una magnitud inferior a tres, según los análisis de Quintero y Arango (1997). En la Figura 53 se muestra un mapa con la ubicación de los epicentros de 188 sismos registrados por el Servicio Geológico Colombiano entre el 1 de junio de 1993 y el 28 de febrero de 2018.

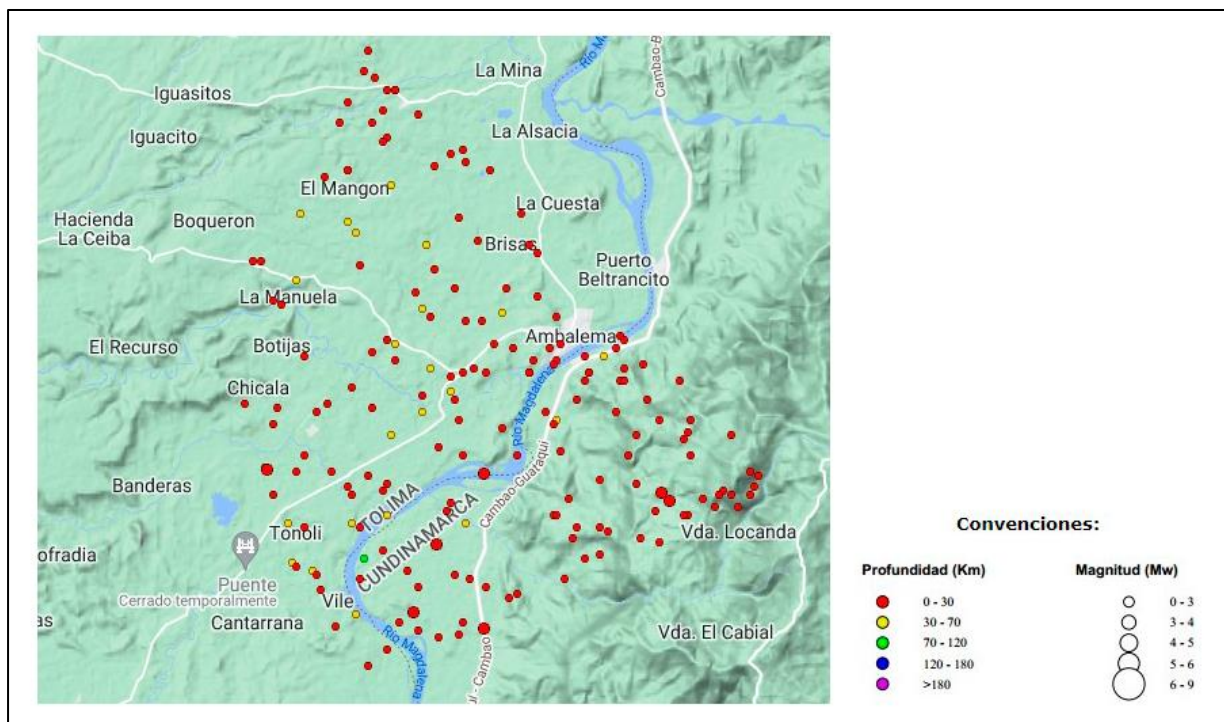
Por otro lado, Vergara y Cárdenas (1997) sugieren que las fallas de Ibagué y Doima, ubicadas al sur del municipio de Ambalema, se caracterizan por su alta actividad y su potencial sismogénico, y la Falla de Ibagué podría generar sismos de magnitud significativa. En cuanto a la Falla de Honda, cuyo trazo se adentra en la región norte de Ambalema, se considera que tiene una actividad baja pero potencialmente activa (Vergara, 1989; Vergara y Cárdenas, 1997). Estos investigadores, junto con Ramírez (1975), la asocian con el sismo de 1805 (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

Basado en lo expuesto anteriormente, el Municipio de Ambalema se clasifica como una zona de amenaza sísmica intermedia (ASI) de acuerdo con el Código Colombiano de Construcciones Sismorresistentes. Hay al menos tres zonas sismogénicas importantes en sus alrededores, pero no se pueden determinar períodos de retorno para cada una de ellas debido a la falta de estudios sobre la sismicidad histórica, instrumental y neotectónica que permitan evaluar la amenaza sísmica local de manera precisa. El estudio general de amenaza sísmica de Colombia realizado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica en 2009 proporciona valores de aceleración pico efectiva (A_a) para un período de retorno de 475 años y de aceleración para el umbral de daño (A_d) de 0,20 g y 0,06 g respectivamente, que deben

ser considerados en el diseño y verificación de construcciones esenciales o estratégicas en el municipio de Ambalema.

Figura 53

Epicentros de 188 sismos registrados entre junio de 1993 y febrero de 2018 en el Municipio Ambalema y alrededores.



Nota. Adaptado de *Catálogo de Sismicidad de Colombia*, por Servicio Geológico Colombiano, 2022, Servicio Geológico Colombiano (<http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/index.php>)

7.8.3 Amenaza por inundaciones

Las áreas ribereñas de los ríos Magdalena, Lagunilla, Recio, Venadillo y Viejo, así como algunas corrientes menores en el municipio de Ambalema, son susceptibles a inundaciones causadas principalmente por crecidas durante los períodos de lluvia y ocasionalmente por intensas precipitaciones en épocas de verano. Estas inundaciones no solo causan daños debido al desbordamiento de las aguas, sino también a la erosión de las paredes del cauce y del valle del río. Según la investigación realizada por Vergara en 1988, las crecidas más significativas que han provocado inundaciones se han registrado en los meses



de mayo y noviembre, conocidas localmente como crecientes de "La Cruz" y de "Todos Los Santos", respectivamente. Los testimonios de los residentes de Ambalema recogidos por Vergara destacan una importante crecida del Río Magdalena entre 1935 y 1938, donde el nivel del agua alcanzó la parte superior del andén de la estación de tren, representando aproximadamente 5 a 6 metros por encima del nivel normal del río. Este evento también resultó en la muerte de muchos peces e inundaciones en el área urbana, incluyendo la línea férrea y el barrio Juana Moya. Los registros de caudales del Río Magdalena en las estaciones de Purificación, Honda y Puerto Salgar, analizados por Vergara, confirman los picos más altos registrados en mayo de 1935 y mayo de 1950, con caudales aproximados de 4500 m³/s (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

7.8.4 Amenaza por remoción y transporte de masas

De acuerdo a los estudios geológicos y geomorfológicos realizados en el municipio, los procesos de remoción en masa más frecuentes corresponden a desprendimientos y desplomes, asociados a taludes verticales a subverticales del Grupo Honda y la Formación Mesa, especialmente en esta última. Así mismo, se presenta socavación lateral, que ocasiona desplomes en los bordes de terrazas y taludes de valles aluviales, especialmente en el Río Recio. Como resultado de esta situación, en el municipio de Ambalema, las áreas más propensas o susceptibles a fenómenos de remoción en masa son los bordes y la base de los taludes del Grupo Honda, la Formación Mesa y los valles aluviales. En los bordes de los taludes, se produce el desprendimiento o desplome de materiales, que luego se acumulan en la base. Los desprendimientos son eventos en los que los factores naturales juegan un papel importante; sin embargo, actividades humanas como quemas, talas y remoción del soporte de los taludes pueden agravar la situación (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

Los cauces de los ríos Lagunilla, Recio y Venadillo, así como algunos arroyos más pequeños, pueden servir como vías de transporte para flujos de lodo y escombros, conocidos



comúnmente como avalanchas, que no están relacionados con actividad volcánica. Estas avalanchas pueden ser desencadenadas por fuertes lluvias y sismos, que provocan procesos de remoción en masa y hacen que los materiales sean arrastrados por el agua y depositados en los cauces de estos ríos (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).

7.9 Amenazas geológicas en el área urbana de Ambalema

La evaluación realizada por INGEOMINAS (1993) señaló que los desprendimientos de tierra, la socavación de las riberas de los ríos, las inundaciones, los flujos de lodo de origen volcánico y los sismos representan amenazas naturales para la infraestructura, la población y sus bienes en el municipio. Los desprendimientos ocurren en áreas cercanas a pendientes superiores a 30 grados, especialmente asociados a las rocas del Grupo Honda, como se ha observado en el barrio La Balastrea en eventos pasados. La socavación lateral se produce en las riberas del Río Magdalena debido a la acción erosiva de la corriente. Los sitios más afectados tradicionalmente son la hacienda Entreríos, el barrio La Quinta y la zona de Juanamoya (INGEOMINAS, 1993).

Las zonas ribereñas de los ríos Recio y Magdalena están expuestas a desbordamientos durante las temporadas de lluvias. Según Vergara (1988) e INGEOMINAS (1993), el sector urbano más afectado se encuentra entre los talleres del ferrocarril y el barrio Juanamoya, con alturas de entre 1,5 y 2 metros por encima del nivel de aguas medias del Río Magdalena.

La amenaza volcánica se considera baja, según Parra y otros (1986) e INGEOMINAS (1993; 1994). Esta, se relaciona con la posible ocurrencia de flujos de lodo (lahares) como resultado de erupciones volcánicas en los nevados del Ruiz y Santa Isabel. Estos flujos podrían transitar a través del Río Recio y afectar las áreas cercanas a su cauce. Por último, al igual que en todo el municipio, la zona urbana se considera de riesgo sísmico intermedio, por lo que es necesario cumplir con las normas de construcción sismorresistentes (Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima, 2004).



7.10 Zonificación geológica-geotécnica del área urbana

En 1993, INGEOMINAS llevó a cabo una zonificación geológica-geotécnica para la zona urbana de Ambalema, la cual sigue siendo válida en la actualidad sin cambios significativos. Esta zonificación se basa principalmente en la delimitación de áreas con diferentes aptitudes para el uso urbano, como se muestra en la Figura 54. A continuación, se describen las zonas en las que se divide la zona urbana de Ambalema.

7.10.1 Zona Estable (ZE)

Esta área presenta las condiciones más favorables para el desarrollo de viviendas. Está compuesta por una zona plana que se encuentra alejada de las áreas que podrían verse afectadas por amenazas hidrológicas, como inundaciones y avalanchas. Se divide en cuatro subzonas de acuerdo a la geomorfología: Zona Estable 1 (meseta plana a ondulada), Zona Estable 2 (morfología plana de terrazas), Zona Estable 3 (Lote ubicado en La Balestrera, con pendientes más altas) y Zona Estable 4 (Planicie).

7.10.2 Zona de Inestabilidad Potencial (ZIP)

Esta área abarca los taludes y algunas depresiones formadas por drenajes intermitentes. La adaptación de los taludes puede ser costosa para el desarrollo de infraestructura, por lo que en la zonificación se sugiere no utilizar esta área con ese propósito. Además, se recomienda no intervenir los drenajes intermitentes y utilizar esta zona como área de protección y conservación, según el estudio realizado por INGEOMINAS en 1993.

7.10.3 Zona de Amenaza Volcánica

Se encuentra ubicada entre el río Recio y el barrio La Coloyita. En la zonificación de Ingeomin, se sugiere no utilizar esta área para el desarrollo urbano y, en la medida de lo posible, considerarla como una zona de protección forestal debido a sus antecedentes históricos de daños por amenaza volcánica.

7.10.4 Zona Potencialmente Inundable



Estos sectores se encuentran elevados entre 3 y 6 metros por encima del nivel medio del agua del Río Magdalena y son susceptibles de inundaciones durante crecidas excepcionales. En la zonificación se recomienda que estas áreas se utilicen para actividades agropecuarias reguladas.

7.10.5 Zona Inundable

Estas áreas se encuentran a una altura de 1 a 3 metros sobre el nivel medio del agua del Río Magdalena y son inundadas de manera regular debido a su desbordamiento. Además, en esta zona se observan procesos de socavación lateral, por lo que se recomienda que estas áreas sean designadas como zona de protección según el informe de INGEOMINAS (1993).

7.11 Conclusiones de la zona de estudio (Casa Inglesa)

Desde el punto de vista geológico la construcción se encuentra ubicada en la unidad geológica correspondiente a aluviones recientes originados por inundaciones del Río Magdalena en el Holoceno, depositando gravas, arenas y limos que conformaron la terraza donde actualmente se ubica el casco urbano. Los suelos por su parte son de dominio arcillas-limosas de baja plasticidad, con bajo contenido de humedad, con buenas propiedades de estabilidad para las edificaciones y sin evidencias de asentamientos posteriores. La morfología de terraza plana, permite ubicarla en la Zona Estable 2, donde la amenaza por inundación es muy baja debido a la altitud y retiro del Río Magdalena y otros afluentes, sin embargo, se encuentra cercana a la zona potencialmente inestable (franja de escarpes) donde, de no respetarse la aptitud del terreno, pueden presentarse movimientos en masa. En cuanto al riesgo sísmico de la zona, es intermedio, no presentándose sismos de importancia ($> 5 M_w$), siendo el último de mayor relevancia (más dañino) el de Honda – Tolima del 16 de junio de 1805 de magnitud 6,1 (M_w). A pesar de lo anterior, es importante que las edificaciones cumplan con los estándares sismorresistentes pues el área se encuentra muy cercana a zonas sismogénicas importantes debido a la configuración estructural regional.



7.12. Matriz de Vulnerabilidad

En la Figura 55 , se evalúan y clasifican distintos elementos y áreas de la Casa Inglesa a través de la matriz de vulnerabilidad, en la que se describen en detalle las lesiones identificadas en el estudio patológico. Esta matriz tiene como objetivo identificar y priorizar las áreas o elementos que requieren atención o intervención debido a su deterioro, daño o susceptibilidad a problemas estructurales, funcionales o de seguridad. Con esta información, se puede determinar qué elementos son más propensos a sufrir daños o a presentar problemas y establecer las medidas adecuadas de rehabilitación o mantenimiento dentro de la propuesta de intervención.

Figura 54

Mapa de zonificación geológica-geotécnica del área urbana de Ambalema.

