

Estudio patológico para evaluación de factibilidad de remodelación y ampliación casa  
campestre la fortaleza – Iza (Boyacá)  
Segunda Entrega

Presentado por:  
Levir Alirio Avellaneda Nossa

Asesora:  
Ingeniera Diana Milena Zambrano Vásquez

Universidad Santo Tomás  
Facultad de Ingeniería Civil  
Especialización en Patología de la Construcción  
2025

## 1. Contenido

Resumen.....	4
Palabras Clave.....	4
Abstract.....	4
Keywords .....	5
2. Historia Clínica.....	5
3. Metodología.....	6
4. Análisis de Datos .....	8
5. Diagnostico .....	13
6. Propuesta de Intervención.....	15
5.1 Sistema estructural.....	15
5.2 Cimentación .....	16
5.3 Muros .....	16
Tratamiento de fisuras y grietas en la transición de etapas constructivas.....	16
Tratamiento de fisuras en esquinas de marcos, puertas y/o ventanas.....	16
Tratamiento de fisuras horizontales.....	17
Tratamiento en pañetes por retracción de la pasta.....	17
Tratamiento de humedades .....	17
5.4 Pisos .....	17
5.5 Cubierta.....	17
Cubierta del segundo nivel .....	17
Cubiertas del primer nivel.....	18
7. Análisis de Vulnerabilidad Sísmica .....	18
8. Cronograma.....	20
9. Presupuesto .....	21
10. Resultados.....	21
11. Bibliografía .....	22
Anexos .....	24
Anexo 1 Fichas de inventario de lesiones, elaboradas bajo conceptos de patología en textos de Calavera, J. (2001) y Vanegas A.O. L. (2023).....	24
Anexo 2 Levantamiento de planos arquitectónicos y estructurales de la edificación	30

Anexo 3	Registro de apiques de exploración de cimentación del proyecto.....	33
Anexo 4	Análisis de grietas y Fisuras.....	35
Anexo 5	Análisis de Humedades en la edificación.....	38
Anexo 6	Patologías en cubierta.....	39
Anexo 7	Caracterización del suelo de fundación.....	40
Anexo 8	Evaluación de la integridad estructural del concreto.....	49
Anexo 9	Análisis de la configuración estructural de la edificación.....	53
Anexo 10	Matriz de vulnerabilidad.....	54

## **Resumen**

El estudio de patología de la vivienda campestre La Fortaleza, ubicada en Iza (Boyacá), corresponde a la evaluación inicial para considerar la remodelación y ampliación de la estructura, considerando su antigüedad y estado actual. Debido a que la edificación carece de planos originales, se realiza levantamiento arquitectónico y estructural mediante mediciones directas en campo, complementadas con registros de lesiones físicas y pruebas diagnósticas para evaluar el estado y cumplimiento normativo. Producto de las auscultaciones se identifica estructura que consiste en muros de mampostería no estructural, sin elementos de confinamiento a nivel de cubierta, soportada parcialmente por cimentaciones de vigas de concreto ciclópeo y placas de entrepiso en concreto macizo sin refuerzo, presentando configuración que no cumple con los parámetros normativos sismorresistentes, adicionalmente se detectaron varias patologías, incluyendo asentamientos traducidos en grietas y fisuras y pisos, placa de entrepiso con avanzado desarrollo de carbonatación y refuerzo en riesgo de corrosión, presencia de humedades severas por capilaridad y deterioro de la cubierta. Producto de la caracterización estructural, identificación de estado y diagnóstico de causas se determina necesidad de intervención a nivel de reforzamiento estructural, migrando a sistema de pórticos en concreto, en el cual los muros existentes y la placa de entrepiso se integren como elementos no estructurales realizando las intervenciones correctivas respectivas a nivel de fisuras, grietas, humedades y protección contra la corrosión; a nivel de cubierta, las estructuras en madera requieren ser remplazadas y las cerchas metálicas y tejas después de un proceso de restauración pueden emplearse, todo integrado en la propuesta de ampliación y reforzamiento.

### **Palabras Clave**

Reforzamiento, Mampostería no estructural, Humedad Capilar, Grietas, Asentamientos.

## **Abstract**

Since the building lacks original plans, an architectural and structural survey is conducted through direct measurements in the field, complemented by records of physical damages and diagnostic tests to assess its condition and compliance with regulations. From these assessments, it is identified that the structure consists of non-structural masonry walls, without confinement elements at the roof level, supported partially by foundations of monolithic concrete beams and solid concrete floor slabs without reinforcement. The configuration does not meet seismic resistance parameters. Additionally, several pathologies were detected, including settlements manifested as cracks and fissures in the floors, advanced carbonation in the floor slab with reinforcement at risk of corrosion, severe moisture due to capillarity, and deterioration of the roof. Based on the structural characterization, condition, and cause diagnosis, it was determined that intervention is necessary at the level of structural reinforcement, migrating to a concrete portal system, in which existing walls and the floor slab are integrated as non-structural elements, with corrective interventions for cracks, fissures, moisture, and corrosion protection. Regarding the roof, wooden structures need to be replaced, and metal trusses and tiles, after

restoration, can be reused. All this is integrated into the proposed expansion and reinforcement plan

### **Keywords**

Reinforcing, Non-structural Masonry, Capillary Moisture, Cracks, Settlements.

## **2. Historia Clínica**

El proyecto se ubica en la finca la Esperanza, situada en la vereda San Miguel del municipio de Iza (Boyacá), a 500 m del área urbana municipal en dirección sur, a 2546 m.s.n.m en 5°36'17.7" latitud norte y 72°58'36.5" longitud Oeste; La estructura corresponde a una edificación de 2 plantas con área construida de 138 m<sup>2</sup>, de los cuales hacen parte el modulo original en dos (2.0) plantas y las ampliaciones en una (1.0) planta o nivel.

Geológicamente el área de proyecto corresponde a la transición de suelos de origen fluvio-aluvial ( Zonas de valles del rio Tota e Iza) y suelos residuales meteorizados a partir de rocas de la formación Socha que componen la base del área montañosa en el sector; a nivel de zonificación sísmica el municipio de iza y el proyecto se ubican en zona de amenaza sísmica alta y perfil de suelo D.

La construcción data del año 1987 en el cual se realizan la demolición parcial de estructura en adobe que existía en el área de implantación; durante esta se construye un área de 50 m<sup>2</sup> aproximadamente para la ubicación de dos habitaciones sala y cocina. En esta etapa constructiva se conserva parcialmente la cimentación existente (Encepados en roca), se eleva el nivel del terreno 20 cm, se hormigona piso en concreto simple, se construyen muros en mampostería (Unidades de arcilla cocida) sin revestimiento o pañete y se hormigona cubierta mediante palca en concreto armado de 12 cm de espesor.

En el año 1993 se realiza la primer modificación, construyendo muro (Enrocado en ciclópeo) en el extremo Sur-Este con el objeto de mitigar efectos de zanja de riego y evitar cualquier problema de estabilidad que se vislumbro en su momento, se amplió el área construida a 75 m<sup>2</sup> en primer planta, adicionando modulo que corresponde a la cocina actual y área de bodega, también se construyo segunda planta (53 m<sup>2</sup>) sobre el área inicial partiendo de la placa construida inicialmente; La cubierta del nuevo módulo se realiza mediante estructura en armaduras de madera de la región y teja de asbesto cemento. La segunda planta se adecuo como área residencial configurando dos habitaciones y un balcón; para la cubierta de se emplearon cerchas de acero (Comunes en la época) y teja de asbesto-cemento.

En el año 2012 se realiza nueva intervención, consistente en la construcción de un lavadero, baño e instalación de tanque elevado (Tanque Plástico sobre la palca del baño) para completar 85 m<sup>2</sup> en primera planta; simultáneamente se realiza adecuación de unidad sanitaria en la segunda planta.

Por necesidad de servicio en el año 2024 se realiza modificación interna, adecuando un baño en la primer planta en una de las habitaciones y se realiza construcción de cocina y sala comedor como estructura adjunta; esta construcción se realiza únicamente a nivel de cerramiento pisos y cubierta y no considera ningún tipo de divisiones internas.

Considerando el año de inicio de construcción y la fecha de la primer intervención, precede a la NSR-98 y que las modificaciones restantes nunca surtieron trámite administrativo municipal, en el diseño y construcción fue considerado el cumplimiento de ninguna de las normas de construcción.

A través de la inspección realizada, se identifica que sistema de soporte estructural de la edificación del proyecto no se ajusta a la tipología estructural considerada en la normatividad vigente, sin embargo, el análisis de materiales, sistema constructivo y configuración permiten asimilar una aproximación a sistema de mampostería parcialmente confinada constituido muros de mampostería en arcilla cocida confinados verticalmente por la cimentación (Vigas de concreto ciclópeo y/o concreto armado) y la placa de entrepiso. Las estructuras de un (1.0) nivel y la terminación del segundo nivel no presentan sistemas de confinamiento superior. La cubierta es soportada por estructuras tipo cercha en madera y acero corrugado. Considerando estas condiciones se asigna el coeficiente de disipación de energía  $R_0=1.0$ .

Actualmente la edificación se encuentra ocupada y prestando servicio de habitación, evidenciando numerosas patologías relacionados con humedades desde cubierta y cimentación, fisuras y grietas entre módulos o componentes de diferentes etapas constructivas y en algunos espacios fisuras y grietas en pisos.

### 3. Metodología

Con el objeto de profundizar en la naturaleza de las causas, impacto en la integridad de la estructura y planteamiento de la solución se establece el plan de trabajo indicado en la tabla siguiente.

**Tabla 1**

*Propuesta metodológica de intervención.*

<b>Etapas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Instrumentos utilizados</b>	<b>Resultados esperados</b>
<b>Levantamiento geométrico</b>	Reconstrucción de planimetría de la construcción	- Cinta métrica - Equipo de computo - Auxiliar de campo	- Planos arquitectónicos - Identificación del modelo estructural.
<b>Inspección visual</b>	Identificación y diagnóstico de lesiones	- Cámara Fotográfica – celular. - Implementos de medición (Fisurómetro, flexómetro, regla) - Fichas de registro de lesiones	- Registro de lesiones. - Mapa de localización y tipificación de lesiones.
<b>Apiques</b>	Investigación de la composición del suelo hasta el nivel de la	- Herramientas manuales	- Recuperación de muestras para

	cimentación y verificación de la tipología de cimentación.	- Set básico para recuperación de muestras de suelo. - Elementos de medida (Flexómetro) - Personal (2 Auxiliares de campo)	caracterización geotécnica - Verificación geometría, tipología y estado de la cimentación.
<b>Muestreo de suelos</b>	Caracterización física básica del perfil de suelo de fundación.	- Equipos de laboratorio (Balanza, horno, cuchara de Casagrande)	- Ensayos de caracterización física (Límites, granulometría)
<b>Ensayos destructivos</b>	Regatas para inspección de acero de refuerzo y prueba de carbonatación	- Rotomartillo - Pulidora - Herramienta menor	- Verificación de distribución de refuerzo de elementos de concreto (Cimentación y placa de entrepiso)
<b>Ensayos no destructivos</b>	Pruebas de resistencia mecánica a elementos de concreto, ensayo de carbonatación	- Esclerómetro - Kit de fenolftaleína. - Fisurómetro	- Resistencia mecánica de unidades de elementos de concreto - Avance de carbonatación en elementos de concreto
<b>Registros de seguimiento</b>	seguimiento al crecimiento de fisuras en puntos críticos	- Fisurómetro - Herramienta menor	- Velocidad de crecimiento de fisuras.
<b>Diagnóstico de patología</b>	Consolidación de los resultados de las inspecciones, mediciones y ensayos efectuados, estableciendo la relación causa-efecto de las lesiones presentadas.	- Equipo de computo - Apoyo bibliográfico	Informe diagnóstico causa – efecto de las lesiones principales de la edificación.
<b>Propuesta de intervención</b>	Propuesta técnica de intervenciones necesarias para garantizar la funcionalidad segura de la estructura.	- Equipo de computo - Apoyo bibliográfico	Informe que consolida los ítems a desarrollar por parte de un profesional especializado a nivel de diseño para

---

garantizar las condiciones seguras de habitabilidad en el proyecto de remodelación y ampliación de la edificación.

---

#### 4. Análisis de Datos

Aspecto analizado	Datos recopilados	Métodos de análisis	Resultados del análisis
<b>Configuración arquitectónica y estructural</b>	Planos en planta y corte de la edificación (Anexo No 2)	Para obtener planimetría se emplea levantamiento geométrico por medio de cinta, registro y dibujo en equipo de computo con software Autocad; esta información será complementada con los registros de regatas y apiques para verificar condiciones de refuerzo y geometría de cimentación.	"-Sistema estructural: Muros de mampostería no estructural en ladrillo macizo de arcilla cocida. No presenta confinamiento apropiado. -Cimentación: Vigas en concreto ciclópeo. -Entrepiso: Placa de concreto reforzado de 15 cm de espesor -Cubierta Planta 1: Teja de asbesto cemento apoyada en armadura de madera. -Cubierta planta 2. Teja de asbesto cemento apoyada en cerchas triangulares de barras de acero estructural. - Cubierta y escaleras apoyadas directamente sobre muros." *La configuración arquitectónica y estructural representa una clara desviación respecto de los parámetros normativos a nivel sismorresistente y por consiguiente uno de los aspectos críticos a evaluar en la rehabilitación de la estructura.