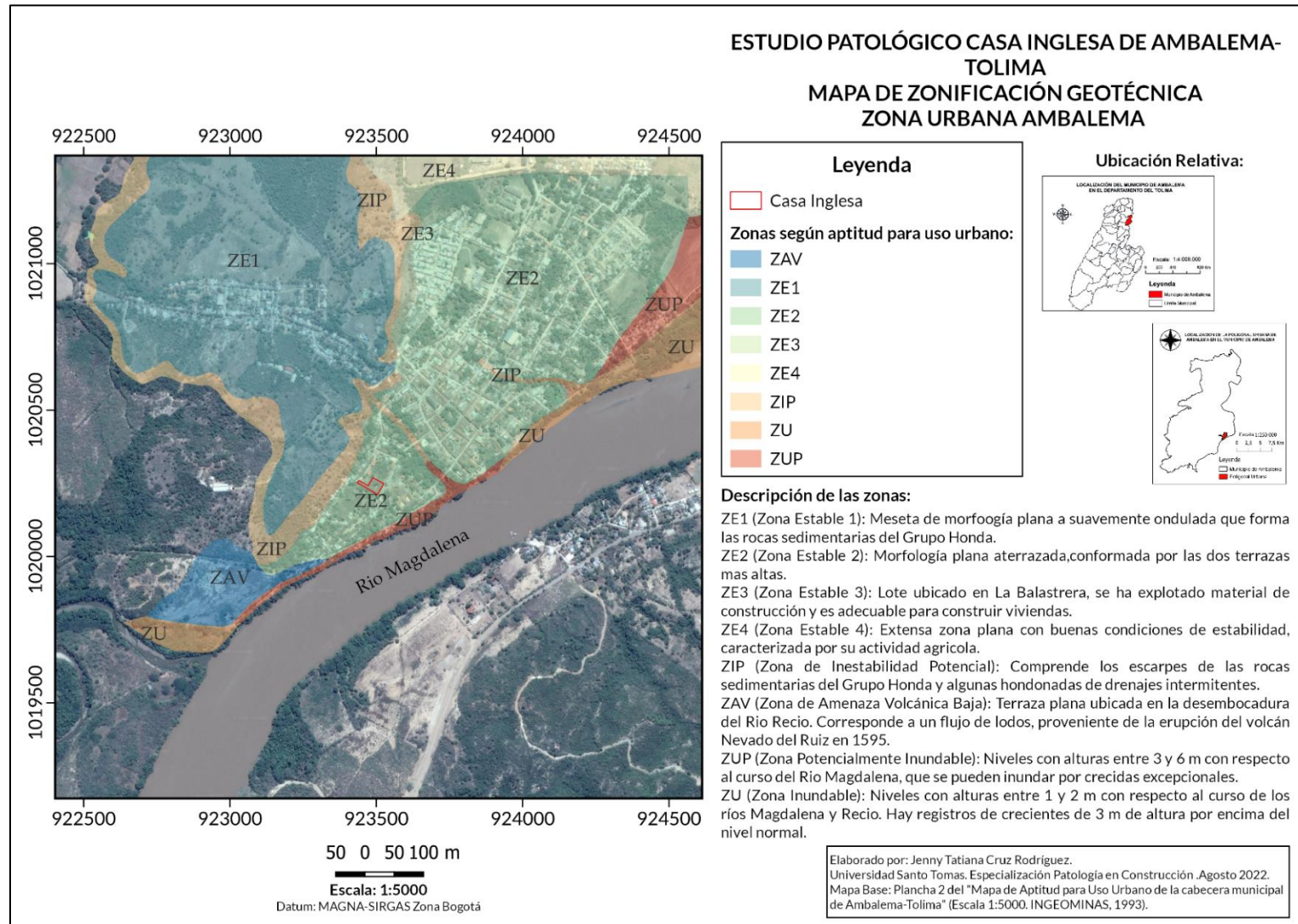


Figura 55.

Matriz de Vulnerabilidad.

	Fachada	Cimentación	Estructura Columnas	Vigas	Muros
fotografía					
Ejes			1 Piso: 1A-1F 2A-2F 4A-4F	ENTREPISO	Primer Piso
Descripción	La casa inglesa, cuenta con una estructura en muros de carga, los cuales se encuentran contruidos en adobe, bahareque (esterilla y barro), un entrepiso en madera rolliza y tirantes en madera cuadrada, asimismo taquetes para nivelar, en cuanto a la cubierta se evidencia una estructura en madera rolliza con cubierta en tejas de barro y ausencia en la mayor parte de la cubierta, permitiendo el ingreso de las aguas lluvias.	La Estructura cuenta con una cimentación en concreto ciclópeo, en piedra y argamasa.	se evidencia pies derechos en el área exterior de la vivienda en madera tipo guayacán , los cuales están apoyados sobre argamasa y ladrillo, con presencia de organismos xilófagos los cuales han ocasionado el deterioro de los pies derecho.	cuenta con un entrepiso en vigas de madera, presentando patologías por causas físicas debido a filtraciones de aguas lluvias, por la ausencia de cubierta, en ciertas áreas de la estructura, originando pudrición en los materiales; así mismo se observa patologías por causas mecánicas como pandeos, flechas, alabeos y colapso debido a que se supera la capacidad de carga y adicional a ello por acciones de insectos u hongos de pudrición.	La mayor parte de los muros se encuentran contruidos en adobe y bahareque (esterilla y barro), con lesiones mecánicas como desprendimientos por acabados continuos, fisuras, grietas y en el mayor del caso colapso.

Figura 55(Continuación)

Matriz de Vulnerabilidad.

	LESION MECANICA	LESION MECANICA	MUROS INTERNOS LESIONES FISICAS	LESIONES FISICAS	LESIONES FISICAS
fotografía					
Ejes	1 PISO: 2B Y 2E	1 PISO: 1B-2B	1 PISO: 2A-2F hasta el 7A-7F	1 PISO: 2A-2F hasta el 7A-7F	1 PISO: 2A-2F hasta el 7A-7F
Descripción	En estos muros se presenta una lesión mecánica tipo erosión, causada por el agua que se filtra desde el tejado hacia los muros de la estructura provocando que el material por sus características absorba y se estanque en puntos fijos, dañando integralmente el material constructivo. LESION Primaria: Desgaste y deterioro del material. Secundaria: Pérdida total del acabado. CAUSA Directa: Agua (Lluvias), Esfuerzos mecánicos. Indirecta: Condiciones de uso que no fueron previstas.	Se evidencia una lesión mecánica por desprendimiento separándose el material de acabado(revoque), dejando al desnudo el soporte al cual esta adherido. se observa un desprendimiento de una longitud de 1.30 m de ancho y 0.90 m de largo dejando a la intemperie el material constructivo. LESION primaria: Entramado (se presenta por una sobrecarga, con llevando a que el revestimiento no se rompe de una vez, pero forma fisuras horizontales y verticales) Secundaria: Desprendimiento del acabado y del revoque CAUSA Directa: Agua y Sobre cargas Indirecta: Antigüedad del material y mal uso continuo.	Diversas son las partículas ensuciaste que se presentan en la construcción, en este caso se encuentra un ensuciamiento por lavado diferencial debido a los diferentes chorretones que se encuentran después de frecuentarse fuertes lloviznas, dentro de la vivienda. LESION: primaria: Chorretones en los muros Secundaria: Debilitamiento y abombamiento del acabado CAUSA: Directa: agentes climáticos (lluvia) Indirecta: Disposición de materiales porosos.	Diversas son las partículas ensuciantes por deposito que se presentan en la construcción, debido a organismos vivos como la presencia de roedores, quípteros y causas antrópicas, lo anterior obedece que esta estructura no cuenta con una vigilancia ni supervisión por parte de entidades gubernamentales, que restrinjan el paso a personal no autorizado lo que ha ocasionado lesiones por ensuciamiento ya sea por organismos vivos o por acciones del ser humano.	Debido a la ausencia de mantenimiento de la estructura, todos los muros presentan hongos y musgo, debilitando la estructura. LESION Primaria: - Hongos, cambio de color del muro Secundaria: - Eflorescencia y abombamiento del revoque. CAUSA Directa: - Filtraciones de agua, falta de ventilación (hongos) Indirecta: Falta de mantenimiento.

Figura 55 (Continuación)

Matriz de Vulnerabilidad.

	MUROS FACHADA			
	MUROS FACHADA	LESIONES FISICAS	LESIONES FISICAS	LESIONES QUIMICAS
fotografía				
Ejes	1A-1F	1A-1F	1A-1F	1A-1F
Descripción	Los muros se encuentran contruidos en adobe y bahareque, evidenciándose lesiones físicas (humedad y suciedad), lesiones mecánicas (fisuras, desprendimiento), lesiones químicas (presencia de organismos).	HUMEDAD: Se evidencia en todos los muros de la fachada, presencia de humedad debido a que la mayor parte de la estructura de la cubierta está colapsada, lo que permite que los muros presenten humedades ocasionando que se degrade progresivamente el adobe, así mismo presencia de hongos, mohos y líquenes. SUCIEDAD: La mayor parte de los muros presentan suciedad por deposito ya que hay presencia de organismos quirópteros, adicional a ello debido al abandono que cuenta la estructura se evidencia suciedad por lavado diferencial.	FISURAS: Se observa en uno de los muros ubicados en el costado izquierdo de la vivienda, presenta fisuras debido a la sobrecarga puntal generada por el entrepiso ya que esta presenta deterioro por organismos vivos. DESPRENDIMIENTOS: el muro ubicado en el eje 1F presenta desprendimiento por acabado continuo.	ORGANISMOS: Los muros presentan organismos vegetales como hongos, mohos y líquenes, debido a la presencia de humedad y así mismo al abandono en el que se encuentra la estructura ha provocado que se formes organismos vegetales en los muros de la vivienda.

Figura 55 (Continuación)

Matriz de Vulnerabilidad.

	MUROS INTERNOS			
	LESION FISICA	LESION MECANICA	LESION MECANICA	LESIONES FISICAS
fotografía				
Ejes	1 PISO: 5E Y 5F	1 PISO:B'3	1 PISO:B'3	
Descripción	Esta humedad se presenta como consecuencia de la rotura de tuberías, en este caso se evidencia que las redes de distribución de agua presentan gran deterioro (algunas ya se encuentran oxidadas completamente) a falta de mantenimiento periódico y por lo que se encuentran a la intemperie provocando que organismos genere daños sobre ella, lo que ocasiona la fractura de estas y provocando que elementos como entrepiso y muros se vean afectados. LESIÓN Primaria: Humedad Secundaria: Mancha de humedad en forma de nube nuclear. CAUSA Directa: Oxidación y corrosión Indirecta: Falta de mantenimiento .	Debido a la ausencia de elementos de soporte de reparto de cargas bajo las cabezas de las vigas, ha generado una mayor carga axial en el muro de adobe, observándose un aplastamiento del muro. Así mismo influyen factores como la degradación de los materiales, afectando de manera directa ya que se disminuye sus resistencia y provocando deformaciones en la mayor parte de los muros. LESIÓN Primaria: Fisuras y Embobamiento Secundaria: Grietas y Posterior deformación del Muro CAUSA Directa: Sobre cargas en la estructura Indirecta: Fallas en los diseños (Por la antigüedad de la estructura).	Se evidencia grietas superiores a los 8 mm, las cuales nacen del marco de la puerta, asimismo grietas en la zona inferior del muro, debido a la alta concentración de esfuerzos y la incompatibilidad mecánica entre el adobe y los dinteles de madera. LESIÓN Primaria: Fisuras (Aberturas en la superficie del elemento) Secundaria: Grietas CAUSA Directa: Sobrecargas y utilización de elementos poco resistente a tracción Indirecta: Antigüedad de los materiales y falta de manteniendo	cómo se ha venido mencionando esta estructura, se encuentra altamente afectada por la ausencia de la cubierta, la cual ha permitido la presencia de varias lesiones, causadas por la acción erosiva del viento o la escorrentía del agua de lluvia por la superficie de los paramentos, causando daños puntuales en los muros.

Figura 55 (Continuación)

Matriz de Vulnerabilidad.

	Lesión Física	Lesión Física	AREA DE ENTREPISO Lesión Física y Mecánica	Lesión Química	Lesión Física
fotografía					
Ejes	1D-1E	ENTREPISO	2E-6F	ENTREPISO	1B-1C
Descripción	Debido a la ausencia de cubierta, se evidencia daño en la estructura del entrepiso la cual se encuentra fabricada en madera rolliza, tirantes de madera cuadrada y taquetes de madera para nivelar la madera, la cual presenta daños por presencia de organismos xilófagos y debilitamiento de la estructura provocada por la humedad. LESIÓN Primaria: Debilitamiento del elemento. Secundaria: Pérdida del material CAUSA Directa: Organismos vivos Indirecta: Deficiencia en la selección de materiales constructivos (madera) que atraen organismos vivos.	Se presenta humedad en toda el área del entrepiso, provocada por la ausencia de la cubierta, generando el debilitamiento de la estructura, así mismo se evidencia hongos de pudrición. LESIÓN Primaria: Humedad en la estructura del área del entrepiso. Secundaria: Presencia de hongos de pudrición CAUSA Directa: Humedad Indirecta: Ausencia de mantenimiento preventivo.	En esta área de la estructura se observa un cielo raso en madera triplex el cual ha sido dañado por factores antrópicos como desprendimientos provocados por el hombre, así mismo, daños por humedad que han permitido la presencia de hongos.	Debido a la antigüedad de la estructura y al abandono que esta presenta, ha conllevado a que esta se convierta en hábitat de diversos organismos (hongos, polilla, roedores, quirópteros) lo que genera asentamientos incontrolados que afectan elementos estructurales y obteniendo así un debilitamiento de la estructura. LESIÓN Primaria: Hongos, cambio de color del muro y en la madera ensuciamientos por heces de quirópteros y apollamiento provocado por organismos xilófagos. Secundaria: Debilitamiento de la madera, perdiendo sus propiedades mecánicas CAUSA Directa: Filtraciones de agua, falta de ventilación (hongos)Organismos (termitas y/o polillas) Indirecta: Falta de mantenimiento	Se observa una humedad por filtración debido a que la cubierta presenta aberturas en las juntas de las tejas; también por el colapso de diferentes tejas que provocaron que la vivienda quedara a la intemperie y que se facilitara la entrada incontrolada del agua. LESIÓN Primaria: Humedad. Secundaria: Pérdida y descomposición del material (esterilla de guadua y madera). CAUSA Directa: Agua (Lluvias). Indirecta: Falta de mantenimiento periódicamente.

Figura 55 (Continuación)

Matriz de Vulnerabilidad.

	Lesión Física	Lesión Mecánica	ENTREPISO Y CUBIERTA Lesión Física y Mecánica	Lesión Química	Lesión Mecánica
Fotografía					
Ejes	5E	2B-6B	6C-6D	ENTREPISO	6B'
Descripción	Debido al daño presentado en la tuberías de la vivienda se observa que en la zona del entrepiso persiste una humedad accidental, provocando el debilitamiento de este elemento estructural. LESION Primaria: Manchas ocasionadas por el daño de la tubería. Secundaria: Debilitamiento del entrepiso. CAUSA Directa: Humedad accidental. Indirecta: La no prevención y mantenimiento de estas tuberías.	Esta lesión se presenta, debido a que la cubierta de la vivienda se encuentra averiada, ya que algunos elementos que la componen se han desgastado y fracturado, ocasionando orificios que permiten la entrada de aguas lluvias. Esto ha provocado que el entrepiso compuesto por madera se dañe ocasionando el desgaste precipitado lo que provoca el colapso de este elemento estructural. LESION Primaria: Manchas y pérdidas de las propiedades físicas en la madera y esterilla de guadua. Secundaria: pérdida de propiedades físicas, aparición de hongos y fractura de este material. CAUSA Directa: Humedad por filtración Indirecta: Falta de mantenimiento y descomposición de la cubierta	Desprendimiento de algunos sectores del tejado provocando el colapso de una parte de la cubierta, debido a que no ha realizado un mantenimiento periódico, por otro lado, lo materiales de pega de estas tejas han perdido sus propiedades lo que genera que se despegan y que colapse toda la cubierta de la vivienda. Desprendimiento de algunos sectores del tejado provocando el colapso de una parte de la cubierta, debido a que no ha realizado un mantenimiento periódico, por otro lado, lo materiales de pega de estas tejas han perdido sus propiedades lo que genera que se despegan y que colapse toda la cubierta de la vivienda. LESION Primaria: Tejas fracturadas, desprendimiento continuo de tejas Secundaria: Colapso de cubierta CAUSA Directa: Pérdida de las propiedades mecánicas de los materiales y agentes atmosféricos. Indirecta: Condiciones de uso que no fueron estimadas y falta de mantenimiento	Se observa el desprendimiento de la cubierta, provocando la pérdida total del área del entrepisos y quedando expuesto los muros de esta zona, evidenciándose suciedad por lavado diferencial, pérdida total de tirantes de madera.	Desprendimiento de algunas tejas, dejando expuesta la estructura de soporte y permitiendo a filtración de agua a la vivienda.

Figura 55 (Continuación)

Matriz de Vulnerabilidad.

	VENTANAS Y PUERTAS-PRIMER PISO Y SEGUNDO PISO		
	ESTADO GENERAL DE PUERTAS	ESTADO GENERAL DE VENTANAS	BARANDA DE BALCONES
fotografía			
Ejes	1 PISO 2 PISO	1 PISO 2 PISO	2 PISO FACHADA
Descripción	Se observa puertas en madera, con presencia de insectos sociales (termitas) y hongos xilófagos (moho, hongos cromógenos y hongos de pudrición), los cuales han deteriorado la estructura de la puerta. LESIÓN Primaria: Presencia de termitas. Secundaria: pérdida de resistencia del material. CAUSA Directa: Humedad. Indirecta: Ausencia de mantenimiento preventivo.	La casa inglesa cuenta con ventanas en madera y hierro, con dimensiones promedio 2m x 1.58m, evidenciándose corrosión y oxidación en materiales constituidos por elementos metálicos. LESIÓN Primaria: Aparición de patinas. Secundaria: Pérdida del material. CAUSA Directa: Contaminación ambiental y humedad Indirecta: Incompatibilidad de materiales (no utilización de anticorrosivos)	Esta baranda se encuentra construida en madera cepillada con un D:3/8", las cuales se encuentran afectadas por organismos xilófagos y presencia de hongos de pudrición, con llevando al debilitamiento de la baranda. LESIÓN Primaria: Presencia de termitas y hongos de pudrición. Secundaria: Debilitamiento de la baranda y pérdida de material CAUSA Directa: presencia de organismos vivos y afectación de factores meteorológicos. Indirecta: Ausencia de mantenimiento preventivo.

Figura 55 (Continuación)

Matriz de Vulnerabilidad.

	AREAS COMUNES		
	Lesión Mecánica	Lesión Física	Lesión Química
fotografía			
Ejes	1D-1E	ENTREPISO	
Descripción	Desprendimiento de acabados por elementos (baldosas), estos desprendimientos se presentan local. Se generan debido al gran deterioro que presenta la vivienda, y a la falta de mantenimiento que se le ha realizado, por ende, los esfuerzos mecánicos han producido el desprendimiento total del acabado. LESIÓN Primaria: Fisura Secundaria: Rotura del elemento unitario CAUSA Directa: Esfuerzos mecánicos (cargas, impactos, sobre cargas, movimientos continuos) Indirecta: Degradación del material adhesivo	Se observa daños en los pies derechos, debido a la presencia de insectos tipo licidos los cuales han con llevado a la perdida de material, así mismo, se presenta que las larvas de estos escarabajos hacen el túnel, y expulsando el excremento fuera de la madera. LESIÓN Primaria: Perforaciones en la madera de 1 cm Secundaria: Perdida del material CAUSA Directa: Presencia de organismos licidos. Indirecta: Falta de mantenimiento.	Se evidencia en el jardín interior el piso en tablón ladrillo, con presencia de organismos vegetales que han provocado el desprendimiento de estos tablon. LESIÓN Primaria: fisuras y desprendimiento en ciertas áreas del tablón Secundaria: Desprendimiento del elemento CAUSA Directa: Presencia de organismos vegetales Indirecta: Falta de mantenimiento.

Figura 55 (Continuación)

Matriz de Vulnerabilidad.

CLASIFICACIÓN	B3	
	COLOR	Riesgos que necesitan INVESTIGACIÓN:Planes de actuacion preventivos.

8. Propuesta de Intervención

De acuerdo al estudio patológico realizado a la casa inglesa de Ambalema, se pudo determinar que la mayor parte de la afectación que presente el inmueble patrimonial es debida al deterioro, desprendimiento y pérdida de elementos constructivos que componen la estructura de la cubierta, generando otro tipo de lesiones a la vivienda, las cuales aceleran el deterioro y desgaste de las estructuras de entrepisos y entramados de cubierta (hechos en madera) e impidiendo la accesibilidad al segundo piso de la estructura.

En tal sentido, este estudio patológico propone una intervención tipo RESTAURACIÓN toda vez que se reparara un elemento en concreto el cual contiene un valor histórico o artístico al país. Dicha restauración se basa en el Artículo 27 de la Resolución 983 del 20 de mayo de 2010, a través del cual el Ministerio de Cultura podrá reglamentar los casos de intervenciones mínimas de Bienes de Interés Cultural que no requieren autorización previa expresa mediante acto administrativo. Dentro de las intervenciones mínimas que pueden efectuarse en bienes de interés cultural el mencionado artículo cita: “Obras de primeros auxilios tales como apuntalamiento de muros o elementos estructurales, sobrecubiertas y cerramientos provisionales que eviten el saqueo de elementos y/o partes del inmueble, carpinterías, ornamentaciones, bienes muebles, entre otro, siempre y cuando no altere la integridad del bien.” Dicho artículo también contempla la realización de primeros auxilios toda vez que el inmueble se encuentra en ruinas, generados por agentes naturales o acciones humanas.

Según lo anterior, se propone la realización de una sobrecubierta liviana con el fin de salvaguardar la estructura y mitigar los daños asociados a humedades por filtración, buscando que en su aplicación se genere el menor impacto ambiental, social y presupuestal, así como la mínima afectación a la edificación. Este tipo de intervención no necesitara de la ocupación total

del inmueble, pudiendo disponerse parcialmente de espacios que cuenten con condiciones de seguridad óptimas para el personal de obra y de esta manera resguardar esta estructura patrimonial.

Es importante resaltar que este tipo de estructuras, avalados como patrimonio histórico, se intervienen por medio de una restauración, un antecedente reciente de este tipo de intervenciones corresponde al proyecto: “Estudio Patológico Casona Francisco Mariño, ubicada en la carrera 10 N° 3 – 03 del Municipio de Tibasosa Departamento de Boyaca” (Acevedo, López, & Ruiz, 2016); esta estructura presentaba daños producidas por aguas de lluvias, por lo cual se propuso la realización de una sobrecubierta en lámina de zinc, con el objetivo de aislar la cubierta para realizar las obras a lo largo de esta sin exponer el inmueble.

La sobrecubierta propuesta para la Casa Inglesa, se realizará siguiendo el proceso constructivo que se describe a continuación:

1. Para la realización de los apuntalamientos se deberán localizar los puntos a apuntalar, los cuales se evidencian en el plano de propuesta de intervención (Figura 57).
2. Este apuntalamiento se realizará con madera de la región, la cual debe estar libre de parásitos, así mismo, se deberá de preservar la madera contra plagas según las normas correspondientes.
3. Se realizará un cerramiento provisional exterior en lona verde (H:200 m), en forma perimetral a la estructura de intervención, manteniendo una franja libre que permita la movilidad del personal de obra.
4. Para el debido proceso de la implementación de los apuntalamientos y sobrecubierta se ejecutará un suministro e instalaciones de elementos

provisionales eléctricos e hidráulicos que permitan el desarrollo de las actividades.

5. Se realizará la debida limpieza y desmonte de las tejas de barro con el fin de asegurar la zona, disponiéndolas en un área segura y autorizada para tal fin.
6. Una vez realizadas las actividades anteriores, se dispondrá de la ejecución de fumigación y desinfección de la estructura a intervenir, con el fin de prevenir la presencia de insectos, roedores o demás agentes vivos que estén presentes en el inmueble.

Se contempla que esta sobrecubierta sea en teja plástica de PVC, con Filtros UV que protejan de la radiación y su soporte se apoye sobre las estructuras empleadas para el apuntalamiento. Esta sobrecubierta tendrá un área aproximada de 2600,02 m², área suficiente para eliminar todo tipo de ingreso de aguas lluvias por escorrentía superficial. Así mismo, estará conectada con la estructura de apuntalamiento y un sistema de canales y tuberías que permitirán la conducción de aguas pluviales. En las Figuras 57 a la 61 se muestran los planos de la propuesta de intervención descrita en este apartado.

Figura 56.

Plano de cubierta.

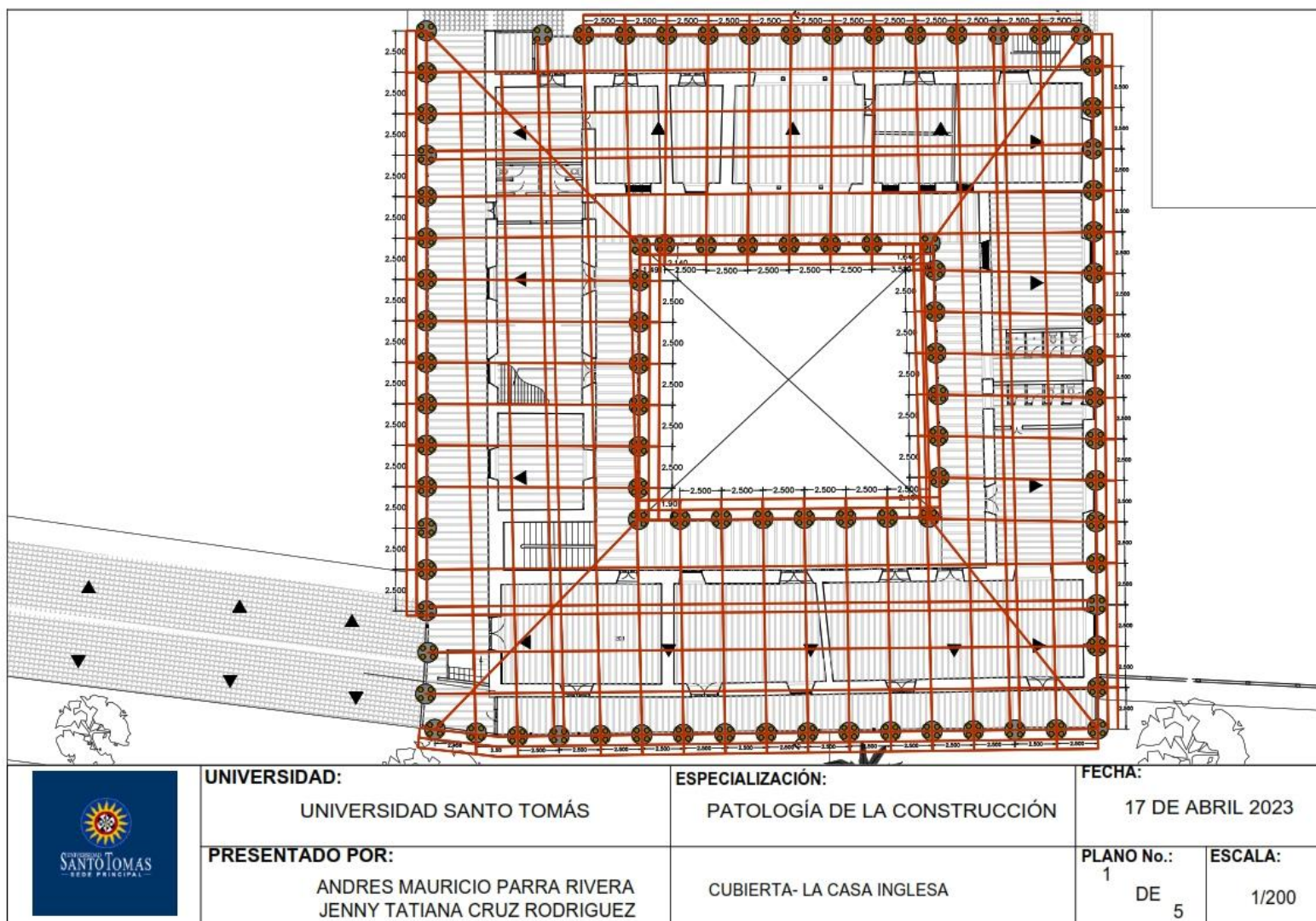


Figura 57.

Plano de sobrecubierta (Fachada 1).