---

<b>Configuración de la cimentación</b>	Para cada uno de los apiques realizados se obtuvo la representación gráfica de la configuración de la cimentación (Anexo No 3). f'c =10 Mpa	Realización de apiques en puntos estratégicos, registro de tipología, estado de la cimentación y el suelo de fundación; Se realiza prueba de esclerometría en función de las condiciones del cimiento para caracterizar su resistencia.	Una vez realizado los apiques se identifica que la cimentación de la totalidad de la construcción corresponde a concreto ciclópeo, con nivel de fundación aproximado de 0.60 m para la primera etapa constructiva y 0.30 m para la segunda etapa, se identifica dilatación por junta fría a nivel de la cimentación de cada etapa, incluso los elementos de confinamiento tipo columneta en mampostería presentan cimentación independiente en material pétreo carente de cementante. El arreglo a nivel de cimentación, la resistencia mecánica y principalmente la transición entre las diferentes etapas de construcción configura una de las causas principales causas de las lesiones físicas de la edificación y la más crítica a nivel de seguridad y funcionalidad.
<b>Grietas y Fisuras</b>	Inventario de grietas y fisuras, clasificación y mapeo. (Anexo 1- Fichas de inventario de lesiones, Anexo No 4- Análisis de Fisuras y grietas.	Inspección visual, levantamiento de registro de lesiones caracterizando su forma y abertura, seguimiento a la evolución mediante fisurómetro de regleta y análisis de causas a partir de estudio de la configuración estructural, cimentación suelo de fundación.	Se identifica afectación en muros y pisos, donde las lesiones en su mayoría se relación con problemas de asentamientos y en menor grado por cargas puntuales, con causa raíz en la inadecuada configuración estructural (Diseño), ejecución de obra y calidad de los materiales, agravados por las características del suelo de fundación. El mecanismo de falla general de la edificación se establece como asentamiento o deformación en dirección Oeste y dirección Sur, y su relación más allá de la condición del suelo (Cambio estratigráfico bajo la edificación), se debe a la falta de un sistema estructural adecuado, presentando nivel de cimentación superficial, sobre suelos blandos, juntas y transiciones entre cimentaciones durante las diferentes etapas constructivas, resultando el área de transición (Eje "D") como el sector que manifiesta la mayoría de las

lesiones o las de mayor severidad. Adicional a las grietas asociadas a asentamientos se identifican afectaciones por carga concentrada desde apoyos de cubierta y escaleras, y en menor relevancia fisuras por retracción del mortero durante el fraguado. Aunque el periodo de registro es corto, se identifica que únicamente uno de los fisurómetros registra desplazamiento, indicando actividad de la grieta entre las etapas constructivas 1 y 2 a nivel del segundo piso (llegada de la escalera a la sala), indicando la continuidad de proceso de asentamiento diferencial condición a controlar dentro de la alternativa de reforzamiento.

<b>Humedades</b>	Registro de lesiones por humedad y tipificación de causa (Anexo No 5)	La identificación de humedades se realizó por medio de inspección visual, registros fotográficos, consolidados en las fichas de registro de lesiones (Anexo 1).	Se identifica dos fuentes principales que desencadenan los procesos de humedad en la edificación: a. En la primer planta, principalmente en la fachada norte y oeste, con afectación severa a la funcionalidad, y en menor grado en muros internos de las habitaciones 1 y 2, se presentan afectaciones por humedad capilar relacionadas con la presencia de aguas infiltradas desde el terreno próximo por saturación del terreno durante actividad de riego por inundación (Frecuencia periódica), temporada invernal y fuga de redes del sistema de alimentación de la edificación; sumado a lo anterior se tiene la ausencia de rellenos apropiados que posibilitan la infiltración bajo la construcción y ausencia de tratamientos de impermeabilización en cimentación lo que posibilita el ascenso de la humedad a muros b. En escaleras de acceso y sala de la segunda planta, se identifica presencia de humedad accidental por deterioro de la cubierta; las grietas presentes
------------------	---	---	--

---

entre primer y segunda etapa constructiva reflejan su máxima abertura a nivel de cubierta, esto en suma con la calidad de los materiales y técnica constructiva genera filtraciones desde la cubierta.

---

<b>Patologías en cubierta</b>	Registro de lesiones en cubierta (Anexo No 6)	La identificación del estado de la cubierta se realizó por medio de inspección visual y registros fotográficos, consolidados en las fichas de registro de lesiones (Anexo 1).	En cuanto afectaciones de cubierta se identifican dos condiciones representativas. a. El área en dos plantas o niveles presenta cubierta soportada por cerchas metálicas, tanto estas como la teja no presentan deterioro relevante, el factor a considerar es la exposición del metal a agentes ambientales dado que en la fachada este no presenta cobertura por la teja. b. El área en primer planta, con estructura de madera, por falta de inmunización de la madera, mantenimiento, conexiones artesanales y desproporción en la geometría de los elementos de la armadura, presenta lesiones por xilófagos (gorgojos) y deflexiones, lo cual genera a nivel de teja aberturas entre juntas, cambios de pendiente de la teja, acumulación de sedimentos, crecimiento de musgos y retención de humedades que aceleran el deterioro general de la cubierta
-------------------------------	---	---	--

---

<b>Caracterización de suelos</b>	Humedad, gradación y plasticidad del perfil de suelo de fundación. (Anexo No 7)	A partir de la caracterización de suelos se identifica continuidad del estrato bajo el área de fundación, identificación de irregularidades, cambios estratigráficos, de consistencia del suelo y/o humedad o cualquier factor adicional que implique afectación a la estructura.	Se identifica cambio en el tipo de suelo de fundación bajo el área de implantación del proyecto, notándose diferencia marcada a nivel de composición, consistencia, coloración y humedad; El suelo de fundación hacia el extremo este (Orientado hacia el área de montaña y de mayor cota topográfica) presenta condiciones mas favorables para fundaciones a nivel de rigidez y deformabilidad, en consecuencia, bajo condiciones similares de fundación la construcción naturalmente tiende a asentarse mas hacia el costado oeste, por su mayor compresibilidad, adicionalmente con la variación temporal en la aplicación de carga la deformación diferencial entre etapas constructivas resulta mas notorio el asentamiento diferencial, con mayor impacto sobre la edificación.
<b>Caracterización de Evaluación de la integridad estructural de la losa de entrepiso</b>	-15 cm de espesor - Refuerzo en barra lisa 3/8" arreglo 25 cm x 30 cm; parrilla única. -Parrilla a 3 cm de la cara inferior - Avance de carbonatación 4 cm en cada cara. - $f'c= 16MPa$	Combinación de ensayos destructivos y no destructivos: Regatas, esclerometría, prueba de carbonatación y medición directa. (Anexo 8)	Aunque superficialmente no evidencie patologías, se valida que el acero de refuerzo se encuentra expuesto a carbonatación, con evidencia de despasivación e inicio de oxidación, esto sumado con que corresponde a acero liso, permite concluir que la losa no presenta cumplimiento normativo como elemento estructural, función que desempeña actualmente.

## 5. Diagnostico

**Tabla 2**

*Diagnóstico de la edificación*

<b>Aspecto Analizado</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hallazgos</b>	<b>Recomendaciones</b>
<b>Configuración Estructural</b>	La edificación es soportada por muro de mampostería no estructural en unidades de mampostería de arcilla cocida, parcialmente confinados. (Anexo No 9)	El sistema de soporte estructural no se ajusta a los mínimos requerido para edificaciones según el su y zona de amenaza sísmica en tanto no es posible considerarlo mampostería estructural por la ausencia de refuerzo o confinamiento apropiado de los muros.	Diseñar reforzamiento de la estructura migrando a pórticos de concreto reforzado, donde la mampostería existente y placa de entrepiso serán trabajarán como elementos no estructurales.
<b>Cimentación</b>	Cimientos continuos tipo viga en concreto ciclópeo de diferentes geometrías y niveles de fundación, presenta concreto de baja resistencia a la compresión, sometido a condición permanente de humedad y cambios estratigráficos relevantes a nivel del suelo de fundación.	La cimentación no presenta condiciones de diseño y construcción acordes a los mínimos requeridos a nivel sismorresistente (NSR-10), en tanto no presenta acero de refuerzo, continuidad de los cimiento dado que se dilatan (juntas constructivas), presenta variabilidad en el nivel de fundación y la geometría del cimiento y se evidencia que la fracción rocosa tiende a separarse del cementante.	Realizar estudio de suelos complementario en el cual acorde a los ajustes al diseño de reforzamiento se definan niveles de cimentación, capacidad portante y otras recomendaciones para la cimentación del proyecto. (Se prevé necesario cimentar con zapatas aisladas y emplear sustitución de suelo por machones de concreto ciclópeo hasta el estrato competente)

<b>Cubierta</b>	Cubiertas en teja de asbesto cemento soportadas por cerchas metálicas.	La segunda planta, construida en estructura soportada por cerchas de acero, no presenta patologías evidentes que afecten la seguridad y funcionalidad, sin embargo, presenta riesgo de afectar muros dado que la transferencia de carga se desarrolla puntualmente sobre la mampostería.	Dentro del diseño estructural del reforzamiento debe implementarse el detalle del nuevo sistema de apoyo de las cerchas sobre viga cinta o viga aérea.
<b>Cubierta</b>	Cubiertas en teja de asbesto cemento soportadas por armadura en madera.	La cubierta soportada por estructura en madera presenta múltiples deflexiones por deformación de la madera, daño por xilófagos, desprendimiento de nodos, alteraciones de la pendiente de la teja, sedimentación y crecimiento de musgos en la teja.	Se recomienda desmontar la cubierta, diseñar y construir nuevo sistema de cubierta ajustado a la propuesta de ampliación.
<b>Muros</b>	Fisuras	Fisuras diagonales en marcos de puertas y ventanas.	Aplicar producto para sello de fisuras
		Fisuras por retracción del mortero	Aplique de terminado apropiado
		Fisuras /dilataciones por asentamiento	Posterior a la implementación del reforzamiento generar columnetas de confinamiento apropiadas para la junta entre muros.
<b>Muros</b>	Humedades	Humedad capilar	Realizar desprendimiento de pañetes y revoques, impermeabilizar cimentación, aplicar pañetes impermeables y construir sistemas de sub drenaje en el perímetro de la edificación.

		Humedad accidental por falla de cubierta	Este aspecto será corregido con el cambio de cubierta considerado en numerales anteriores.
<b>Placa de entepiso</b>	Carbonatación y estado del refuerzo	Se identifica carbonatación del concreto, evidencia de des pasivación del acero e inicio de procesos de oxidación	Desvestir la losa desde la parte inferior, aplicar inhibidor de corrosión y reparar la intervención con mortero de reparación e impermeabilizante.
<b>Pisos</b>	Fisuras y grietas	Andenes y piso de cocina fracturado por acción de asentamientos	Debido a la intervención de reforzamiento estos elementos serán afectados en gran porcentaje, por consiguiente, se considera cambio de los mismos, con conformación de estructura de apoyo según recomendaciones de estudio geotécnico.

## 6. Propuesta de Intervención

### 5.1 Sistema estructural.

Identificada la falencia del sistema estructural y considerando en interés en restaurar la estructura y consideración de ampliación de la misma es necesario una propuesta de reforzamiento estructural con eje en el replanteo del sistema estructural, migrando a un sistema de pórticos en concreto, conservando e integrando la placa de entepiso y los muros de mampostería existentes como elementos no estructurales, los cuales en forma independiente requieren atención específica a sus lesiones.

A nivel constructivo se recomienda desarrollar las siguientes etapas de ejecución:

- Construcción de cimientos según las indicaciones geotécnicas y estructurales del diseño, la ejecución ha de requerir intervenir bajo muros existentes, por consiguiente es fundamental reforzar con vigas metálicas y soportes la parte inferior de los cimientos de estos muros durante la intervención.

- Construcción de columnas del primer nivel, en esta etapa es fundamental desarrollar corte de muros evitando generar golpes que los deterioren, al nivel de la viga de cimentación es necesario dejar la prolongación del acero, dado que estas vigas no serán construidas en esta etapa.

- Construir las vigas de entepiso, estas han de quedar embebidas en la losa existente, por consiguiente, es fundamental realizar cortes de la misma y limpieza del acero de refuerzo; es indispensable realizar prueba de resistencia a la tracción del acero y verificar la resistencia de la placa como estructura de entepiso para las luces configuradas en el diseño estructural. Durante esta etapa debe soportarse adecuadamente la placa sobre puntales debidamente configurados.

- Realizar construcción de la viga de cimentación del sistema de pórticos, en esta etapa la carga de la cubierta es asumida por las columnas del pórtico, por consiguiente, el desconfinamiento de la cimentación de los muros no ha de afectar la estructura, sin embargo, se recomienda apuntalar la cimentación existente para evitar el colapso del muro. Es fundamental que la viga de cimentación sea diseñada por debajo o coincidiendo parcialmente con la viga de cimentación de los muros existentes, para que estos puedan ser aprovechados en el arriostamiento del muro durante el proceso de excavación.

## **5.2 Cimentación**

La cimentación artesanal del proyecto constituye uno de los aspectos fuente en relación a las lesiones físicas presentadas por la edificación, en este componente resulta importante validar la asertividad del tipo de cimentación, nivel de fundación y estado de los elementos que la componen.

En primer lugar, es necesario complementar la exploración realizada por medio de un estudio geotécnico de suelos y fundaciones que permita definir para el sistema de pórticos en concreto el nivel de fundación adecuado, la geometría de las zapatas, la necesidad de implementar mejoramientos de suelo o sustituciones para garantizar la transferencia de cargas a estratos más competentes.

En el costado sur se requiere la sustitución del muro de concreto ciclópeo o piedra pegada existente, por consiguiente, es necesario diseñar el muro de confinamiento apropiado para garantizar la estabilidad de la estructura.

## **5.3 Muros**

Se parte del concepto de migración al sistema estructural en pórticos, en este orden los muros ofrecerán funcionalidad como elementos no estructurales y están sujetos a la redistribución que el concepto arquitectónico considere dentro de la remodelación, por consiguiente, para los elementos conservados en caso de presentar alguna de las patologías indicadas enseguida debe considerarse en la propuesta de reforzamiento los requerimientos enunciados a continuación.

### ***Tratamiento de fisuras y grietas en la transición de etapas constructivas.***

En general, los muros como elementos de mampostería no estructural deben confinarse apropiadamente, para lo cual se requiere el respectivo diseño de elementos no estructurales, el cual como mínimo debe considerar columnetas en bordes libres, garantizar soporte uniforme (Cimentación mediante viga acorde a criterio del título E NSR-10 o diseño específico) y vigueta o placa de confinamiento superior; adicionalmente, en las transiciones de muro (Diferentes etapas constructivas) donde es evidente la presencia de grietas y dilataciones verticales, una vez concluido el reforzamiento, realizar corte de la mampostería existente para la inclusión de columnetas de confinamiento proporcionando una integridad apropiada del muro.

### ***Tratamiento de fisuras en esquinas de marcos, puertas y/o ventanas.***

Una vez terminado el reforzamiento estructural reparar estas fisuras por medio de inyección de sikadur 35 o resina de base epoxica de viscosidad similar que permita la

penetración y adherencia requerida; la aplicación debe realizarse según las indicaciones del fabricante del producto y una vez terminado ejecutado aplicarse los acabados correspondientes.

#### ***Tratamiento de fisuras horizontales***

Esta patología asociada a la acción de cargas horizontales se identificó en el apoyo de las escaleras y el muro en el extremo oeste de la edificación; en el primer caso, el apoyo de la escalera debe integrarse en el reforzamiento estructural, generando dentro del pórtico el apoyo estructural apropiado para la escalera, luego el muro de mampostería debe reconstruirse desde su cimiento. En segundo lugar, para el caso del muro oeste, dada la abertura mínima debe darse el mismo tratamiento que a las fisuras diagonales en marcos y puertas, empleando resina epoxica de suficiente viscosidad para penetrar la fisura y optimizar la disposición de la carga sobre el sistema estructural correspondiente y no sobre el muro directamente.

#### ***Tratamiento en pañetes por retracción de la pasta***

Estas fisuras se consideran inactivas, es decir, no están sujetas a crecimiento en las condiciones actuales, por consiguiente, el cierre de las mismas puede realizarse superficialmente por medio de estucos o los acabados que se definan en el proyecto arquitectónico.

#### ***Tratamiento de humedades***

Para el control de humedades en muros se recomienda la implementación de dos procedimientos en paralelo:

1. Construcción de sistema de sub drenaje perimetral a la vivienda (Costados Este y norte) para el control de aguas sub superficiales producto de riego, aguas lluvias y/o fallas de redes hidráulicas próximas.
2. Cada muro afectado debe desvestirse de pañete o cualquier acabado hasta la cimentación del mismo, dejar secar, aplicar impermeabilizante hasta el sobrecimiento y finalmente aplicar mortero impermeabilizado para evitar el ascenso de humedad capilar.

Nota: La fuente de humedades accidentales se relaciona con deterioros de la cubierta, por consiguiente, la intervención será abordada en este componente.

### **5.4 Pisos**

Dado que la intervención estructural abarca la cimentación, implica afectación en gran medida a los pisos de la edificación, generando demolición cercana al 50% de los mismo para implantación de zapatas y vigas, por lo tanto la reconstrucción de estos debe realizarse en su totalidad, siguiendo recomendaciones del estudio de suelos en relación a las características, espesor y compactación de la estructura de relleno.

### **5.5 Cubierta**

Se discriminan dos condiciones en el manejo de la cubierta en función de la tipología de la estructura de soporte.

#### ***Cubierta del segundo nivel***

En función del planteamiento arquitectónico está debe conservarse en su condición actual, realizando mantenimiento de la teja dado que por la antigüedad puede presentar

acumulación de material y formación de musgos (Condición no verificada durante el levantamiento de información).

En relación al apoyo sobre el muro, este debe realizarse sobre vigueta o perfil metálico que permita la transferencia distribuida de carga al muro, condición que debe considerarse en el diseño del reforzamiento.

**Cubiertas del primer nivel.**

Esta presenta estructura de soporte en madera altamente deteriorada por xilófagos y la deflexión natural de la madera, en este caso, considerando que el material se encuentra en el límite de su servicio y que a nivel económico puede resultar más costoso conservarlo apropiadamente para la extensión de su vida útil, se recomienda el retiro de la misma y la implementación de una nueva cubierta con soportes en perfilería metálica, de menor peso y mejor comportamiento estructural y funcional.

**7. Análisis de Vulnerabilidad Sísmica**

**Tabla 3**

*Consolidado de las condiciones de la edificación*

<b>Ubicación</b>	Municipio de Iza (Boyacá) Zona de amenaza sísmica alta Coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva $A_a = 0.20$ Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva $A_v = 0.25$
<b>descripción geológica</b>	La estructura del proyecto se encuentra implantada sobre suelos de origen fluvio-aluvial, presentes generalmente en los valles del río Tota e Iza próximos a la transición a zona montañosa contrastando con suelo meteorizados a partir de arcillolitas y areniscas de las formaciones Socha y concentración presentes en las montañas de la margen este del municipio; Localmente el área de cimentación del proyecto se encuentra sobre zona de topografía levemente ondulada, próxima a la transición a zona montañosa en dirección este, sobre suelo de composición principalmente cohesiva de consistencia media y firme, cubiertos localmente por capas de materiales orgánicos y arcillas bandas de espesor variable producto de la actividad agrícola y el transporte de sedimentos de los drenajes próximos. por su condición y en ausencia de estudio de suelos específico los suelos se pueden clasificar aproximadamente como perfil D.  $F_a = 1.4$ $F_v = 1.9$
<b>Histórico de sismos</b>	(2025) - Zapatoca Santander - Magnitud:4.4 - Profundidad: 147 km - Distancia:150 km  (2023) - Costa de Venezuela - Magnitud: 4.9 - Profundidad: 20 km - Distancia: 680 Km  (2013) - Puerto Gaitán, Meta - Magnitud: 4.0 - Profundidad: 8 Km - Distancia: 170 km

	(2009) - Los Santos, Santander - Magnitud: 4.1 - Profundidad: 168 Km - Distancia: 135 km
	(1999) - Eje cafetero - Magnitud: 6.1 - Profundidad: 21.6 Km - Distancia: 191 Km
<b>vecinos colindantes</b>	La construcción se encuentra rodeada de áreas de pradera, salvo una sequia en el costado sur, no presenta condición representativa en la colindancia.
<b>sistema constructivo</b>	Muros de mampostería no estructural parcialmente confinados por la cimentación y placa de entrepiso.
<b>Materiales</b>	Concreto ciclópeo, unidades de mampostería de arcilla cocida, placa de entrepiso en concreto, cubierta en cerchas metálicas, armadura en madera y teja de asbesto cemento.
<b>Cimentación</b>	Vigas de cimentación en concreto ciclópeo con nivel de fundación variable ente - 0.60 m a -.80 m.
<b>sistema estructural</b>	Muros de carga.
<b>Evaluación de vulnerabilidad</b>	<p>Riesgo: Probabilidad / Severidad  Riesgo de colapso por sismo: Ocasional / Catastrofico  Riesgo por inundación o avalancha: Ocasional / Seria  Riesgo de incendio: Ocasional / Grave  Riesgo de colapso por cargas gravitatorias permanentes: Remota/Grave  Riesgo por cargas de granizo y viento: Posible /Leve</p> <p>A partir del análisis de vulnerabilidad, se identifica que los riesgos ambientales representan un riesgo alto para la edificación y por consiguiente el desarrollo de investigación y planes de acción preventivos y correctivos para evitar sucesos catastróficos.</p> <p>(Anexo 9 – Matriz de vulnerabilidad)</p>



## 9. Presupuesto

Enseguida se presenta el presupuesto de ejecución del estudio.

**Tabla 4**

*Presupuesto de ejecución estudio de patología.*

ITEM	Und	Cantidad	Vlr Unit	Vlr Total
<b>1. Inspección visual</b>				
1.1 Honorarios profesionales	Global	1	\$ 250000.0	\$ 250.000.00
1.2 Viáticos transporte	Global	1	\$ 250000.0	\$ 250.000.00
<b>2. Levantamiento geométrico y estructural</b>				
2.1 Honorarios profesionales	Dia	1	\$ 150000.0	\$ 150.000.00
2.2 Salario - auxiliar	Dia	1	\$ 60000.0	\$ 60.000.00
2.3 viáticos transporte	Global	1	\$ 250000.0	\$ 250.000.00
<b>3. Exploración del suelo y la cimentación</b>				
3.1 Honorarios profesionales	Dia	1	\$ 150000.0	\$ 150.000.00
3.2 Salario - auxiliar	Dia	2	\$ 60000.0	\$ 120.000.00
3.3 Ensayo de granulometría y gradación	Und	2	\$ 80000.0	\$ 160.000.00
5.3 Ensayo de limites de Atterberg	Und	2	\$ 80000.0	\$ 160.000.00
<b>4. Ensayos Destructivos y No destructivos</b>				
4.1 Honorarios profesionales	Dia	1	\$ 150000.0	\$ 150.000.00
4.2 Salario - auxiliar	Dia	3	\$ 50000.0	\$ 150.000.00
4.3 Ensayos de esclerómetro	Und	3	\$ 60000.0	\$ 180.000.00
4.4 Ensayo de carbonatación	Und	2	\$ 40000.0	\$ 80.000.00
4.5 viáticos de transporte	Global	1	\$ 250000.0	\$ 250.000.00
<b>6. Elaboración de informe</b>				
4.1 Honorarios profesionales	Dia	10	\$ 200000.0	\$ 2.000.000.00

<b>Total costos directos</b>		<b>\$ 4.360.000.00</b>
Administración	5.0%	\$ 218.000.00
Imprevistos	5.0%	\$ 218.000.00
Utilidad	5.0%	\$ 218.000.00
AIU	15%	\$ 654.000.00
<b>Costo Total</b>		<b>\$ 5.014.000.00</b>

## 10. Resultados

Producto del estudio se obtiene la caracterización física de la estructura, inventario de lesiones físicas y estado de los componentes estructurales, identificando que la edificación se encuentra en un nivel de riesgo medio a alto, por consiguiente se concluye que para su habitabilidad y propósito de ampliación se requiere de un diseño de reforzamiento estructural

integrado con la propuesta arquitectónica a desarrollar en el cual debe considerar los siguientes componentes o aspectos:

Profundizar estudio geotécnico para el diseño de la cimentación, complementando los hallazgos mencionados, dado que se identifica una transición estratigráfica que exige un diseño de cimentación específico.

Cambio en la concepción de funcionamiento estructural, se recomienda el diseño de pórticos en concreto reforzado dado que los muros existentes no presentan capacidad de soporte estructural ni cumplimiento normativo; en este diseño pueden integrarse muros y placa existente como elementos no estructurales.

El diseño de reforzamiento requiere construcción de cimentación independiente en función de la tipología estructural, con detalle a nivel de interacción con los elementos existentes, garantizando el confinamiento de los mismos y reparación en caso de considerarse por parte del diseñador insuficientes para el soporte de los muros como elementos no estructurales.

Debe considerarse reparación de muros existentes mediante confinamiento apropiado de los mismos (Diseño de vigas, columnetas y sistema de anclaje), desvestimiento de pañetes y reparación con morteros impermeables y reparación de fisuras con productos epóxicos.

La placa de entrepiso puede conservarse como elemento no estructural, por consiguiente, puede verificarse su comportamiento integrándola con el sistema de vigas de entrepiso, refuerzo de ser necesario y adicionalmente tratamiento de recuperación del refuerzo (Desvestido desde la cara inferior, limpieza (Limpieza mecánica), protección del acero de refuerzo (Aplicación de inhibidor de corrosión) y reparación con mortero estructural.

Con la nueva configuración arquitectónica, se requiere cambio de la cubierta, esta se recomienda sea diseñada y construida como nueva, sin embargo, realizando mantenimiento a nivel de limpieza y revestimientos de teja y cerchas puede considerarse su reutilización en obra.

## **11. Bibliografía**

NSR-10. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Título A. Requisitos Generales de Diseño y Construcción. Títulos A, B, C y D.

Calavera, J. (2001). Patología de las estructuras de fábrica. Instituto Eduardo Torroja. Clásico para entender el comportamiento y fallas en muros de mampostería.

Vanegas Alfonso, O. L. (2023). Módulo 1: Generalidades y conceptos básicos sobre el comportamiento estructural. Universidad Santo Tomás, División de Educación Abierta y a Distancia, Facultad de Ciencias y Tecnologías, Especialización en Patología de la Construcción.