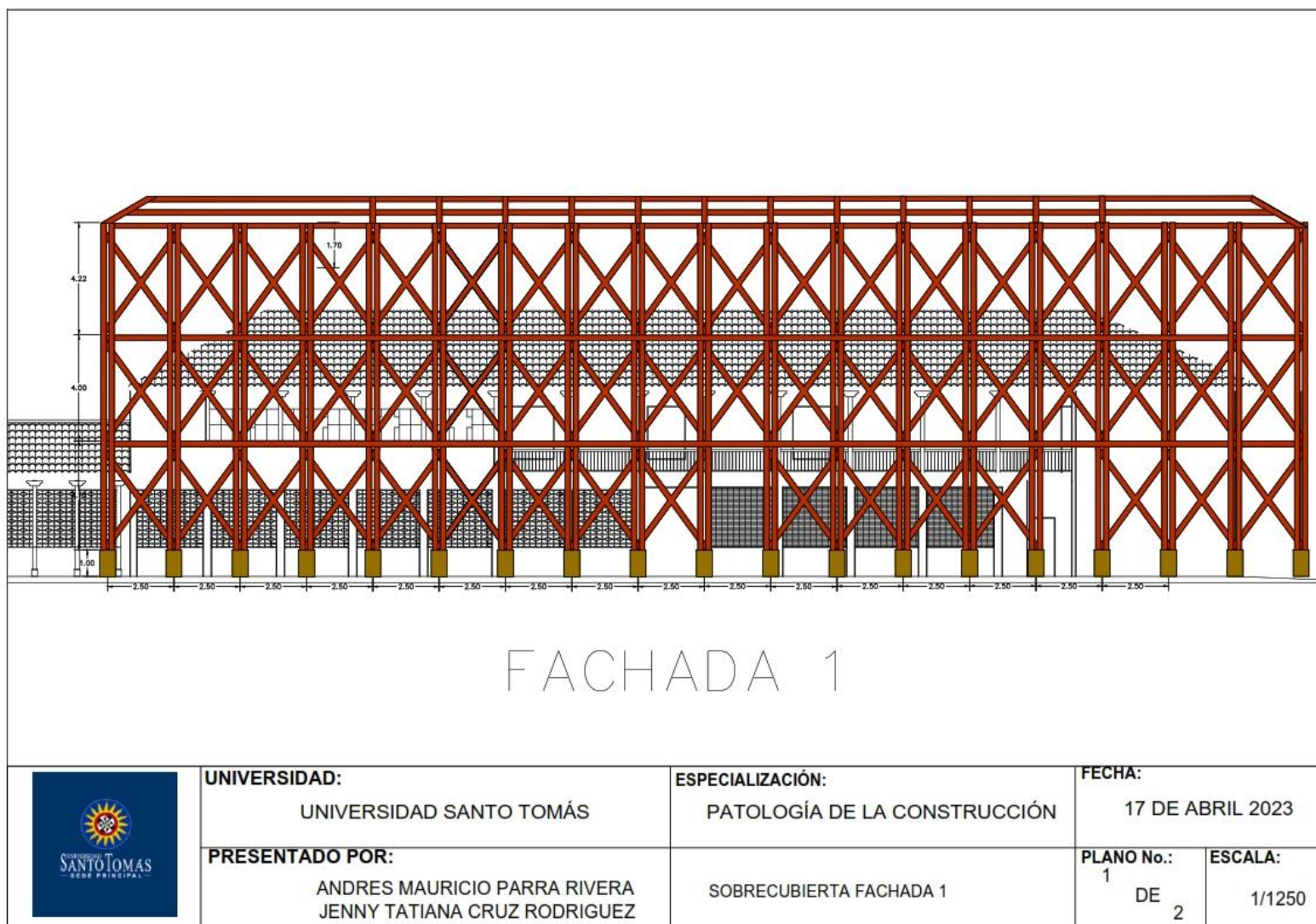


Figura 58.

Plano de sobrecubierta (Fachada 2).

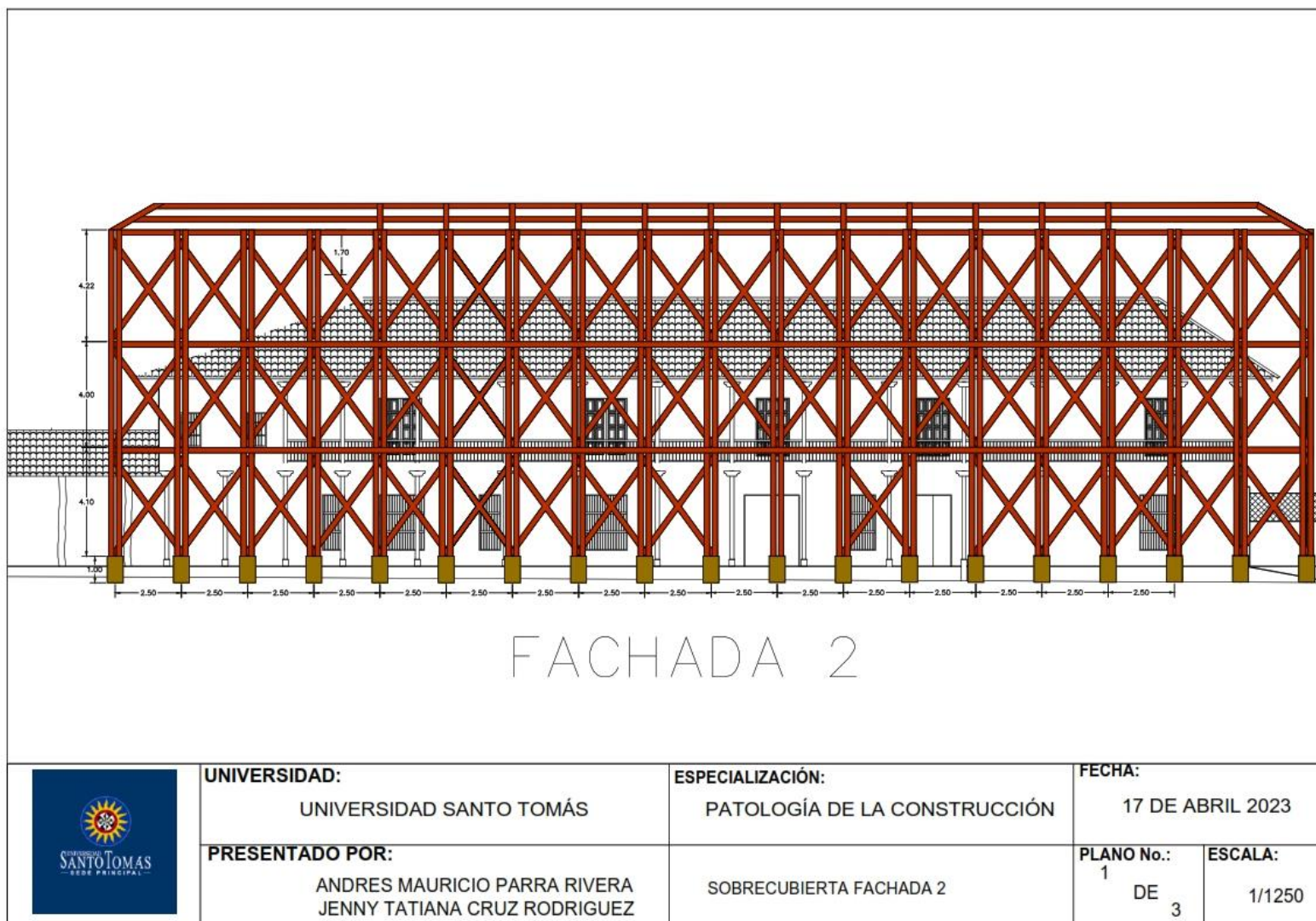


Figura 59.

Plano de sobrecubierta (Fachada 3).

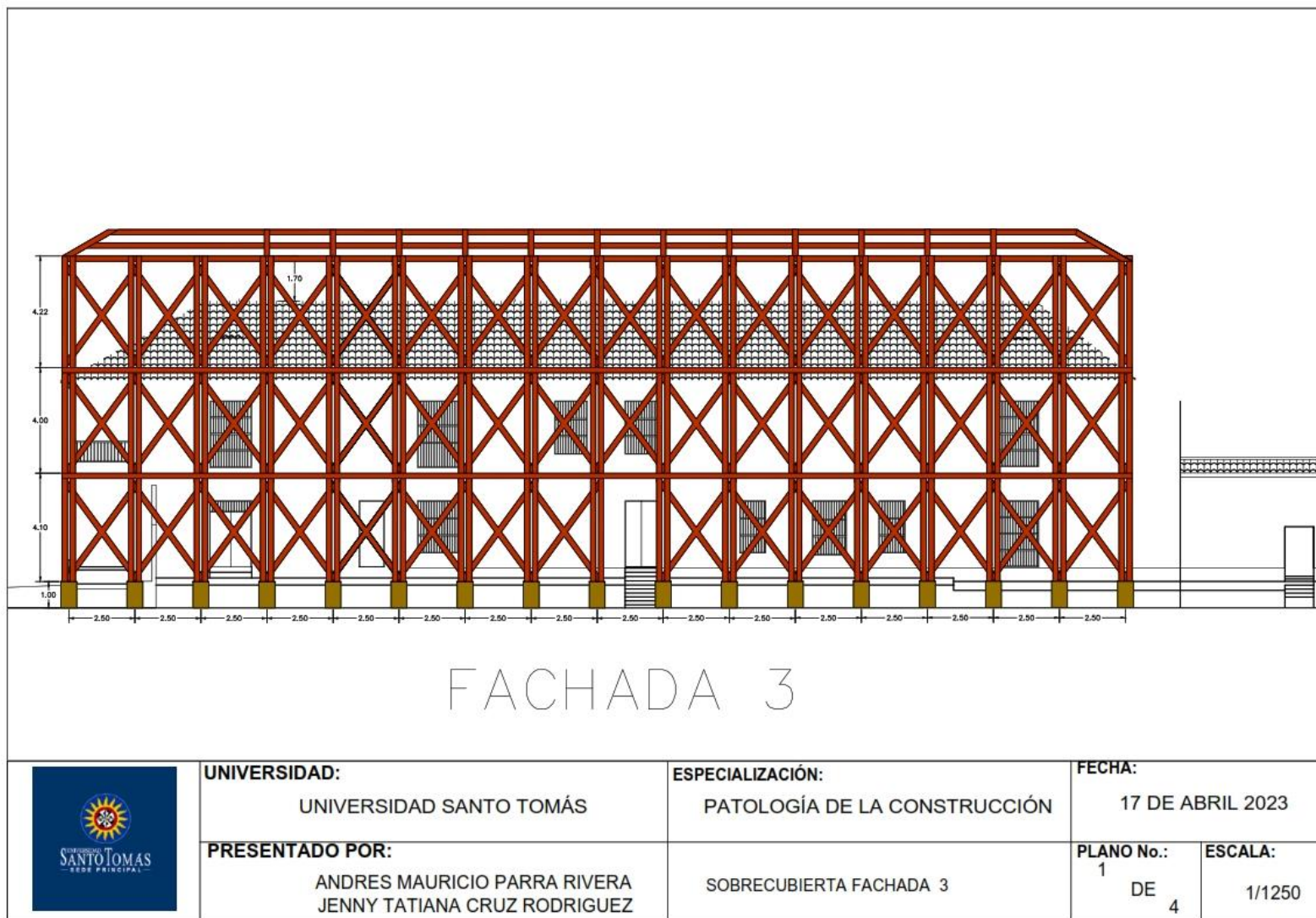
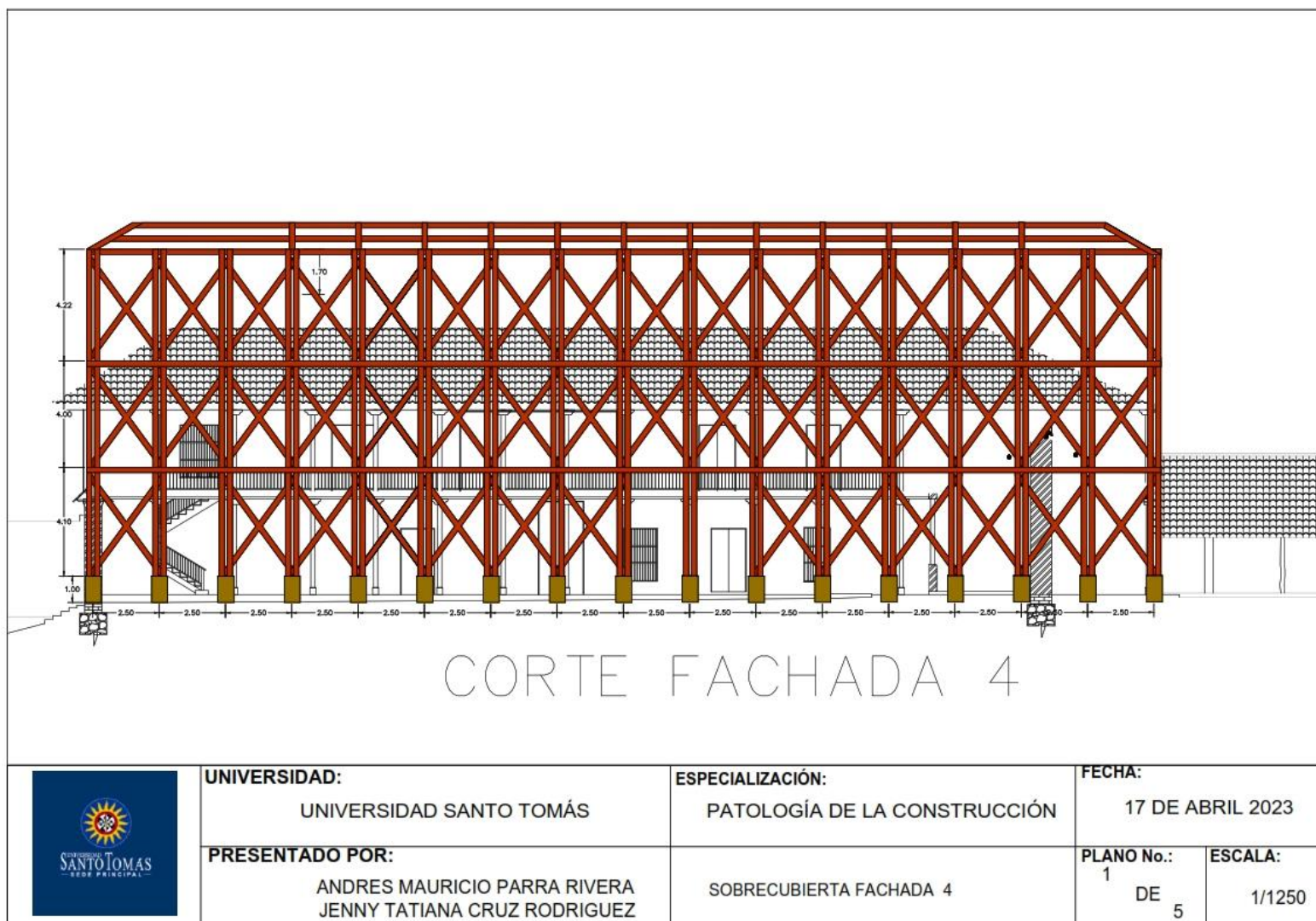


Figura 60.