UNE-EN 14630. Determinación de la profundidad de carbonatación en un hormigón endurecido por el método de fenolftaleína. Asociación Española de Normalización y Certificación. AENOR (2004)

NTC 3692. Método de ensayo para medir el número de rebote del concreto endurecido. Instituto Colombiano de Normas Técnica y Certificaciones, ICONTEC (2002)

INV 123-13. Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos. Instituto Nacional de Vías, INVIAS (2013)

INV 125-13. Determinación del límite líquido de los suelos. Instituto Nacional de Vías, INVIAS (2013)

INV 126-13. Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos. Instituto Nacional de Vías, INVIAS (2013)



**PROYECTO:** Estudio patológico para evaluación de factibilidad de remodelación y ampliación casa campestre la fortaleza – Iza (Boyacá)  
**PROPIETARIO:** Amalia Santana

**I. FICHA DE INVENTARIO DE LESIONES - GRIETAS Y FISURAS**

No	Elemento Afectado	Ubicación	Abertura	Causa	Origen	Nivel de Daño	Fotografía	Observaciones
F5	Muro de mampostería	Nivel 1 Habitación no 2. Muro Este Esquina inferior de la ventana	1.7 mm	Directa	Error de diseño	Seguridad	1 y 2	El muro de mampostería corresponde a un elemento de carga y presenta falla por asentamiento debido a que la edificación no presenta estructura de contención en el límite sur y el muro no está diseñado para asumir cargas y deformaciones.
F6	Muro de mampostería	Nivel 1 Cocina Muro Norte	> 5 mm	Directa	Error de diseño y construcción	Seguridad	3, 4 y 5	Grietas y fisuración vertical, se da entre muros de mampostería de etapas constructivas 1 y 2; presenta mayor afectación sobre la segunda fase constructiva. Se genera por asentamiento diferencial, debido a la condición de suelo blando, ausencia de cementación apropiada y ausencia de diseño estructural. En general la edificación se está asentando en dirección Oeste. Esta relacionada con la fisura de piso en la cocina (Lesion 4)
F7	Muro de mampostería	Nivel 1 Habitación No 1 Muro Oeste Esquina superior de la puerta	<0.6 mm	Directa	Error de diseño y construcción	Seguridad	6	Fisura diagonal desde la esquina de la puerta hacia la placa; la fisura se refleja en ambos costados del muro indicando la afectación estructural del mismo.



Fotografía No 1



Fotografía No 2.



Fotografía No 3.



Fotografía No 4.



Fotografía No 5.



Fotografía No 6.

<b>PROYECTO:</b>	Estudio patológico para evaluación de factibilidad de remodelación y ampliación casa campestre la fortaleza – Iza (Boyacá)
<b>PROPIETARIO:</b>	Amalia Santana

**I. FICHA DE INVENTARIO DE LESIONES - GRIETAS Y FISURAS**

No	Elemento Afectado	Ubicación	Abertura	Causa	Origen	Nivel de Daño	Fotografía	Observaciones
F8	Muro de mampostería	Nivel 1 Sala-Pasillo Muro Norte	<0.6 mm	Directa	Eventos sísmicos	Seguridad	1 y 2	Leve dilatación entre el muro y la placa, se asocia a efectos de sismos ocurridos durante la vida útil de la construcción.
F9	Muro de mampostería	Nivel 1 Bodega Muro Sur Soporte de la escalera	<0.6 mm	Directa	Carga de la escalera	Seguridad	3 y 4.	Fisura horizontal por carga debido al apoyo de la escalera, se conecta con fisura vertical asociada al proceso constructivo (Junta inadecuada de muros en diferentes etapas constructivos), reflejado con mayor claridad en el exterior.
F10	Muro de mampostería	Nivel 1 Bodega Muro oeste Esquina superior de la ventana	1 mm	Directa	Carga de cubierta	Seguridad	5	Fisura horizontal generada por esfuerzo horizontal sobre el muro por viga de madera, soporte central de la cubierta y efecto columna columna corta (muro), restricción por placa de tanques en la cara externa del muro.
F11	Muro de mampostería	Nivel 2 Conexión escalera - Sala	1.3 mm	Directa	Error de diseño y construcción	Seguridad	6	Junta constructiva en diferentes etapas realizada inadecuadamente, en conjunto con asentamiento diferencial y carga de la escalera (Lesión 9) genera fisura vertical.



Fotografía No 1



Fotografía No 2.



Fotografía No 3.



Fotografía No 4.



Fotografía No 5.



Fotografía No 6.

**PROYECTO:** Estudio patológico para evaluación de factibilidad de remodelación y ampliación casa campestre la fortaleza – Iza (Boyacá)  
**PROPIETARIO:** Amalia Santana

**I. FICHA DE INVENTARIO DE LESIONES - GRIETAS Y FISURAS**

No	Elemento Afectado	Ubicación	Abertura	Causa	Origen	Nivel de Daño	Fotografía	Observaciones
F12	Muro de mampostería	Nivel 2 Sala Muro Oeste	1.4 mm	Directa	Carga	Seguridad	1 y 2	Fisura aproximadamente horizontal, se asocia a carga lateral de cubierta ( El plano del muro se encuentra ortogonal al eje de las cerchas de cubierta); además puede estar influenciada por proceso de falla lesión 11.
F13	Muro de mampostería	Nivel 2 Habitación No 3 Muro Norte Esquina inferior de la ventana	<0.6 mm	Directa	Proceso constructivo	Aspecto	3 y 4	Fisura diagonal ramificada, no se proyecta en la cara externa del muro por consiguiente es a nivel de acabado y puede relacionarse con calidad de la arena y falencias durante la aplicación del pañete.
F14	Muro de mampostería	Nivel 2 Habitación No 3 Muro Norte Borde superior de la ventana	<0.6 mm	Directa	Proceso constructivo	Aspecto	5	Fisura Horizontal paralela al marco, no se proyecta en la cara externa del muro por consiguiente es a nivel de acabado y puede relacionarse con terminado deficiente durante instalación del marco (Retracción de la pasta)
F15	Muro de mampostería	Nivel 2 Habitación No 5 Muro Oeste	<0.6 mm	Directa	Proceso constructivo	Aspecto	5	Fisuración ramificada, no se proyecta en la cara externa del muro por consiguiente es a nivel de acabado y puede relacionarse con terminado deficiente durante la aplicación del pañete (Retracción de la pasta)



Fotografía No 1



Fotografía No 2.



Fotografía No 3.



Fotografía No 4.



Fotografía No 5.



Fotografía No 6.

**PROYECTO:** Estudio patológico para evaluación de factibilidad de remodelación y ampliación casa campestre la fortaleza – Iza (Boyacá)  
**PROPIETARIO:** Amalia Santana

**I. FICHA DE INVENTARIO DE LESIONES - HUMEDADES**

No	Elemento Afectado	Ubicación	Tipo	Causa	Origen	Nivel de Daño	Fotografía	Observaciones
H1	Muro de mampostería	Nivel 1 Exterior Fachada norte y oeste	H. Capilar	Directa	Aporte de agua por riego y fugas de redes.	Funcionalidad	1, 2 y 3	El aporte de aguas de riego y fuga de redes artesanales de suministro de agua en conjunto con presencia de rellenos y suelos de mediana permeabilidad y la ubicación de la vivienda, alimentan permanentemente la humedad capilar, generando deterioro del pañete y crecimiento de moho y musgos.
H2	Muro de mampostería	Nivel 1 Interior Habitaciones 1 y 2	H. Capilar	Directa	Aporte de agua por riego y lluvias críticas	Funcionalidad	4, 5 y 6	Humedad capilar la base de muros internos de habitación, generada por la acumulación eventual de agua bajo la edificación durante eventos críticos de lluvia y/o riego en conjunto con la ausencia de practicas de impermeabilización de sobrecimientos y/o aislamiento impermeable entre llenos y losa.
H3	Muro de mampostería	Nivel 2 Escalera - Sala	Filtración	Indirecta	Daño en la cubierta	Funcionalidad	7 y 8	Uso de materiales de baja calidad en conjunto con asentamiento del muro genera filtración de agua lluvia que afecta permanentemente muros de la escalera y muro oeste de la sala.
H4	Muro de mampostería	Nivel 2 Habitación No 5 Muro Norte	H. Capilar	Directa	Filtraciones eventuales desde la ventana.	Funcionalidad	9	Debido a filtraciones eventuales de agua a través de la ventana por fallas en el ajuste de la misma y/o manipulación y por aporte de aguas de filtración lesión H3, el agua en el interior se condensa hacia la parte inferior del muro.



Fotografía No 1



Fotografía No 2.



Fotografía No 3.



Fotografía No 4.



Fotografía No 5.



Fotografía No 6.



Fotografía No 7.



Fotografía No 8.



Fotografía No 9.

**PROYECTO:** Estudio patológico para evaluación de factibilidad de remodelación y ampliación casa campestre la fortaleza – Iza (Boyacá)  
**PROPIETARIO:** Amalia Santana

**I. FICHA DE INVENTARIO DE LESIONES - CUBIERTA**

No	Elemento Afectado	Ubicación	Material	Causa	Origen	Nivel de Daño	Fotografía	Observaciones
CU1	Cercha	Cubierta segundo nivel Área de balcón.	Acero	Directa	Error constructivo	Aspecto	1 y 2	Falta de cobertura de la cercha con la teja; puede generar oxidación y corrosión del elemento metálico, sin embargo, durante la inspección no hay signo relevante de oxidación puesto que el elemento presenta revestimiento (Anticorrosivo)
CU2	Teja	Cubierta de la cocina y bodega Costado norte	Asbesto cemento	Indirecta	Deterioro de la estructura de soporte	Funcionalidad	3 y 4	Producto del envejecimiento de la madera, esta presenta deflexiones, lo cual sumado al asentamiento de la edificación y falta de mantenimiento (Presencia de madera y otros elementos en las tejas y falta de cambio de amarres deteriorados por oxido), se genera pérdida de alineación de la teja, aumento de la separación en las juntas, irregularidad en el flujo del agua, sedimentación, que en conjunto han posibilitado el crecimiento de moho y musgo, acelerando el deterioro del material y posibilitando la presencia de filtraciones.
CU3	Armadura de soporte	Cubierta de bodega y cocina	Madera	Directa	Ausencia de mantenimiento y calidad del material	Seguridad	5, 6, 7, 8 y 9	La madera empleada no fue inmunizada, no se ha realizado ningún mantenimiento desde su construcción, producto de esto, el envejecimiento natural y la carga, la madera se ha deflectado, presenta signos de astillamiento, desacople de algunos elementos por la deformación y afectación por termitas en varios elementos.



Fotografía No 1



Fotografía No 2.



Fotografía No 3.



Fotografía No 4.



Fotografía No 5.



Fotografía No 6.



Fotografía No 7.



Fotografía No 8.



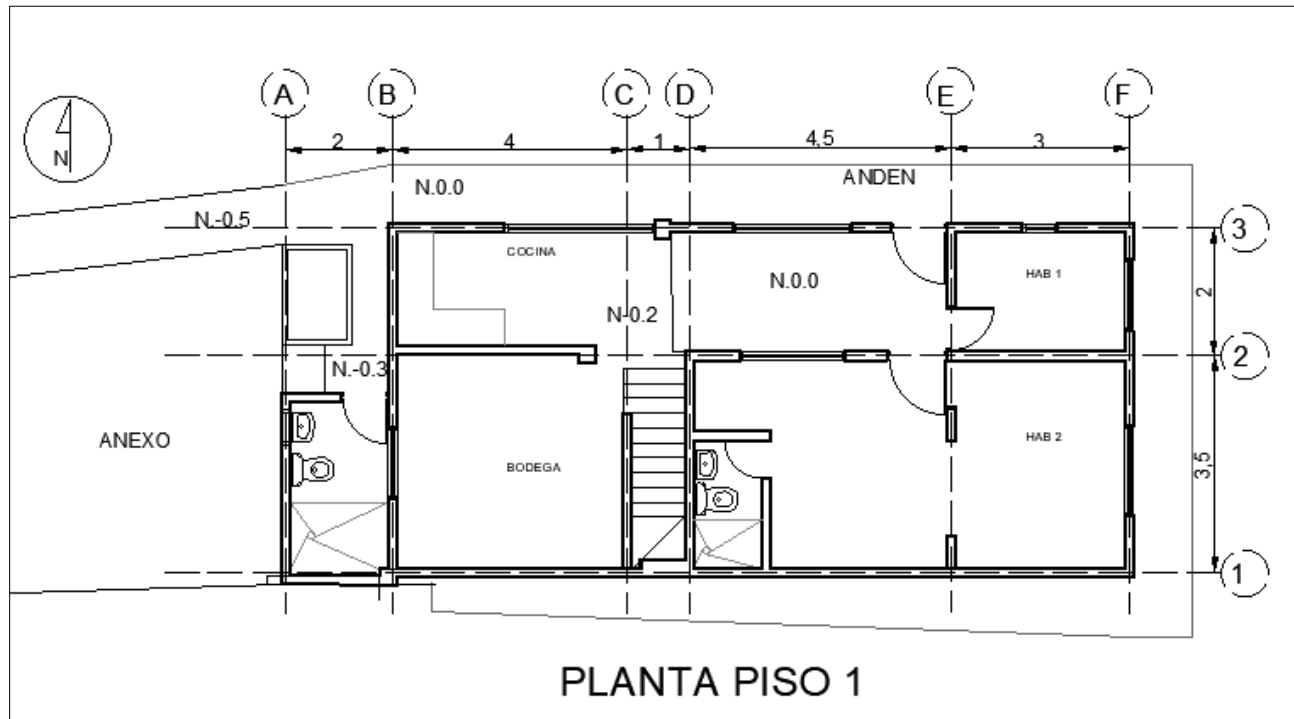
Fotografía No 9.

## Anexo 2 Levantamiento de planos arquitectónicos y estructurales de la edificación

Producto de la elaboración de la planimetría de la edificación se identifica que el sistema estructural corresponde a muros de mampostería no estructural, los cuales se encuentran parcialmente confinados por la cimentación y la placa de entrepiso para el primer nivel del módulo de dos plantas, eventualmente presenta machones o columnetas en mampostería como elementos portantes en terminaciones de muro o puntos de carga concentrada; la mampostería está constituida por ladrillo tolete pañetado en mínimo una cara; la cimentación corresponde a vigas de concreto ciclópeo; la placa de entrepiso corresponde a losa de concreto maciza de 0.15 m de espesor; presenta dos tipos de estructura de cubierta, el módulo de dos plantas presenta cerchas en acero estructuras en sentido este – oeste para soportar la teja de asbesto cemento, mientras que los módulos de un único nivel soportan la teja mediante cerchas en madera rolliza. Enseguida se presentan los planos elaborados, sin embargo considerando que la mampostería corresponde a muros no estructurales, se asume que la totalidad de estos configuran elementos de soporte de la edificación en ausencia de otro elemento, por consiguiente no se desarrollan planos estructurales específicos.

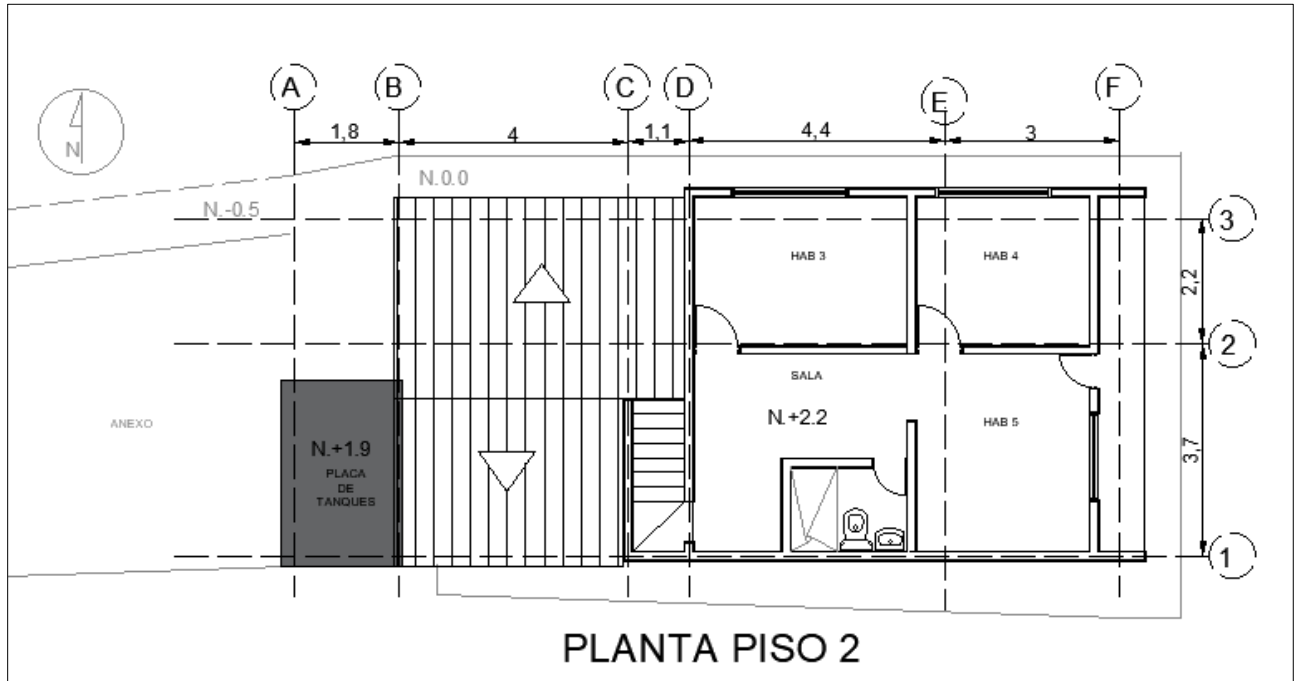
**Figura 2**

*Plano arquitectónico – planta primer nivel (levantamiento arquitectónico)*



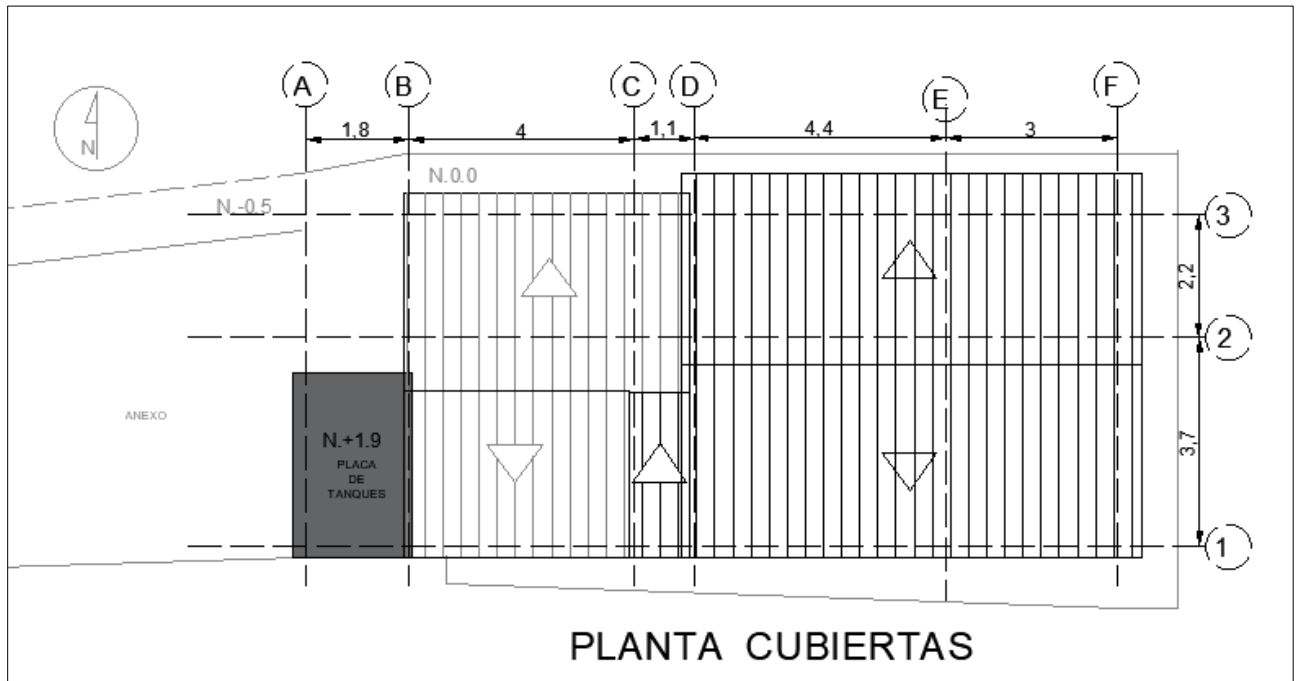
**Figura 3**

*Plano arquitectónico – planta segundo nivel (levantamiento arquitectónico)*



**Figura 4**

*Plano arquitectónico – planta cubiertas (levantamiento arquitectónico)*



**Figura 5**

Plano arquitectónico – Alzado fachada este (levantamiento arquitectónico)

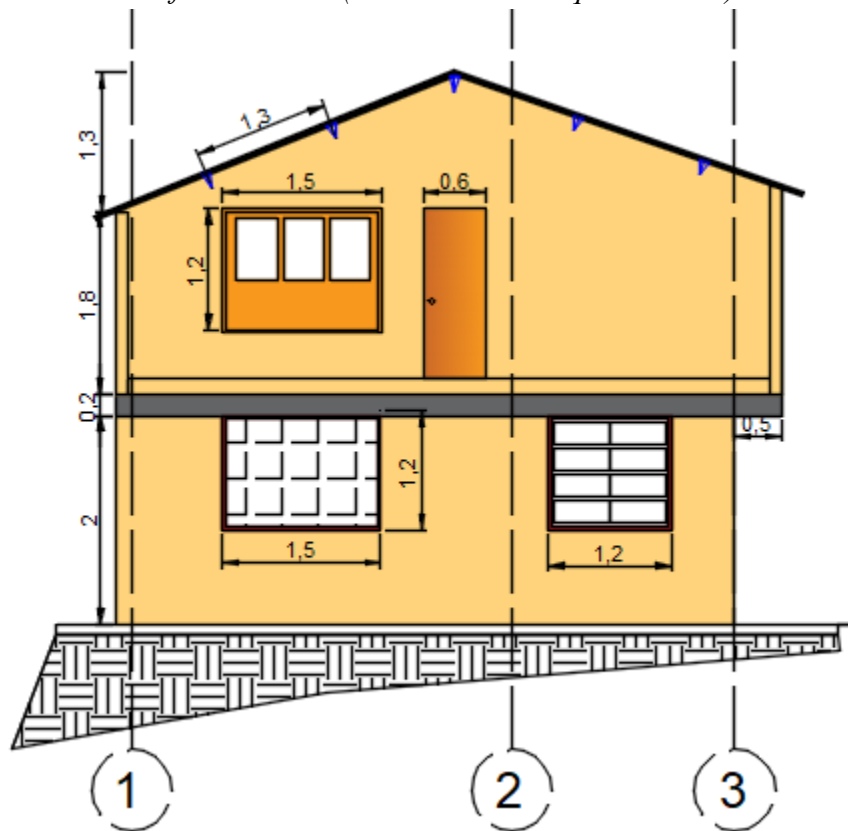
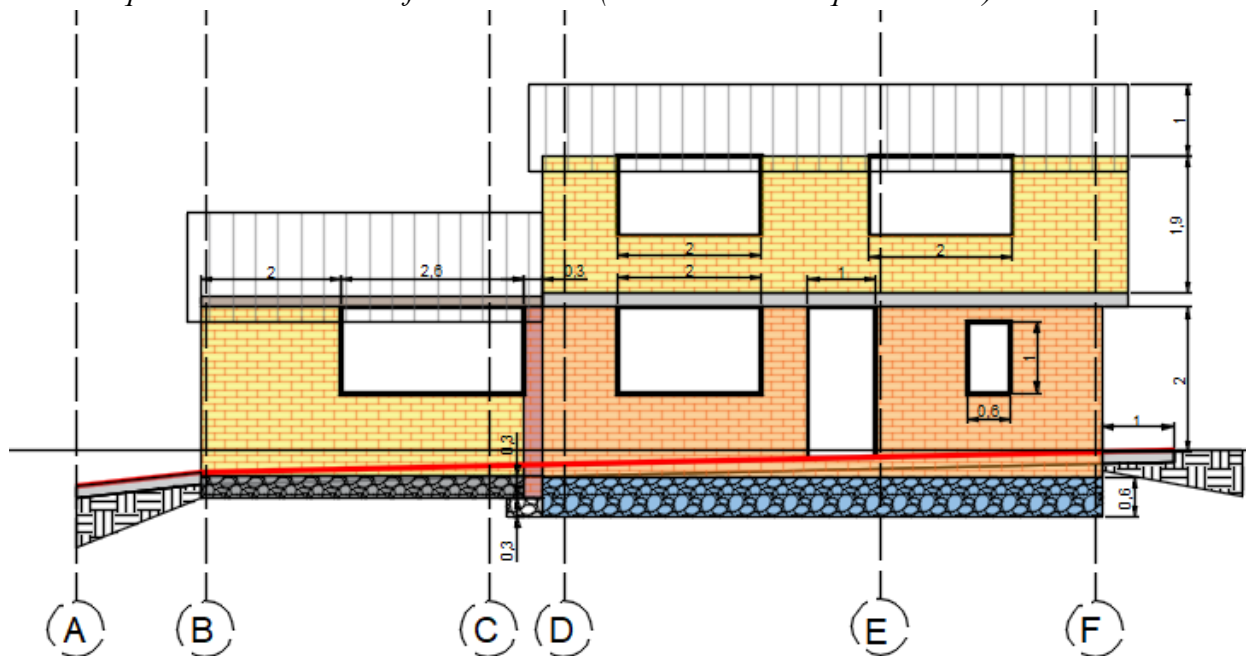


Figura 6

Plano arquitectónico – Alzado fachada Norte (levantamiento arquitectónico)