Plano de sobrecubierta (Corte Fachada 4).



9. Presupuesto y Cronograma

De acuerdo al estudio patológico realizado en la Casa Inglesa, se propone una intervención tipo RESTAURACIÓN la cual tiene un valor de 437.459.501 pesos colombianos y un tiempo de ejecución de 4 meses, dentro del cual se contempla la ejecución de cerramiento provisional en zona exterior, localización de puntos a apuntalar y limpieza y desmonte de las tejas de barro con el fin de asegurar la zona. Una vez culminadas las actividades anteriores, se realizará la fumigación y desinfección de la estructura a intervenir y finalmente se instalará una sobrecubierta de un área aproximada de 2600,05 m² en tejar plástica de PVC; así mismo, se implementará un sistema de canales y tuberías que permitan la conducción de aguas pluviales. En la Tabla 9 se muestra el presupuesto de la propuesta de intervención.

Tabla 9

Presupuesto de la propuesta de intervención.

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	VR. UNIT	VR.TOTAL
1	PRELIMINARES				37.344.087,26
1.1	Desmonte de la Cubierta Existente	M2	2600,02	14.363	37.344.087
2	CUBIERTAS				289.210.255,98
2,1	CERCHA EN CAJON PHR-C 220X80X2,0	ML	642,31	77.607	49.847.752
2,2	CORREA EN PERFIL ABIERTO HR C120x 60mm -2.0MM C.14	ML	2502,58	41.696	104.347.576
2,3	TENSOR ESTR.VARILLA DIAMETRO 3/8"	ML	271,66	4.758	1.292.558
2,4	TEJA ARQUITECTONICA MASTER 1000 CAL.28	M2	2600,02	30.125	78.325.603
2,5	CABALLETE EN LAMINA GALV CAL 22 A= 0.50 M	ML	470,73	27.955	13.159.257
2,6	CANAL LAMINA GALVANIZADA CAL.22	ML	679,7	55.282	37.575.175
2,7	BAJANTE AGUAS LLUVIAS PVC 4"	ML	247,47	18.840	4.662.335
3	Carpintería Madera				5.626.974,77
3,1	Tallo de Guadua (4 años)	ML	198,4	28.362	5.626.975
4	Concretos				4.325.990,40
4,1	Dados en concreto de 300psi de 0,6*0,6*0,8 m	ML	9,216	469.400	4.325.990
	VALOR COSTOS DIRECTOS				336.507.308

Tabla 9 (Continuación).

Presupuesto de la propuesta de intervención.

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	VR. UNIT	VR.TOTAL
	COSTOS INDIRECTOS				
			VALOR COSTOS DIRECTOS		336.507.308
			ADMINISTRACION	20,00%	67.301.462
			IMPREVISTOS	2,00%	6.730.146
			UTILIDAD	8,00%	26.920.585
			TOTAL AIU	30,00%	100.952.193
			IVA SOBRE LA UTILIDAD	0,00%	-
			VALOR TOTAL PRESUPUESTO		437.459.501

En la Tabla 10 se muestra el cronograma de actividades necesarias para llevar a cabo la propuesta de intervención.

Tabla 10

Cronograma de actividades de la propuesta de intervención.

[illegible]

10. Conclusiones y Recomendaciones

1. Se realizó el estudio patológico del bien denominado Casa Inglesa ubicado en el municipio de Ambalema– Tolima, mediante la recopilación de información brindada por la alcaldía del municipio, además, se recurrió a la inspección técnica y la recopilación de muestras para toma de ensayos, con el fin de generar el diagnóstico al inmueble en mención.

2. Una vez realizada la inspección visual en la estructura, se pudieron identificar y caracterizar las lesiones presentes, lo que permitió determinar que el paciente se encuentra en un estado regular, debido a la ausencia de la cubierta y la falta de mantenimiento.

3. Durante el estudio patológico se pudo determinar que más del 50% de la cubierta se encuentra colapsada, generando lesiones por humedades de tipo filtración.

4. Con el fin de determinar qué tipo de materiales constructivos se implementaron para la construcción de este inmueble, se realizaron ensayos de auscultación, resistencia a la compresión, absorción y contenido de materia orgánica de los materiales empleados.

5. Una vez, realizado el diagnóstico de la casa inglesa de Ambalema, se estableció una propuesta de intervención, con el fin de mitigar las lesiones más latentes de la estructura en estudio.

6. Teniendo en cuenta que el bien se encuentra denominado como patrimonio cultural, se determinó una intervención de primeros auxilios mediante una sobrecubierta, la cual se realizará bajo las consideraciones del Artículo 27 de la Resolución 0983 del 20 de mayo de 2010.

7. Se recomiendan acciones de mantenimiento preventivo y correctivo para evitar la evolución de las lesiones, evitando así un mayor deterioro sobre el inmueble.

11. Referencias

- Acevedo, G., López, O., & Ruiz, D. (2016). *Estudio Patológico Casona Francisco Mariño, ubicada en la carrera 10 N° 3 – 03 del Municipio de Tibasosa Departamento de Boyaca. Trabajo de Especialización de Patología de la Construcción*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Santo Tomás: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/9741>
- Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima. (22 de Julio de 2004). *Esquema de Ordenamiento Territorial Ambalema Tolima*. Obtenido de Alcaldía Municipal de Ambalema Tolima: <http://www.ambalema-tolima.gov.co/politicas-y-lineamientos/esquema-de-ordenamiento-territorial-ambalema-tolima>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (Enero de 2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. Bogotá: Asociación Colombiana de Ingeniería sísmica. Obtenido de Asociación Colombiana de Ingeniería sísmica: <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Comité AIS 300. (2009). *Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia*. Bogotá: AIS 300.
- Broto, C. (2005). *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción*. Barcelona: Links International.
- Calavera, J. (2005). *Patología de estructuras de hormigón armado*. España: Intemac Ediciones.
- Carrió, J., & Ramos, L. (2001). *Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. ETS Arquitectura.
- Casas, L. H. (2019). *Degradación, daños, lesiones en la edificación: El estudio patológico*. Cali: Programa Editorial Universidad del Valle.

Cedar Lake Ventures, Inc. (2022). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Ambalema*.

Obtenido de Weather Spark: <https://es.weatherspark.com/y/23328/Clima-promedio-en-Ambalema-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Chaves, P., Sánchez, R., & Díaz, J. (2019). *Estudio de Patología Geriátrica y propuesta de intervención del módulo 4 del nuevo mercado público de Lorica – Córdoba. Trabajo profesional integrado (TPI)* . Obtenido de Repositorio de la Universidad Santo Tomás de Aquino:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/16258/2019diazjosechaveztorresananchezroosvelt1.pdf?sequence=1>

Corporación Autónoma Regional del Tolima [CORTOLIMA]. (7 de febrero de 2022). *POMCA Rio Lagunilla*. Obtenido de Corporación Autónoma Regional del Tolima:

<https://cortolima.gov.co/planes-y-programas/gestion-integral-del-recurso-hidrico/3426-pomca-rio-lagunilla>

Coscollano, J. (2003). *Restauración y Rehabilitación de Edificios*. Madrid: Paraninfo.

De Porta, J. (1974). *Léxico Estratigráfico de Colombia (Volumen V, Fascículo 4B)*. Obtenido de Servicio Geológico Colombiano:

[https://recordcenter.sgc.gov.co/B23/659_19MemExPl_330_Mapiripan/Documento/pdf/Anexo1_InveRecoBibl/De%20porta%20\(1974\).%20Lexico%20Estratigrafico.%20Terciario%20y%20Cuaternario.pdf](https://recordcenter.sgc.gov.co/B23/659_19MemExPl_330_Mapiripan/Documento/pdf/Anexo1_InveRecoBibl/De%20porta%20(1974).%20Lexico%20Estratigrafico.%20Terciario%20y%20Cuaternario.pdf)

Florentín, M., & Granada, R. (2009). *Patologías Constructivas en los edificios. Prevenciones y Soluciones*. Obtenido de Centro de Estudios Virtuales de la UNA:

<http://www.cevuna.una.py/inovacion/articulos/05.pdf>

INGEOMINAS. (1993). *Estudio Geologico Geotecnico de Identificacion de Amenazas*

Geologicas en 20 Cabeceras Municipales del Departamento del Tolima (Ambalema).

Ibagué: INGEOMINAS. Obtenido de Servicio Geológico Colombiano.

INGEOMINAS. (2016). *Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa tipo Flujo en la*

Cuenca del Río Combeima – Ibagué – Tolima. Obtenido de Servicio Geológico

Colombiano:

<https://recordcenter.sgc.gov.co/B7/21003002524207/documento/pdf/2105242071103000.pdf>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (25 de Octubre de 2000).

Norma Técnica Colombiana NTC 4205. Bogotá.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2004). *Estudio General de Suelos y Zonificación*

de Tierras Departamento de Tolima. Tolima: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

(IGAC).

Lugo, Y., & Monroy, S. (2020). *Determinación de la resistencia a la compresión de muretes de*

mampostería estructural con bloques de mortero adicionados con vidrio molido como

alternativa sostenible de construcción. Trabajo de Grado para optar al título de

Ingeniero Civil. Obtenido de Repositorio de la Universidad de Cartagena:

<https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/15000/Trabajo%20de%20Grado%20YESIKA%20LUGO%20CHAPARRO%20Y%20SERGIO%20MONROY%20GUZMAN.pdf?sequence=1>

MARCIAL BLONDET- PUCP. (2010). *MANUAL DE CONSTRUCCION CON ADOBE*

REFORZADO CON GEOMALLAS . Fondo editorial de la pontificia Universidad Católica de Perú .

Monjo, J. (1997). *Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos*. Madrid.

Pérez, Y., & Páez, J. (2014). *Monografía de Compilación sobre Estudio Patológico Preliminar en Estructuras de Mampostería como Caso de Estudio la Fachada Oriental del Edificio Alberto E. Ariza (Arcos), de la Universidad Santo Tomás*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Santo Tomás:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/379/monografia%20de%20compilacion%20sobre%20estudio%20patologico%20preliminar%20en%20estructuras%20de%20mamposteria%20como%20caso%20estudio%20la%20fachada%20oriental%20edificio%20albert%20e.%20ariza%20>

Rodriguez, V. (2004). Tomo 1: El lenguaje de las grietas. En F. López, V. Rodriguez, J. Santa Cruz, I. Torreño, & P. Ubeda de Mingo, *Manual de Patología de la Edificación* (págs. 6-27). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Ruiz, D., & Martinez, G. (2015). *Estimar la vulnerabilidad intrínseca de los sistemas acuíferos presentes en el área del Municipio de Ambalema, Departamento del Tolima, Colombia. Trabajo de grado para obtener el título de especialista en Recursos Hídricos*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Católica de Colombia:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2361/1/VULNER%20ACU%C3%8D FEROS%20AMBALEMA.pdf>

Vargas, G., & Lobo, I. (octubre de 2008). *Ensayos básicos en muros de mampostería parcialmente llenos. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil*. Obtenido de Biblioteca digital de la Universidad de Los Andes:

http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde_arquivos/7/TDE-2010-05-05T04:55:05Z-862/Publico/Vargas_Lobo.pdf



Vera, M., Miranda, D., Monroy, J., Díaz, M., & Grimaldo, J. (2022). *Patología de la construcción: un ejercicio de impacto al servicio de la comunidad*. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO. Obtenido de <https://tinyurl.com/bib102105>

Zanni, E. (2008). *Patologia de la construccion y restauro de obras de arquitectura*. Córdoba: Brujas.

12. Apéndices

Apéndice A. Memoria Fotográfica de la Inspección Preliminar.

Figura A.1

Deterioro actual de la Casa Inglesa.



Figura A.2

Refuerzos realizados en la estructura de la Casa Inglesa.



Figura A.3

Lesiones provocadas por la humedad.



Figura A.4

Mal funcionamiento de los bajantes como consecuencia de la deflexión.



Figura A.5

Desprendimiento de la cerámica del piso.



Apéndice B. Planos de lesiones.

Figura B.1

Plano de lesiones de la fachada de la Casa Inglesa.