### Anexo 3 Registro de apiques de exploración de cimentación del proyecto

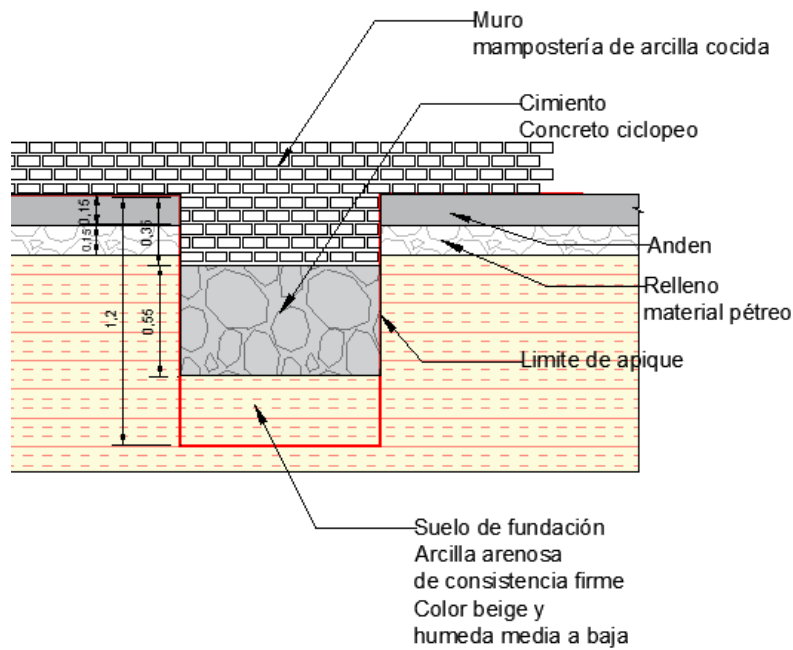
**Figura 7**

*Localización de apiques o área de investigación sobre planta del primer nivel.*



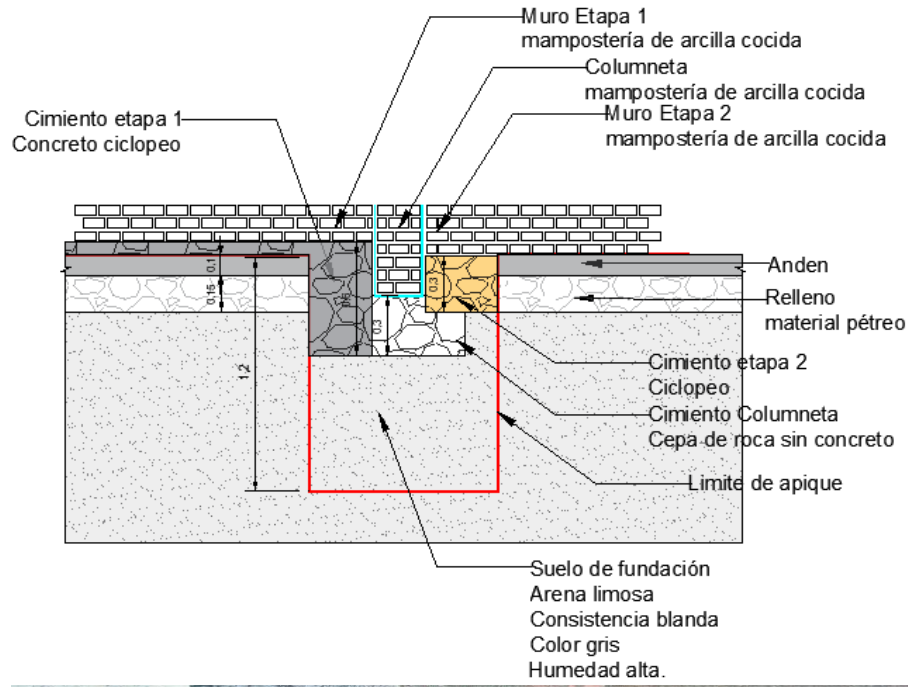
**Figura 8**

*Resultados apique en cimentación No 1.*



**Figura 9**

Resultados apique en cimentación No 2.



#### Anexo 4 Análisis de grietas y Fisuras.

Las lesiones físicas mas representativas o criticas de la edificación corresponden a fisuras y grietas, afectando tanto a muros como pisos de la edificación; en su identificación se evalúan la abertura, causa, evolución y elementos afectados como principios a considerar en su estudio.

En las tablas siguiente y Figura 11 se registra el consolidado de las fisuras y grietas representativas identificadas en la edificación.

**Tabla 5**

*Registro de lesiones identificadas para la estructura*

<b>Fisuras y/o Grietas</b>				
<b>Lesión</b>	<b>Elemento Afectado</b>	<b>Abertura</b>	<b>Nivel de Afectación</b>	<b>Causa</b>
<b>F1</b>	Ciclópeo de cimentación	> 5.0 mm	Funcionalidad	Asentamiento por error de diseño y construcción.
<b>F2</b>	Anden perimetral	> 5.0 mm	Funcionalidad	Asentamiento por error de diseño y construcción.
<b>F3</b>	Anden perimetral	> 5.0 mm	Funcionalidad	Asentamiento por error de diseño y construcción.
<b>F4</b>	Piso de la cocina	> 5.0 mm	Funcionalidad	Asentamiento por error de diseño y construcción.
<b>F5</b>	Muro de mampostería	1.7 mm	Seguridad	Asentamiento por error de diseño y construcción.
<b>F6</b>	Muro de mampostería	> 5 mm	Seguridad	Asentamiento por error de diseño y construcción.
<b>F7</b>	Muro de mampostería	<0.6 mm	Seguridad	Carga lateral por error de construcción.
<b>F8</b>	Muro de mampostería	<0.6 mm	Seguridad	Carga latera por eventos sísmicos
<b>F9</b>	Muro de mampostería	<0.6 mm	Seguridad	Carga concentrada por error constructivo
<b>F10</b>	Muro de mampostería	1 mm	Seguridad	Carga concentrada por error de diseño
<b>F11</b>	Muro de mampostería	1.3 mm	Seguridad	Asentamiento por error de diseño y construcción.
<b>F12</b>	Muro de mampostería	1.4 mm	Seguridad	Carga latera por eventos sísmicos
<b>F13</b>	Muro de mampostería	<0.6 mm	Aspecto	Retracción de la pasta por error constructivo y calidad de materiales.
<b>F14</b>	Muro de mampostería	<0.6 mm	Aspecto	Retracción de la pasta por error constructivo y calidad de materiales.
<b>F15</b>	Muro de mampostería	<0.6 mm	Aspecto	Retracción de la pasta por error constructivo y calidad de materiales.

Identificadas patologías relacionadas con asentamientos se consideran importante evaluar la actividad de las mismas, para esto se emplean fisurómetros de regleta en 3 puntos de la edificación considerando su relevancia y distribución espacial, enseguida se presentan los registros de las mediciones.

**Tabla 6**

*Resultados de seguimiento a la actividad de fisuras*

No	Ubicación	Abertura Inicial (mm)	Lectura 1 31 - 08 -2025 (mm)	Lectura 2 30- 09-2025 (mm)	Lectura 3 11- 10-2025 (mm)	Velocidad de crecimiento (mm/mes)
1	Nivel 1 Fachada Este Eje 2	1.7	0	0	0	0
2	Nivel 1 Fachada Norte Eje B-C	1.8	0	0	0	0
3	Nivel 2 Escalera Eje 1-D	1.3	2.5	3	3	0.37

**Figura 10**

*Registro fotográfico de seguimiento a fisuras*



**Figura 11**

*Representación esquemática de ubicación de lesiones sobre planimetría del proyecto*



## Anexo 5 Análisis de Humedades en la edificación

Dada la antigüedad de la construcción y como consecuencia de múltiples patologías y comportamientos se presentan numerosas afectaciones principalmente en muros perimetrales en la primera planta, enseguida se presenta consolidado de la presencia de esta patología en la edificación.

En la tabla siguiente y Figura 11 se registra el consolidado de las fisuras y grietas representativas identificadas en la edificación.

**Tabla 7**

*Consolidado de lesiones relacionadas con humedad en la edificación*

<b>Lesión</b>	<b>Elemento Afectado</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Tipo de Humedad</b>	<b>Nivel de Afectación</b>
<b>H1</b>	Muro de mampostería	Nivel 1 Exterior Fachada norte y oeste	H. Capilar	Funcionalidad
<b>H2</b>	Muro de mampostería	Nivel 1 Interior Habitaciones 1 y 2	H. Capilar	Funcionalidad
<b>H3</b>	Muro de mampostería	Nivel 2 Escalera - Sala	Filtración	Funcionalidad
<b>H4</b>	Muro de mampostería	Nivel 2 Habitación No 5 Muro Norte	H. Capilar	Funcionalidad

## Anexo 6 Patologías en cubierta

Se evalúa la integridad de las cubiertas a nivel del estado de los materiales que la componen, integridad de la estructura de soporte y funcionalidad.

La tabla siguiente registra el consolidado de las patologías identificadas en las cubiertas de la edificación.

**Tabla 8**

*Consolidado de lesiones identificadas a nivel de cubierta*

<b>Lesión</b>	<b>Elemento Afectado</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Material</b>	<b>Nivel de Afectación</b>	<b>Causa</b>	<b>% Área Afectada</b>
<b>CU1</b>	Cercha	Fachada Este Planta 2	Acero	Aspecto	Error constructivo	<1%
<b>CU2</b>	Teja	Cocina y bodega Planta 1	Asbesto cemento	Funcionalidad	Falta de mantenimiento	70%
<b>CU3</b>	Armadura de soporte	Cocina y bodega Planta 1	Madera	Seguridad	Presencia de xilófagos, falta de mantenimiento, calidad de los materiales	70%

## Anexo 7 Caracterización del suelo de fundación

Teniendo en cuenta que la patología evidenciada inicialmente se relaciona con asentamientos se realiza caracterización del suelo con el objeto de identificar factores que expliquen el comportamiento, principalmente variabilidad bajo la estructura y presencia de suelos deformable

En la tabla siguiente se relacionan los resultados de la caracterización del suelo, la cual se presenta en el anexo No 2.

**Tabla 9**

*Registro de lesiones identificadas para la estructura*

APIQUE	UBICACIÓN	MUESTRA	DESCRIPCION	ENSAYOS
1	Fachada este (Etapa constructiva No 1)	APQ 1 -M1 (Profundidad 1.0 m)	Arena arcillosa compacta, de moderado contenido de humedad y coloración café ocre.	Clasificación USCS: SC Clasificación AASHTO: A-2-4 Humedad 13.7% % Gravas=7.4 % Arenas= 62.1 % Arcillas= 30.5 LL=24.2% IP=9%
2	Fachada norte (Transición entre etapa constructiva 1 y 2)	APQ2 -M1 (Profundidad 1.0 m)	Arena limosa muy fina, pobremente gradada, de consistencia suelta y en condición saturada, presenta color grisáceo.	Clasificación USCS: SM Clasificación AASHTO: A-4 Humedad 17.6% % Gravas=0.3 % Arenas= 48 % Arcillas= 51.4 LL=NL IP=NP

Enseguida se consignan los resultados de los ensayos de laboratorio realizados.



## GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO

Codigo: EL - INVE123 - F02

### FORMATO

Version: 1

Fecha: 15/02/2021

Fecha Informe: 27/10/2025 Cliente: Levir Alirio Avellaneda Nossa

Dirección: Calle 5 # 2-112, Iza Boyaca Telefono: 3112155909

### DATOS GRANULOMETRIA LAVADA

Proyecto:	Trabajo de opcion de grado: Estudio patologicopara evaluacion de factibilidad de remodelacion y ampliacion de casa campestre la fortaleza - Iza (Boyaca)	Solicita:	Levir Alirio Avellaneda Nossa
Tipo de Suelo:	Arcilla mal gradada arenosa con grava de color café oscuro.	Muestra:	APQ1-M1
Fecha Ingreso:	11/10/2025	Norma Ensayo:	INV E 123

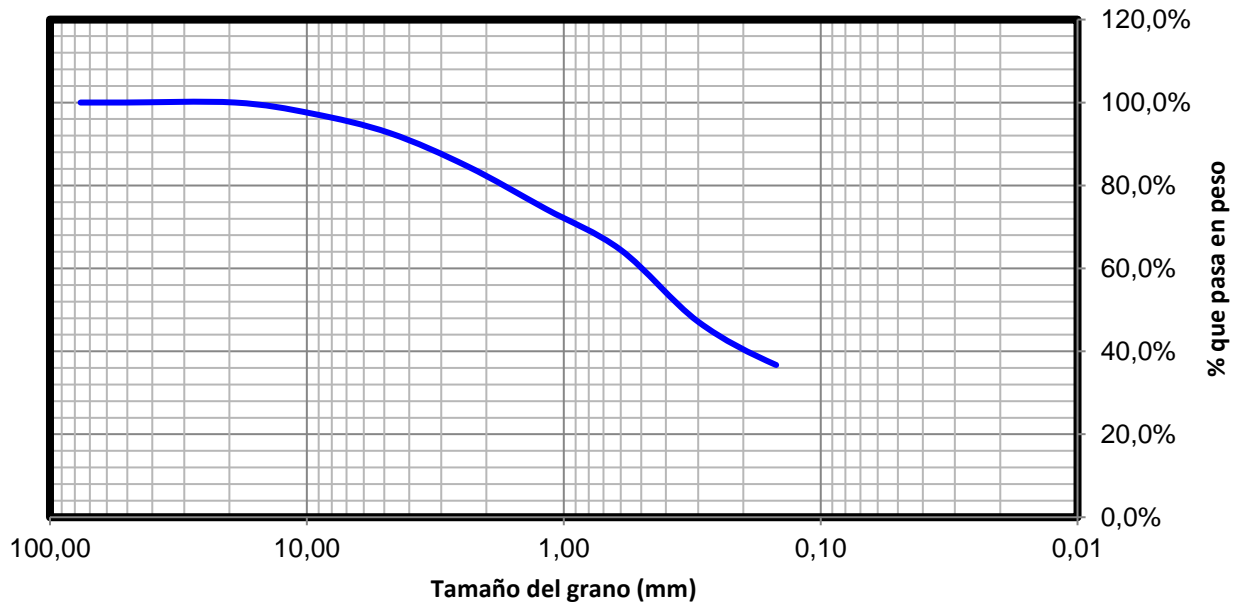
### RESULTADOS

TAMIZADO		HUMEDAD DEL AGREGADO (SUELO)	
Peso Recipiente (g)	57,1	Ident Capsula	IE27
Peso suelo sin lavar y recipiente (g)	294,1	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	240,2
Peso suelo lavado y recipiente (g)	223,8	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	219,0
Peso suelo seco sin lavar (g)	237,0	Peso Capsula (g)	65,3
Peso suelo seco lavado (g)	166,7	Humedad (%)	13,7%