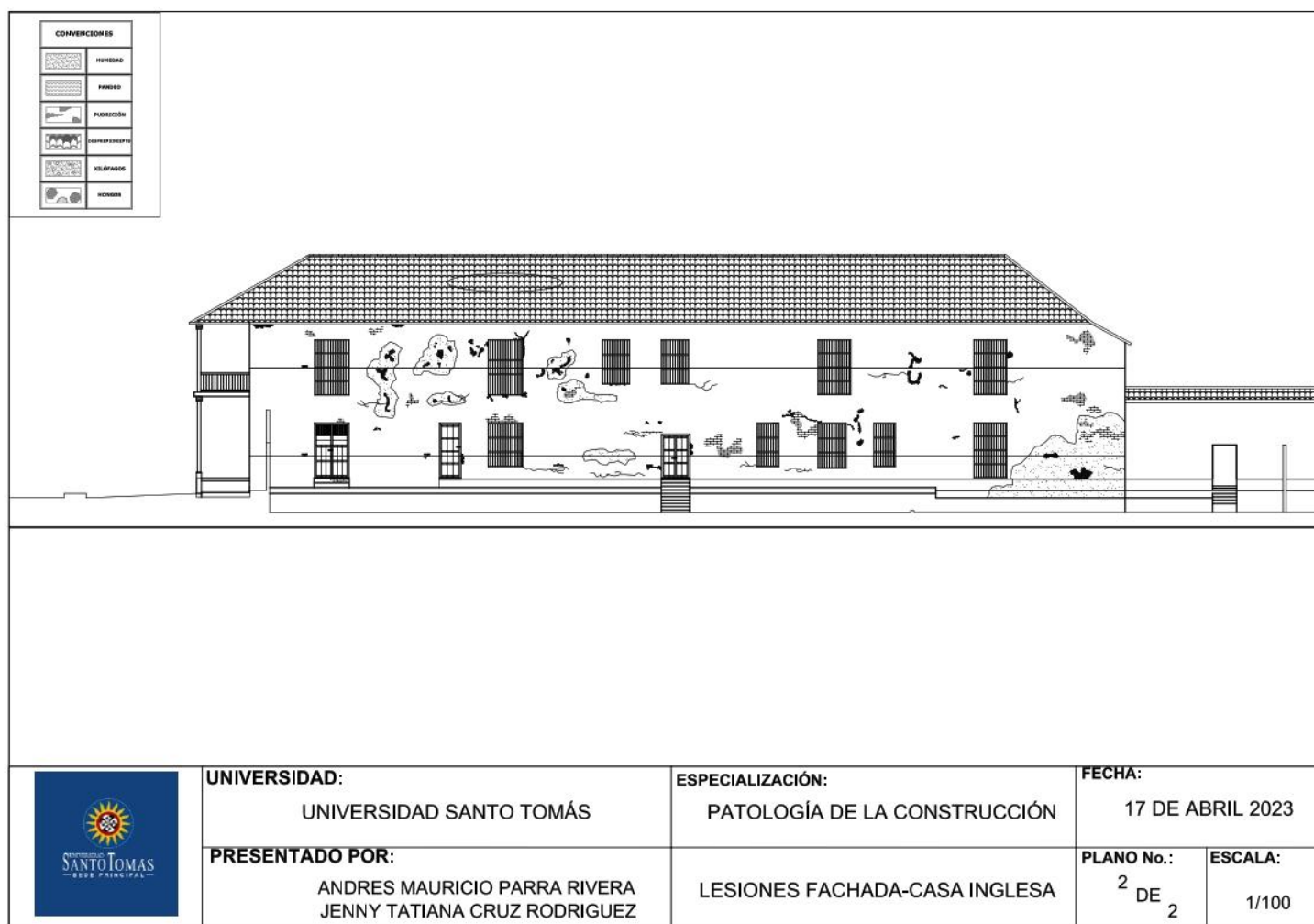
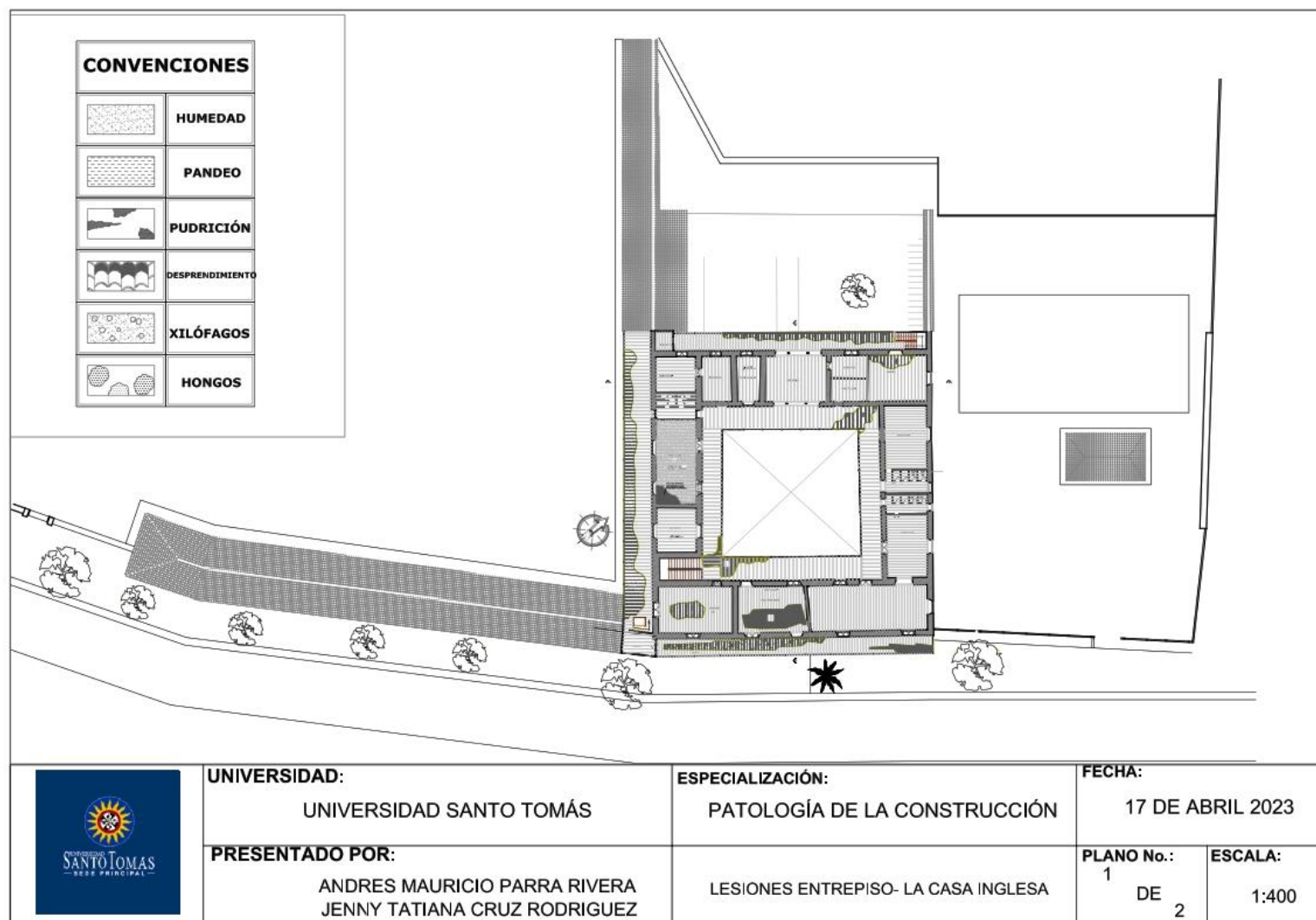


Figura B.2

Plano de lesiones entrepiso de la Casa Inglesa.



Apéndice C. Autorización a la Alcaldía del Municipio para el ingreso a la edificación.

Ibagué, 17 de abril 2023

Señores:

Alcaldía de Ambalema

Planeación del municipio de Ambalema

ventanillaunica@ambalema-tolima.gov.coplaneacion@ambalema-tolima.gov.co

Ambalema-Tolima.

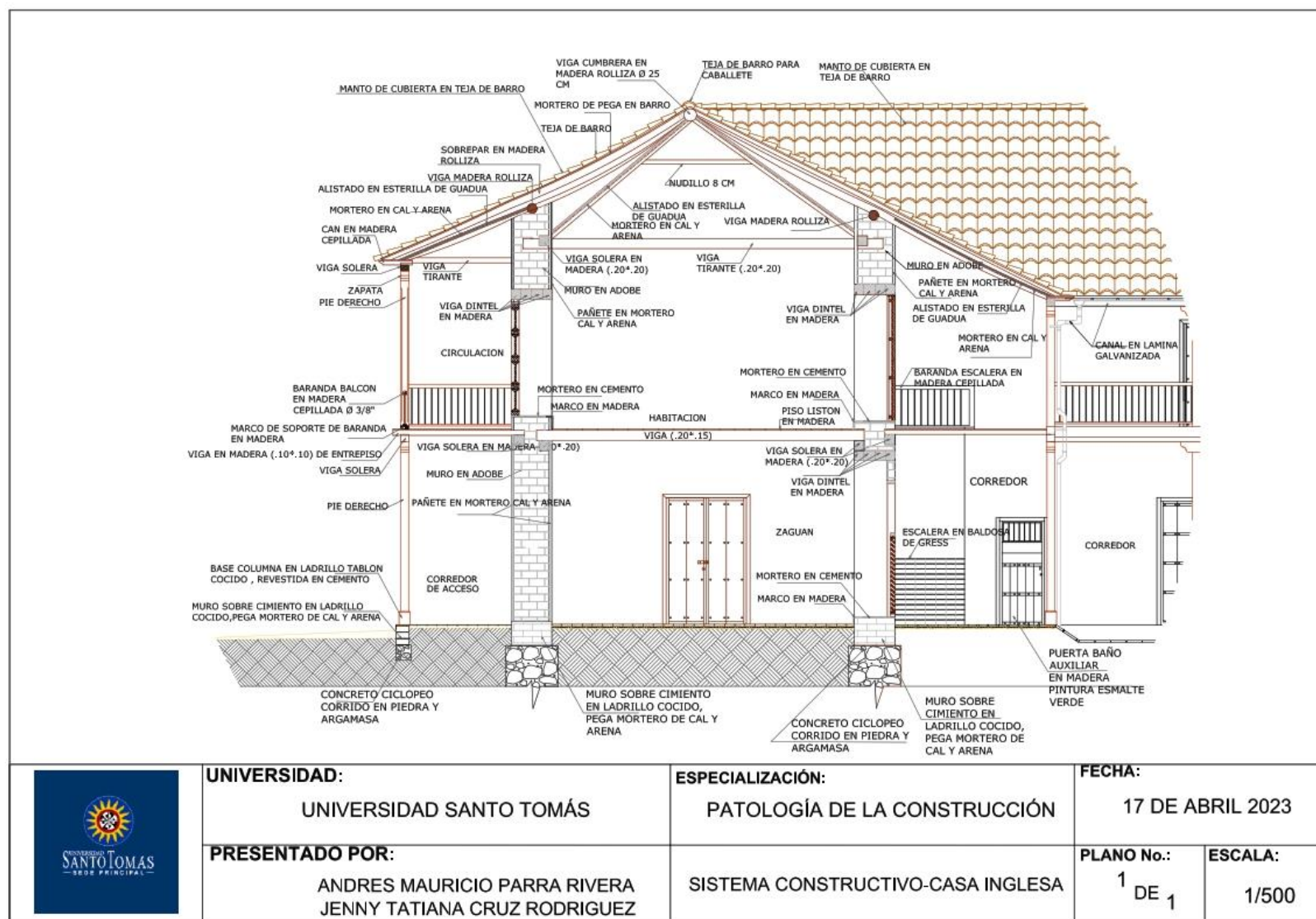


ASUNTO: Solicitud de permiso de ingreso para estudio patológico de la Casa Inglesa, patrimonio histórico del municipio de Ambalema, Departamento del Tolima.

Respetuosamente nos dirigimos a ustedes, con la finalidad de solicitar el permiso de ingreso para el estudio patológico de la Casa Inglesa, patrimonio histórico del municipio de Ambalema, Departamento del Tolima, lo anterior obedece, a la necesidad de realizar el trabajo de grado de la especialización Patología de la construcción en la universidad SANTO TOMAS sede Ibagué, el cual se basa en el análisis de las lesiones patológicas que se encuentran en la estructura en mención.

Datos Personales:**Nombre:** Jenny Tatiana Cruz Rodríguez.**C.C.** 1.110.582.521.**Universidad:** SANTO TOMAS.**Especialización:** patología de la construcción.**CEL:** 3188712046.**Nombre:** Andrés Mauricio Parra Rivera.**C.C.** 1.117.502.436.**Universidad:** SANTO TOMAS.**Especialización:** patología de la construcción.**CEL:** 315 7354909.

Apéndice D. Plano de elementos del sistema constructivo de la Casa Inglesa.



Apéndice E. Planos de la Casa Inglesa.

Figura E.1

Plano de Cubierta

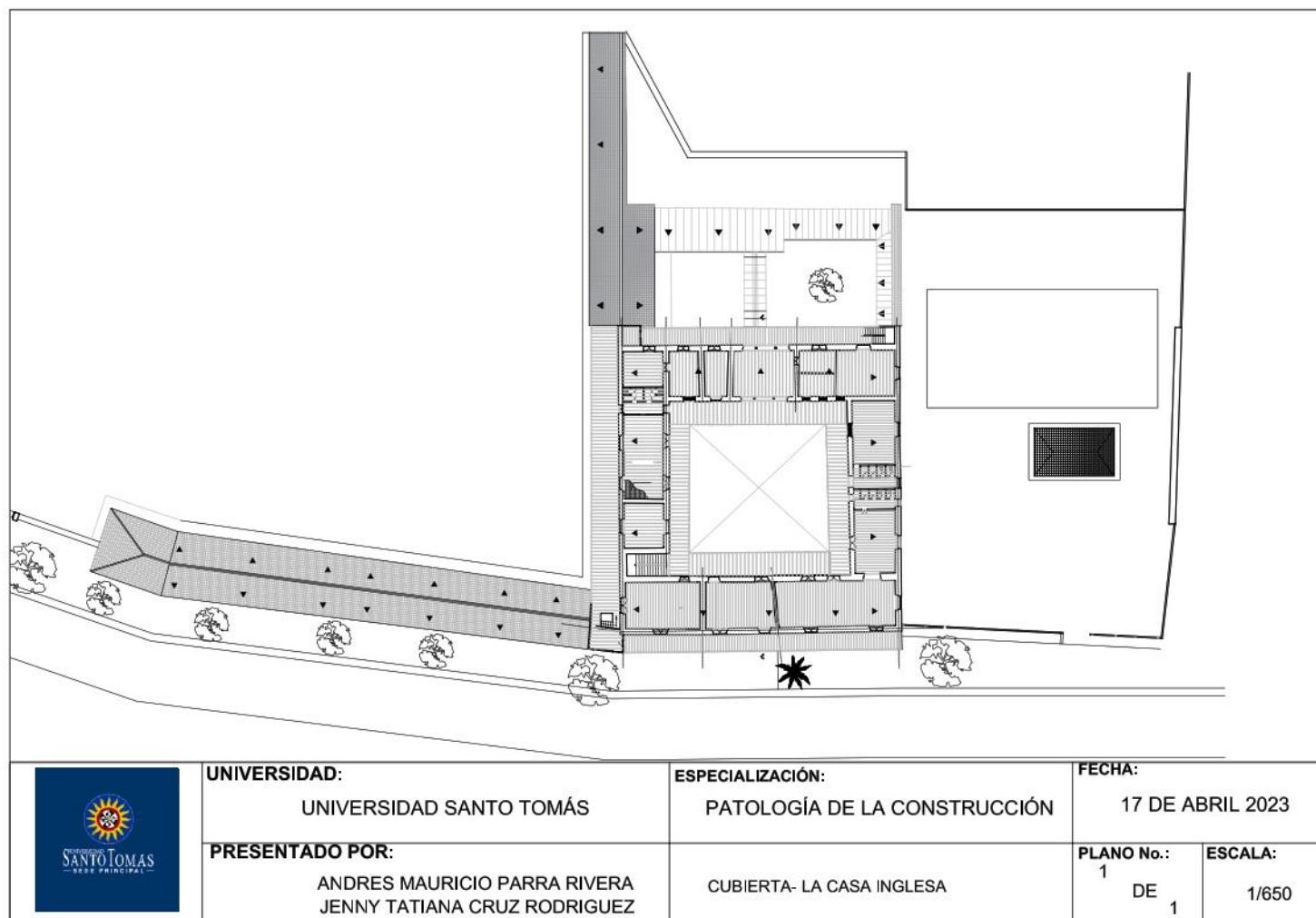


Figura E.2

Plano de Fachada 1.

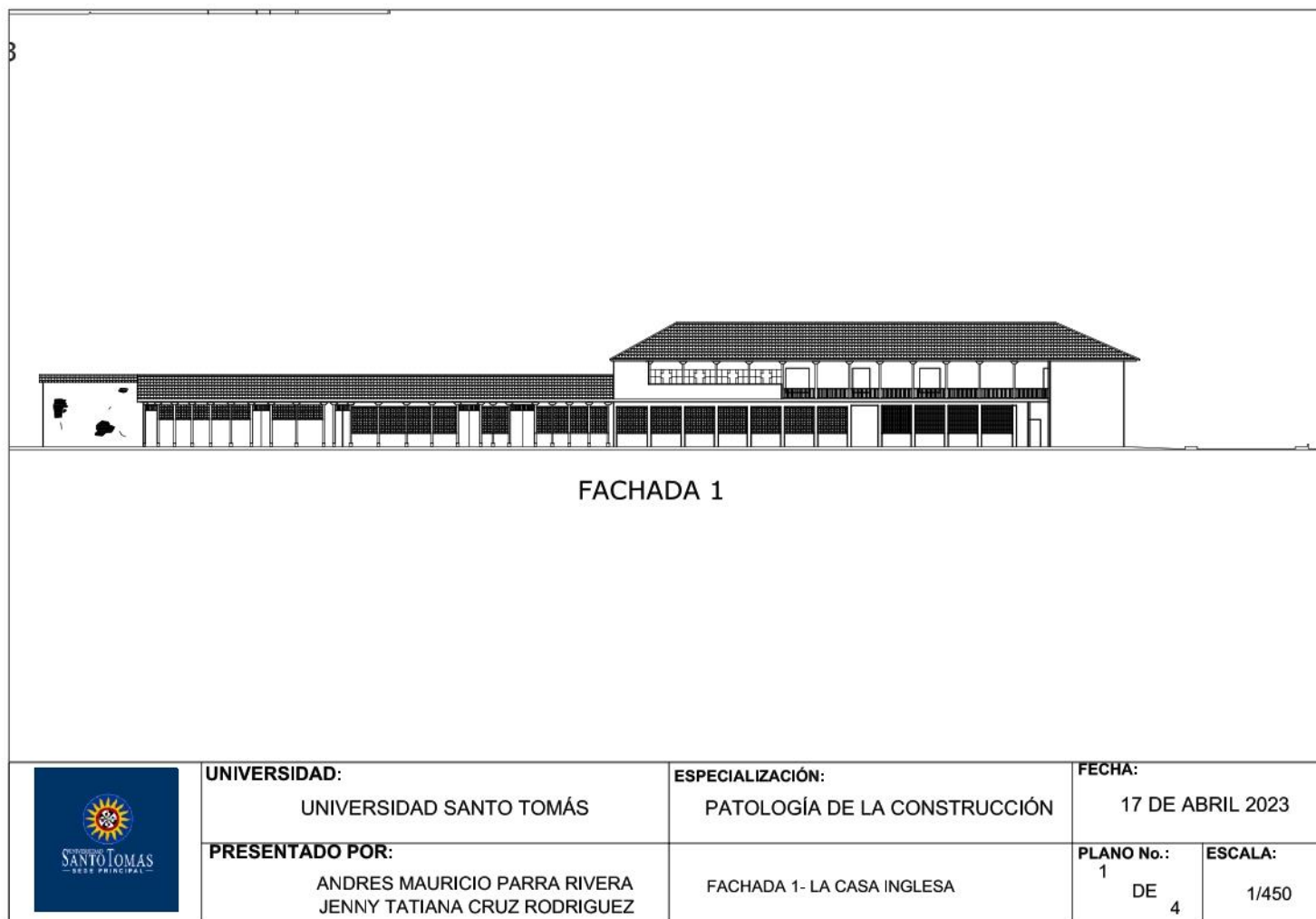


Figura E.3

Plano de Fachada 2.

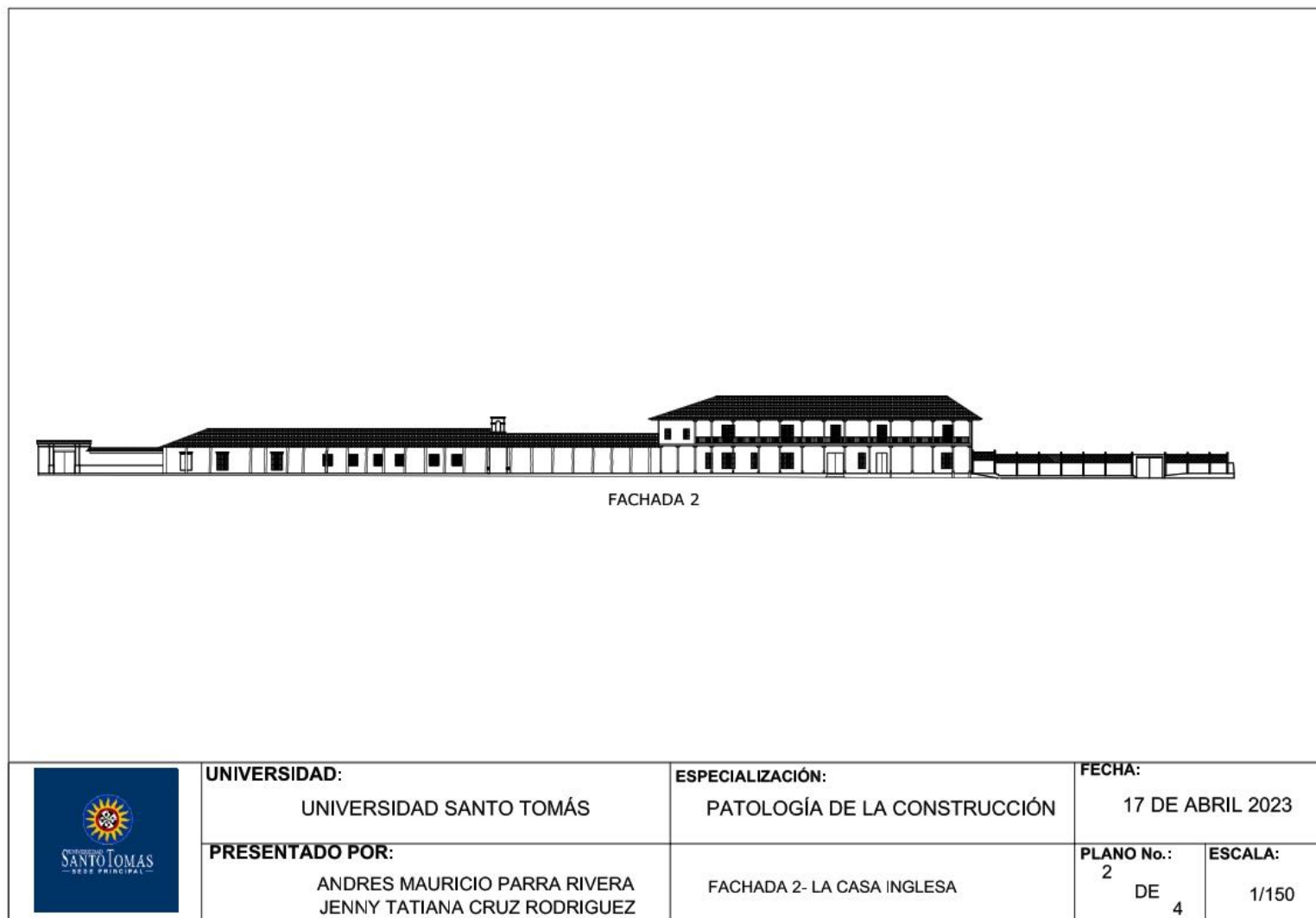


Figura E.4

Plano de Fachada 3.

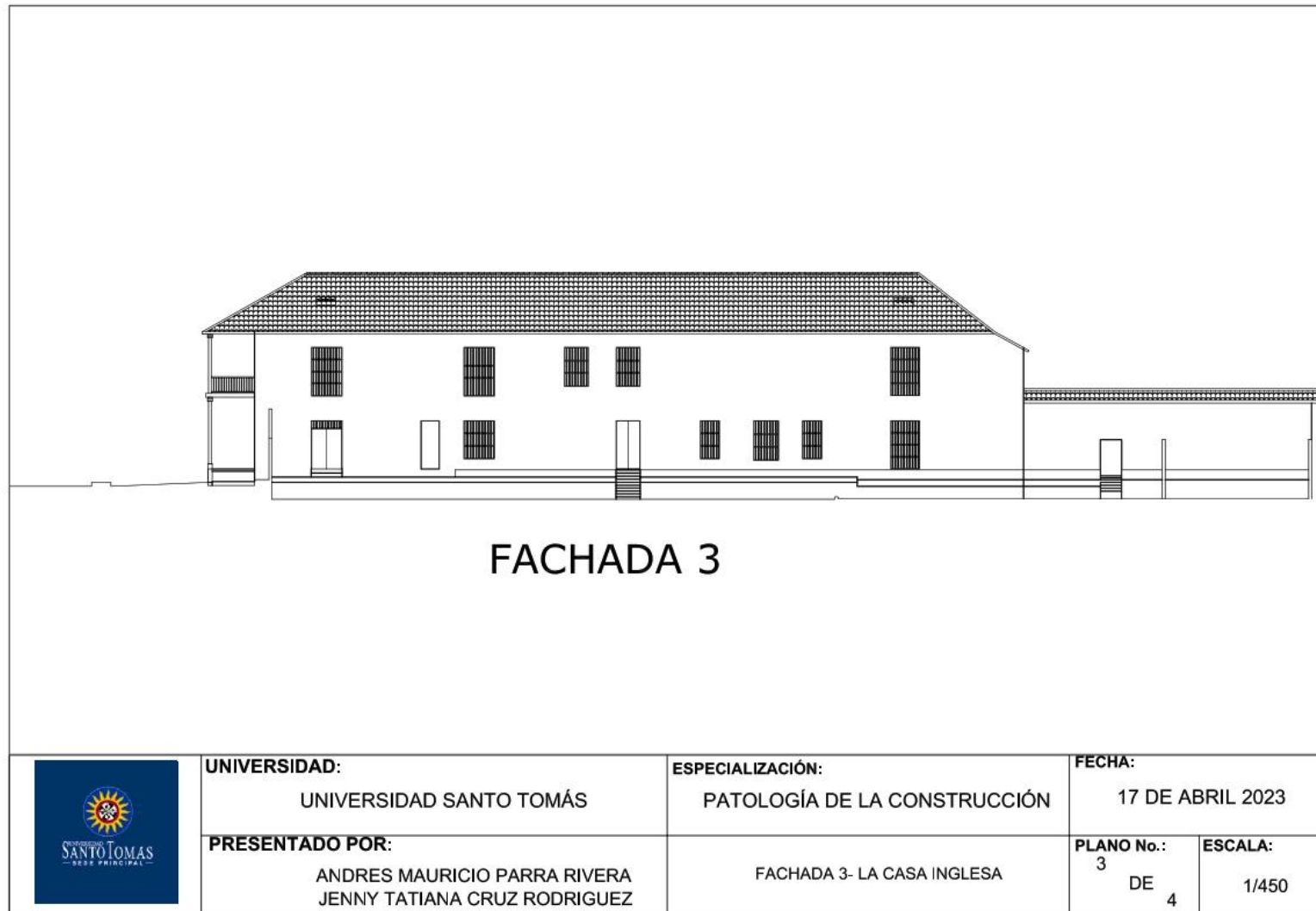


Figura E.5

Plano de Fachada 4.