Tamiz		Peso tamiz (g)	Peso tamiz + suelo	Peso Suelo Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Clasificación I.T.M	
Numero	Dimensión (mm)								
3	76,00	478,3	478,3	0,00	0,00%	0,0%	100,0%	Gravas	Gruesas
1 1/2	50,80	452,6	452,6	0,00	0,00%	0,0%	100,0%		
3/4	19,05	414,9	414,9	0,00	0,00%	0,0%	100,0%		
3/8	9,53	422,2	428,5	6,34	2,67%	2,7%	97,3%		Finas
4	4,75	390,3	401,5	11,15	4,70%	7,4%	92,6%	Arenas	Gruesas
8	2,36	368,6	387,7	19,09	8,05%	15,4%	84,6%		Medias
16	1,18	336,2	360,3	24,08	10,16%	25,6%	74,4%		
30	0,60	345,6	369,2	23,61	9,96%	35,6%	64,4%		
50	0,30	299,3	340,3	40,98	17,29%	52,8%	47,2%		Finas
100	0,149	317,5	342,3	24,78	10,45%	63,3%	36,7%		
200	0,075	271,2	285,8	14,59	6,16%	69,5%	30,5%		
Fondo	0,000	260,9	260,9	0,00	30,55%	100,0%	0,0%	Limos y Arcillas	Limos y Arcillas
		Total Peso Retenido		164,62					

Porcentajes del Material		Modulo de Finura		2,0%			
% Arenas	62,1%	Parametros del Suelo					
% Gravas	7,4%	Cu	20,9	LL	24,2%	D60	0,52300
% Finos	30,5%	Cc	0,419	LP	15,2%	D30	0,07400
				IP	9,0%	D10	0,02500

## Curva Granulometrica Ensayo




Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	Limo y Arcilla
<b>Grava</b>		<b>Arena</b>			

Descripcion del Material: Arcilla mal gradada arenosa con grava de color café oscuro.

Observaciones: \_\_\_\_\_

Ensayo:

  
 Edward Camilo Fonseca Orduz  
 Laboratorista

Aprobo:

  
 Camilo Andrés Serrano Talero  
 Gerente  
 MP N° 15228-255384 BYC  
 Esp. Gerencia Proyectos de Construcción



## LIMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP)

Código: EL - INVE125,126 - F01

### FORMATO

Versión: 1

Fecha: 11/02/2020

Fecha Informe: 27/10/2025 Cliente: Levir Alirio Avellaneda Nossa

Dirección: Calle 5 # 2-112, Iza Boyaca Telefono: 3112155909

### DATOS GRANULOMETRIA LAVADA

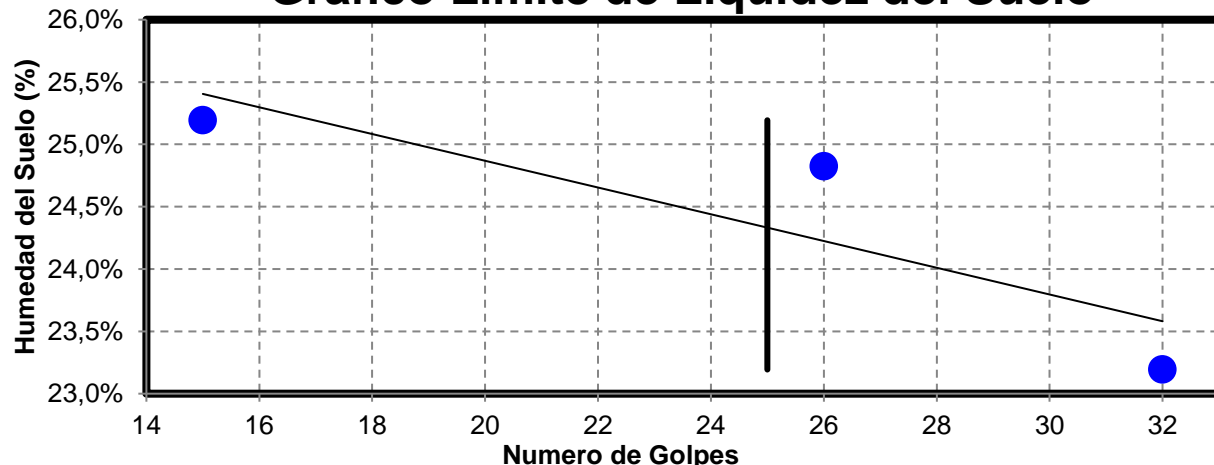
Proyecto:	Trabajo de opcion de grado: Estudio patologicopara evaluacion de factibilidad de remodelacion y ampliacion de casa campestre la fortaleza - Iza (Boyaca)	Solicita:	Levir Alirio Avellaneda Nossa
Descripción del Suelo:	Arcilla mal gradada arenosa con grava de color café oscuro.	Muestra traída por:	Levir Alirio Avellaneda Nossa
Fecha Ingreso:	11/10/2025	Norma Ensayo:	INV E 125, 126
Número de Muestra:	APQ1-M1	Profundidad Perforación	1,5m

### RESULTADOS

#### LIMITE LIQUIDO

Número de Recipiente	150	155	138					
Peso recipiente + Peso suelo humedo (g)	16,44	22,95	25,31					
Peso recipiente + Peso suelo seco (g)	14,16	19,44	21,49					
Peso recipiente (g)	5,11	5,30	5,02					
Peso de suelo seco Ws (g)	9,05	14,14	16,47					
Peso del agua (g)	2,28	3,51	3,82					
% de Humedad	25,2%	24,8%	23,2%					
Numero de Golpes	15	26	32					
Limite Liquido calculado	23,7%	24,9%	23,9%					
Limite Liquido Promedio	24,2%							

### Grafico Limite de Liquidez del Suelo

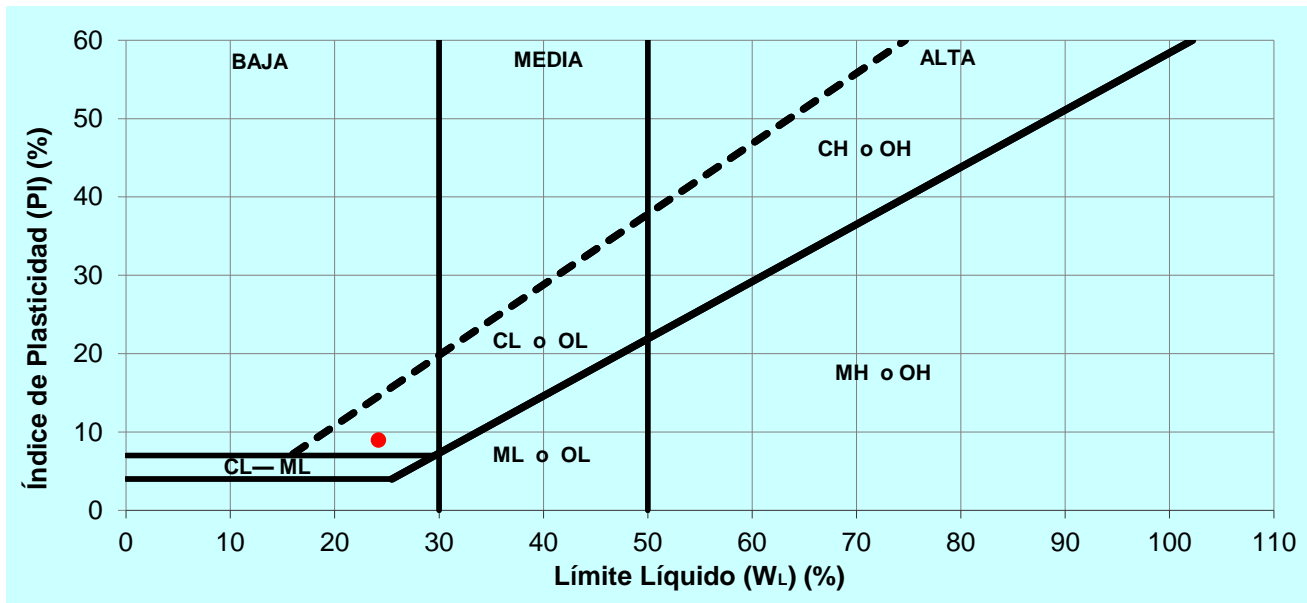


LIMITE PLASTICO						
Número de Recipiente	I1	I4				Humedad Natural
Peso recipiente + Peso suelo humedo (g)	18,87	20,73				240,15
Peso recipiente + Peso suelo seco (g)	18,10	20,01				219,0
Peso recipiente (g)	13,20	15,11				57,01
Peso de suelo seco Ws (g)	4,90	4,90				162,0
Peso del agua (g)	0,77	0,72				21,12
% de Humedad	15,7%	14,7%				13,0%
Limite Plastico	15,2%					

TAMIZ	Numero 4	Num 200
PESO RET	11,15	14,59
% PASA	92,60	30,50

Clasificación SUCS	CL
Consistencia Relativa (CR)	1,24
Indice de Liquidez (IL)	-0,14
Indice de Flujo (IF)	-4,60

WL (%)	24,2
WP (%)	15,2
IP (%)	9,0



**Observaciones:** Arcilla mal gradada arenosa con grava de color café oscuro.

Ensayó

Edward Camilo Fonseca Orduz  
Laboratorista

Aprobó:

Camilo Andrés Serrano Talero  
Gerente

MP N° 15228-255384 BYC

Esp. Gerencia Proyectos de Construcción



## GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO

Codigo: EL - INVE123 - F02

### FORMATO

**Version: 1**

**Fecha: 15/02/2021**

Fecha Informe: 27/10/2025 Cliente: Levir Alirio Avellaneda Nossa

Dirección: Calle 5 # 2-112, Iza Boyaca Telefono: 3112155909

### DATOS GRANULOMETRIA LAVADA

Proyecto:	Trabajo de opcion de grado: Estudio patologicopara evaluacion de factibilidad de remodelacion y ampliacion de casa campestre la fortaleza - Iza (Boyaca)	Solicita:	Levir Alirio Avellaneda Nossa
Tipo de Suelo:	Arcilla bien graduada con limo color café claro.	Muestra:	APQ2-M1
Fecha Ingreso:	11/10/2025	Norma Ensayo:	INV E 123

### RESULTADOS

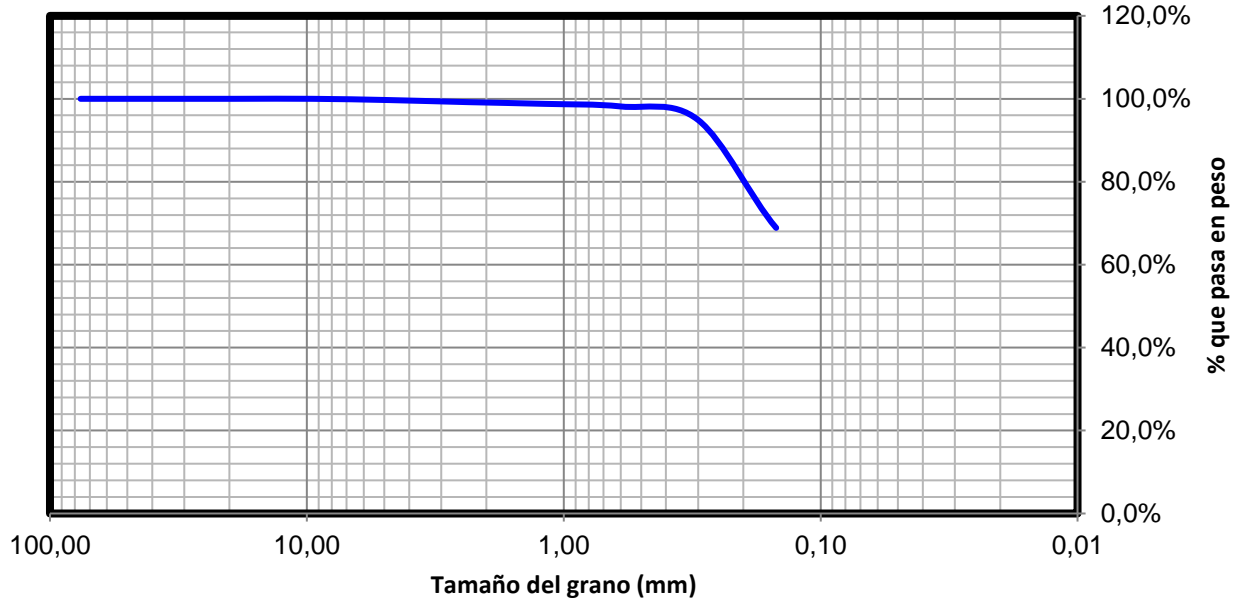
TAMIZADO		HUMEDAD DEL AGREGADO (SUELO)	
Peso Recipiente (g)	52,9	Ident Capsula	IE8
Peso suelo sin lavar y recipiente (g)	268,3	Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	277,7
Peso suelo lavado y recipiente (g)	157,6	Peso Capsula + Suelo Seco (g)	244,9
Peso suelo seco sin lavar (g)	215,4	Peso Capsula (g)	57,9
Peso suelo seco lavado (g)	104,7	Humedad (%)	17,6%