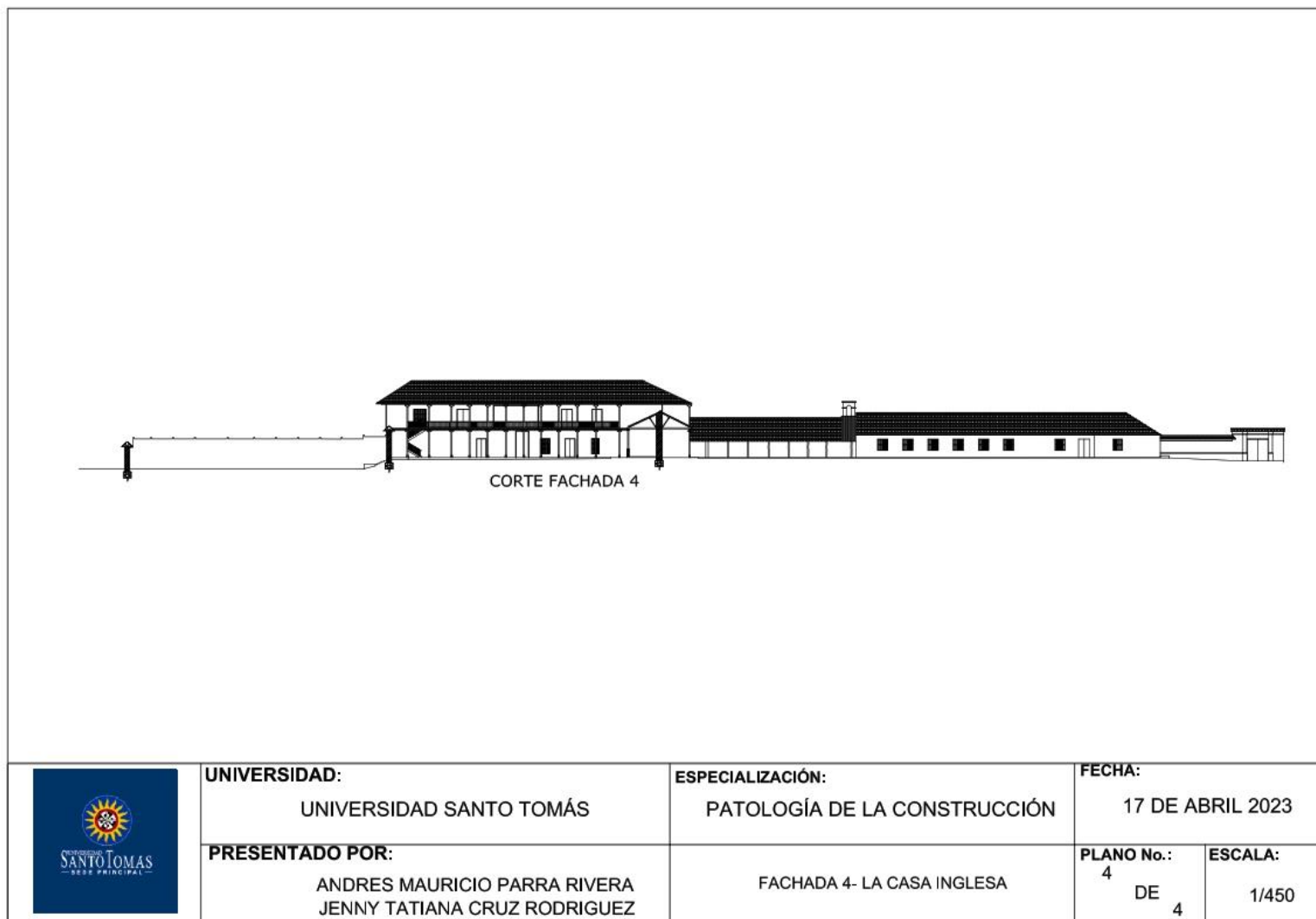
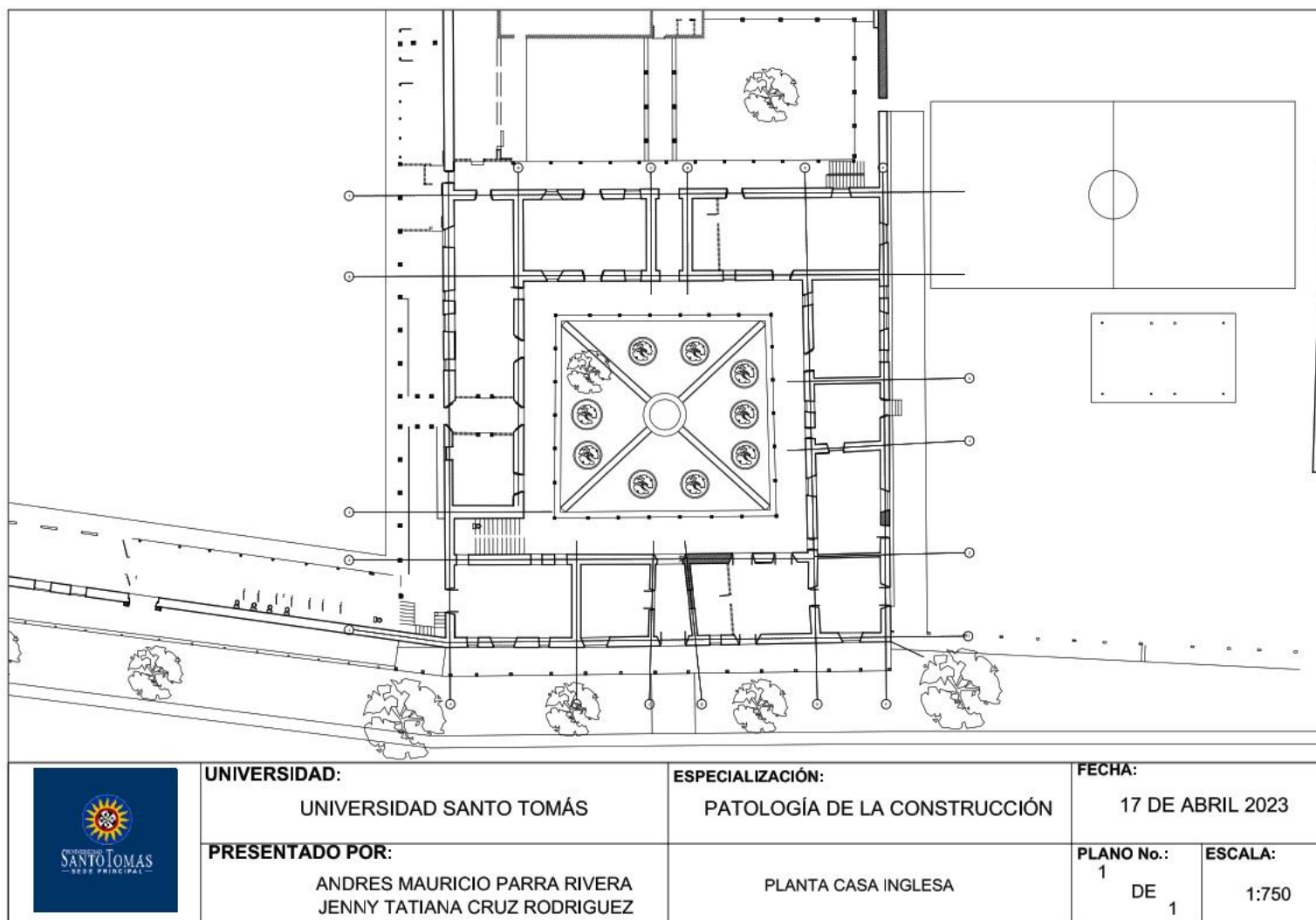


Figura E.6

Plano de Planta.



Apéndice F. Ensayos realizados al paciente.***F.1 Ensayo de Resistencia a la Compresión***

Este ensayo se realizó con el fin de establecer si los ladrillos de adobe de la edificación están cumpliendo los requisitos mínimos establecidos por la Normativa Técnica Colombiana NTC 4205 para ladrillos y bloques cerámicos utilizados como unidades de mampostería. El día 26 de abril de 2023 se extrajeron ladrillos en adobe que componen los muros de la Casa Inglesa de Ambalema Tolima, para analizar su estado, los cuales se encontraban a la intemperie.

El ensayo se realizó mediante el siguiente procedimiento:

1. Se realizó la extracción de los elementos sin afectar los muros que componen la vivienda.
2. A continuación, se llevaron las muestras al laboratorio INGEOTOL (Figura F.1)

Figura F.1

Muestra (ladrillo de adobe) en estado natural.



3. Posteriormente se realizó la limpieza de estos elementos, ya que presentaban musgo e impurezas (Figura F.2).
4. Se tomaron las dimensiones de las piezas haciendo uso del calibrador vernier.
5. Se llevan las piezas a la máquina de pruebas para realizar el ensayo.

Figura F.2

Limpieza del ladrillo de adobe para el ensayo.



Resultados:

Se obtuvo un valor de resistencia a la compresión de 17,74 MPa en ladrillos de adobe con las siguientes dimensiones: 14.3 cm x 15.6 cm x 6.6 cm. Comparando el valor obtenido con lo establecido en la NTC 4205 (Propiedades físicas en las unidades de mampostería no estructural) (Tabla F.1), se puede concluir que la resistencia a la compresión de la muestra ensayada se encuentra por encima del mínimo exigido por lo que cumple con la normativa técnica.

Tabla F.1

Propiedades físicas en las unidades de mampostería no estructural NO

Tipo	Resistencia mínima ¹⁾ a la compresión Pa (kgf/cm ²)		Absorción de agua máxima en %			
			Interior		Exterior	
	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad
PH	3,0 (30)	2,0 (20)	17	20	13,5	14
PV	14,0 (140)	10,0 (100)	17	20	13,5	14
M	14,0 (140)	10,0 (100)	17	20	13,5	14

¹⁾ Para el caso de ladrillos de perforación vertical, los valores establecidos corresponden a Resistencia Neta mínima a la compresión, en los otros casos corresponden a Resistencia Bruta.

PH = unidad de mampostería de perforación horizontal (ladrillo y bloque)

PV = unidad de mampostería de perforación vertical (ladrillo y bloque)

M = unidad de mampostería maciza (ladrillo)

Nota. Adaptado de *Norma Técnica Colombiana NTC 4205* de Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 2000.

F.2 Ensayo de Absorción de Agua

Al igual que para el ensayo de compresión simple, se analizaron las muestras de ladrillos tomadas con la finalidad de examinar si cumplen con los criterios de la norma NTC 4205 en términos de absorción de agua máxima. Cabe destacar que, al tratarse de ladrillos expuestos a la intemperie, han absorbido humedad, lo que ocasionó fracturas, así como un recubrimiento de moho cargado de microorganismos vivos que puede causar afecciones respiratorias como asma, alergia, congestión nasal, sibilancias, así como enrojecimiento o picazón en los ojos o la piel a las personas expuestas.

Resultados:

Se obtuvo un valor de 14% de porcentaje de absorción, el cual coincide con el valor máximo estipulado en la norma NTC 4205 (Tabla F.1), por lo tanto, se puede decir que la muestra de ladrillo analizada cumple con la normativa técnica vigente. También queda en evidencia que este material tiene una alta absorción de humedad, lo cual ha generado lesiones por condensación que traen como consecuencias desprendimiento del pañete, soplos en la pintura así como la proliferación de hongos y la propagación de otras lesiones.

En la Figura F.3 se muestran las planillas de resultados de los ensayos de resistencia a la compresión simple y absorción, generadas por el laboratorio Ingeotol.

F.3 Ensayo de Presencia de Impurezas Orgánicas

Resultados:

Los materiales analizados en este ensayo cuentan con altas trazas de materia orgánica (Figura F.4), lo que ha perjudicado a la estructura debido a la pérdida de las propiedades de dichos materiales de construcción, principalmente por presencia de hongos que han deteriorado los ladrillos de adobe a través de los años.

Figura F.3

Resultados del Ensayo de Absorción de Agua y Resistencia a la Compresión en Unidades de Mampostería de Arcilla.

INGENIERÍA DE CALIDAD		ABSORCIÓN DE AGUA Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE MAMPOSTERÍA DE ARCILLA - NTC 4017:2018					F - EN - 34 V01	
							PÁGINA	1 DE 1
PROYECTO:	CASA INGLESA					FECHA DE RECEPCIÓN:	26/04/2023	
SOLICITANTE:	TATIANA CRUZ					FECHA DE ELABORACIÓN:	3/05/2023	
DESCRIPCIÓN:	MAMPOSTERÍA EN ARCILLA							

ID Especimen	1	2	3	4	5	Ref. tipo unidades		
Tipo de unidad	M	M				M - Macizo		
Dimensiones (mm)	Largo	143	-			PV - Perforación Vertical		
	Ancho	150	-					
	Alto	80	-					
Peso del especimen (N)	Sat. sup. seco (SSS)	-	3026			PH - Perf. Horizontal		
	Sat. y suspendido en agua (SS)	-	1479					
	Seco (s)	-	2664					
Carga (KN)	395.65	-				PRO MEDIO Especificación N/A		
Volumen Neto (cm ³)	N/A	1547						
Área neta promedio Anp (cm ²)	N/A	N/A						
Resistencia a la compresión (Mpa)	17.74	N/A						
Resistencia Neta a la compresión (Mpa)	N/A	N/A				N/A	Min	N/A
% Absorción	N/A	14%				14%	Max	N/A



María Lucía Ramírez B.



Hector Garcia M.

Figura F.4

Resultados del Ensayo de Presencia de Impurezas Orgánicas.

	PRESENCIA DE IMPUREZAS ORGÁNICAS INV E 212 - 13	F - EN - 17 V01	
		PAGINA	1 DE 1

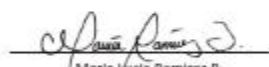
PROYECTO: CASA INGLESA

SOLICITANTE: TATIANA CRUZ

DESCRIPCION: ADOBE

FECHA DE ELABORACION: 3/05/2023

Suelo en solución de Hidróxido de Sodio al 3%	Conclusión
	La muestra evidencia altas trazas de Materia Orgánica Placa Orgánica No. 4


 Mario Lucio Ramírez B.


 Hector García M.

F.4 Estudio de Auscultación.

Procedimiento:

Teniendo en cuenta que la vivienda presenta diferentes lesiones por desprendimiento continuo, se optó por ejecutar un ensayo tipo auscultación en el muro ubicado en el eje 1A – 1F. El procedimiento se realizó mediante una espátula, con la cual se tomó una muestra del muro para determinar la presencia de oquedades y zonas débiles, e identificar el tipo de material de construcción. El estudio se realizó mediante el siguiente procedimiento:

1. Se ubicó el muro.
2. Se realizó el proceso de auscultación del muro por medio de una espátula (Figura F.5).
3. Se procedió a la toma de muestra de los materiales que componen el revestimiento con el fin de realizar el ensayo de contenido de materia orgánica (Figura F.6).

Figura F.5

Procedimiento aplicado en el estudio de auscultación.



Figura F.6

Muestra de material de revestimiento.

***Resultados:***

1. Lo elementos constructivos del muro son la guadua y el revestimiento en barro y estiércol (Figura F.7).

Figura F.7

Elementos constructivos del muro.



2. Se observo que la guadua presenta daños producidos por organismos vivos como hongos y organismos xilófagos. Así mismo, el material de revestimiento (barro y



estiórcol) contiene humedad lo cual genera desprendimiento de acabado continuo (pintura).

3. Se determinó que la vivienda se encuentra construida en bahareque, elementos constructivos que presentan lesiones producidas por la humedad.