Tamiz		Peso tamiz (g)	Peso tamiz + suelo	Peso Suelo Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Clasificación I.T.M	
Numero	Dimensión (mm)								
3	76,00	478,3	478,3	0,00	0,00%	0,0%	100,0%	Gravas	Gruesas
1 1/2	50,80	452,6	452,6	0,00	0,00%	0,0%	100,0%		
3/4	19,05	414,9	414,9	0,00	0,00%	0,0%	100,0%		
3/8	9,53	422,2	422,2	0,00	0,00%	0,0%	100,0%		
4	4,75	390,3	391,0	0,67	0,31%	0,3%	99,7%	Arenas	Finas
8	2,36	368,6	369,7	1,07	0,50%	0,8%	99,2%		
16	1,18	336,2	337,1	0,90	0,42%	1,2%	98,8%		
30	0,60	345,6	346,9	1,34	0,62%	1,8%	98,2%		
50	0,30	299,3	306,3	6,99	3,24%	5,1%	94,9%		
100	0,149	317,5	373,6	56,08	26,03%	31,1%	68,9%		
200	0,075	271,2	308,9	37,64	17,47%	48,6%	51,4%	Limos y Arcillas	Limos y Arcillas
Fondo	0,000	260,9	260,9	0,00	51,40%	100,0%	0,0%		

Total Peso Retenido: 104,69

Porcentajes del Material		Modulo de Finura				0,4%	
% Arenas	48,3%	Parametros del Suelo					
% Gravas	0,3%	Cu	7,4	LL	0,0%	D60	0,11100
% Finos	51,4%	Cc	1,163	LP	0,0%	D30	0,04400
				IP	0,0%	D10	0,01500

# Curva Granulometrica Ensayo



Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	Limo y Arcilla
Grava		Arena			

Descripcion del Material: Arcilla bien graduada con limo color café claro.

Observaciones: \_\_\_\_\_

Ensayo:

  
Edward Camilo Fonseca Orduz

Laboratorista

Aprobo:

  
Camilo Andrés Serrano Talero

Gerente

MP N° 15228-255384 BYC

Esp. Gerencia Proyectos de Construcción



LIMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP)

Código: EL - INVE125,126 - F01

**FORMATO**

**Versión: 1**

**Fecha: 11/02/2020**

Fecha Informe: 27/10/2025 Cliente: Levir Alirio Avellaneda Nossa

Dirección: Calle 5 # 2-112, Iza Boyaca Telefono: \_\_\_\_\_

**DATOS GRANULOMETRIA LAVADA**

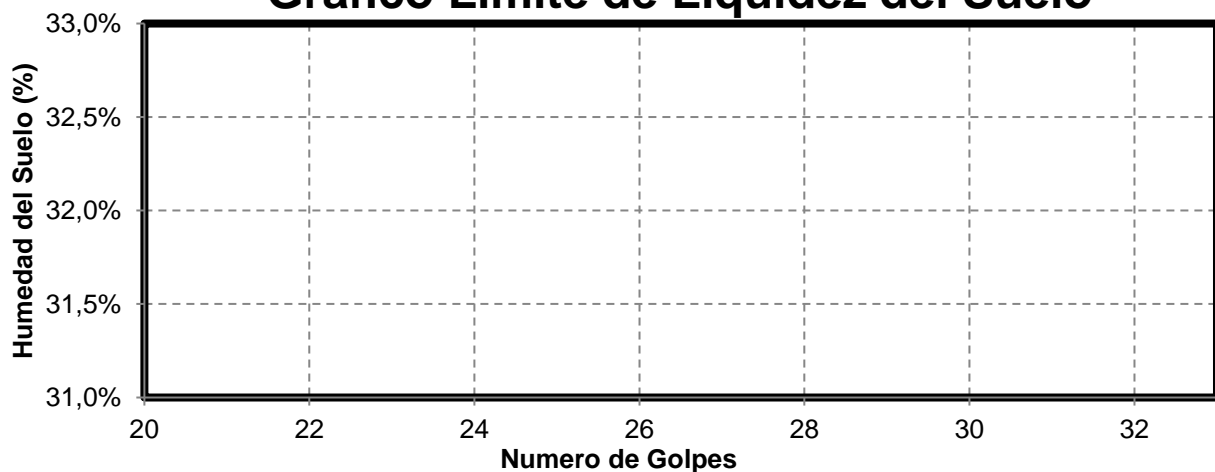
Proyecto:	Trabajo de opcion de grado: Estudio patologicopara evaluacion de factibilidad de remodelacion y ampliacion de casa campestre la fortaleza - Iza (Boyaca)	Solicita:	Levir Alirio Avellaneda Nossa
Descripción del Suelo:	Arcilla bien graduada con limo color café claro.	Muestra traída por:	Levir Alirio Avellaneda Nossa
Fecha Ingreso:	11/10/2025	Norma Ensayo:	INV E 125, 126
Número de Muestra:	APQ2-M1	Profundidad Perforación	1,5m

**RESULTADOS**

**LIMITE LIQUIDO**

Número de Recipiente									
Peso recipiente + Peso suelo humedo (g)									
Peso recipiente + Peso suelo seco (g)									
Peso recipiente (g)									
Peso de suelo seco W <sub>s</sub> (g)									
Peso del agua (g)									
% de Humedad									
Numero de Golpes									
Limite Liquido calculado									
Limite Liquido Promedio	No registra limites, suelo limo arenoso.								

**Grafico Limite de Liquidez del Suelo**



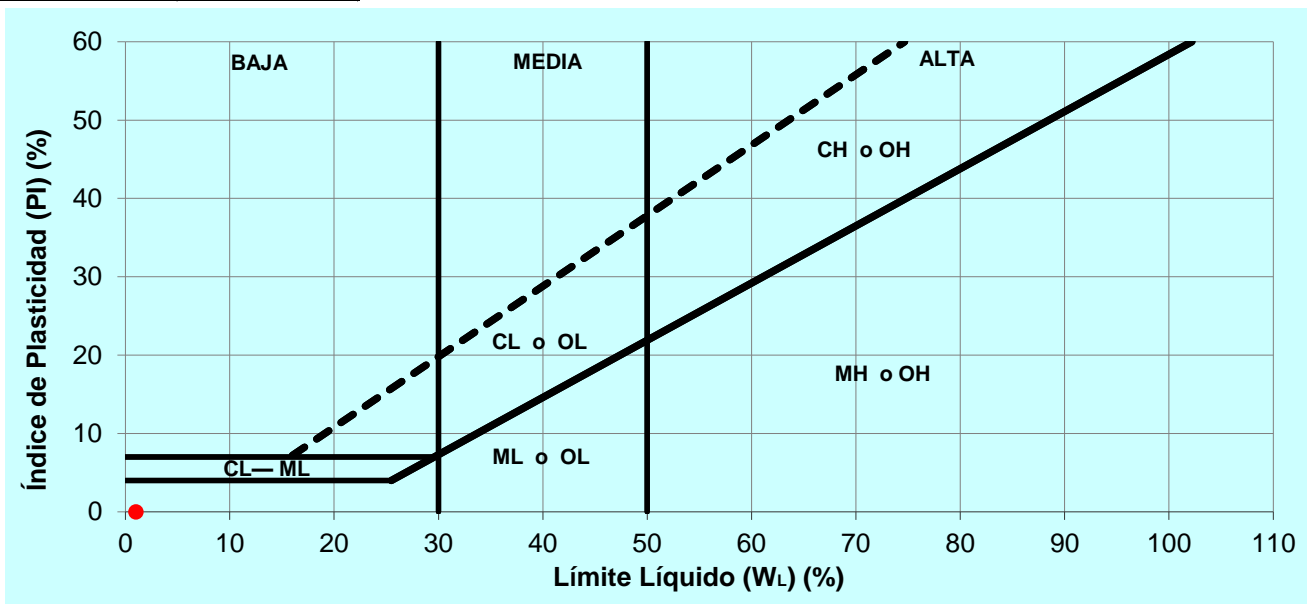
## LIMITE PLASTICO

Número de Recipiente								Humedad Natural
Peso recipiente + Peso suelo humedo (g)								277,69
Peso recipiente + Peso suelo seco (g)								244,9
Peso recipiente (g)								66,42
Peso de suelo seco W <sub>s</sub> (g)								178,4
Peso del agua (g)								32,83
% de Humedad								18,40%
Limite Plastico	No registra limites, suelo limo arenoso.							

TAMIZ	Numero 4	Num 200
PESO RET	0,67	37,64
% PASA	99,70	51,40

Clasificación SUCS	ML
Consistencia Relativa (CR)	N.R
Indice de Liquidez (IL)	N.R
Indice de Flujo (IF)	N.R

WL (%)	N.R
WP (%)	N.R
IP (%)	N.R




**Observaciones:** Arcilla bien graduada con limo color café claro.

Ensayó

  
 Edward Camilo Fonseca Orduz  
 Laboratorista

Aprobó:

  
 Camilo Andrés Serrano Talero  
 Gerente

MP N° 15228-255384 BYC

**Esp. Gerencia Proyectos de Construcción**

## Anexo 8 Evaluación de la integridad estructural del concreto

Para evaluar su comportamiento estructural se requiere de la determinación de sus condiciones geométricas, distribución del acero de refuerzo, resistencia del concreto endurecido y verificación del avance del proceso de carbonatación y estado del refuerzo

### *Datos recopilados*

En la siguiente tabla se presentan los hallazgos de la inspección realizada en los diferentes elementos estructurales de concreto del proyecto.

**Tabla 10**

*Resultados de ensayos sobre concreto endurecido*

<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>	<b>Punto de muestreo</b>	<b>Resultado</b>
<b>Resistencia a la compresión con esclerómetro</b>	NTC 3692	Ciclópeo de cimentación	< 10 Mpa
		Placa de entrepiso F-1-2	16 Mpa
		Placa de entrepiso F-3	16.5 Mpa
<b>Inspección geométrica</b>	-	Placa de entrepiso	15 cm de espeso Adicional presenta sobre piso de 5 cm
		Ciclópeo de cimentación etapa 1	Altura de 55 cm
		Ciclópeo de cimentación etapa 2	Altura de 30 cm
<b>Regatas para determinar acero de refuerzo</b>	-	Placa de entrepiso F-1-2	Parrilla sencilla posicionada en el extremo inferior # 3 Lisa cada 25 cm (E-W) # 3 Lisa cada 30 cm (N-S) Recubrimiento 3 cm cara inferior.
<b>Carbonatación</b>	UNE 14630	Placa de entrepiso F-1-2	4 cm de carbonatación en ambas caras El acero de refuerzo se encuentra en área carbonatada, sin embargo, no presenta oxidación

Nota: Sobre los elementos de cimentación no se realizan regatas ni prueba de carbonatación dado que no presentan acero de refuerzo.


### **Figura 12**

*Registro fotográfico de regatas para inspección de acero de refuerzo, prueba de carbonatación con fenoltaleína y pruebas de resistencia con esclerómetro*



**Figura 13**

Registro ensayo de esclerometría.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS	ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN	versión: 01
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL- UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	Fecha: Octubre 2025
	OPCION DE GRADO	Ficha No 1
	ESCLEROMETRIA - NTC 3692	Pag 1 de 2

REGISTRO DE CAMPO	
PROYECTO:	Estudio patológico para evaluación de factibilidad de remodelación y ampliación casa campestre la fortaleza – Iza (Boyacá)
CLIENTE:	Amalia Santana


INFORMACION DEL EQUIPO	
EQUIPO	Test Hammer ZC3-A
No De Serie	ZC253900000
Fecha de Calibración	25/06/2025

INFORMACION DEL ENSAYO				
ENSAYO No	1	2	3	
FECHA	8/10/2025	9/10/2025	9/10/2025	
TEMPERATURA	18°C	22°C	22°C	
HUMEDAD	-	-	-	
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Cimentacion	Placa de entrepiso	Placa de entrepiso	
EDAD DEL CONCRETO	38 años	38 años	38 años	
RESISTENCIA DE DISEÑO	No disponible	No disponible	No disponible	
UBICACIÓN	Apique No 2. Interseccion Eje D-3	Balcon habitacion 5 Eje F	Balcon habitacion 4 Eje F	
INCLINACION	0°	-90°	-90°	
CARBONATACION				
Lectura No 1	16	21	24	
Lectura No 2	18	19	16	
Lectura No 3	25	26	21	
Lectura No 4	16	22	25	
Lectura No 5	15	16	17	
Lectura No 6	14	18	21	
Lectura No 7	16	18	23	
Lectura No 8	18	22	24	
Lectura No 9	12	23	22	
Lectura No 10	17	20	22	
Promedio	17	21	22	
No de lecturas descartada	1	0	1	
Promedio Ajustado	16	21	22	
Resistencia (MPa)	< 10	16	16.5	
<b>Resistencia Corregida (Humedad, temperatura, carbonatación) (MPa)</b>	< 10	16	16.5	

Ensayo realizado por: Alirio Avelaenda N

## Figura 14

### Registro ensayo de esclerometría.

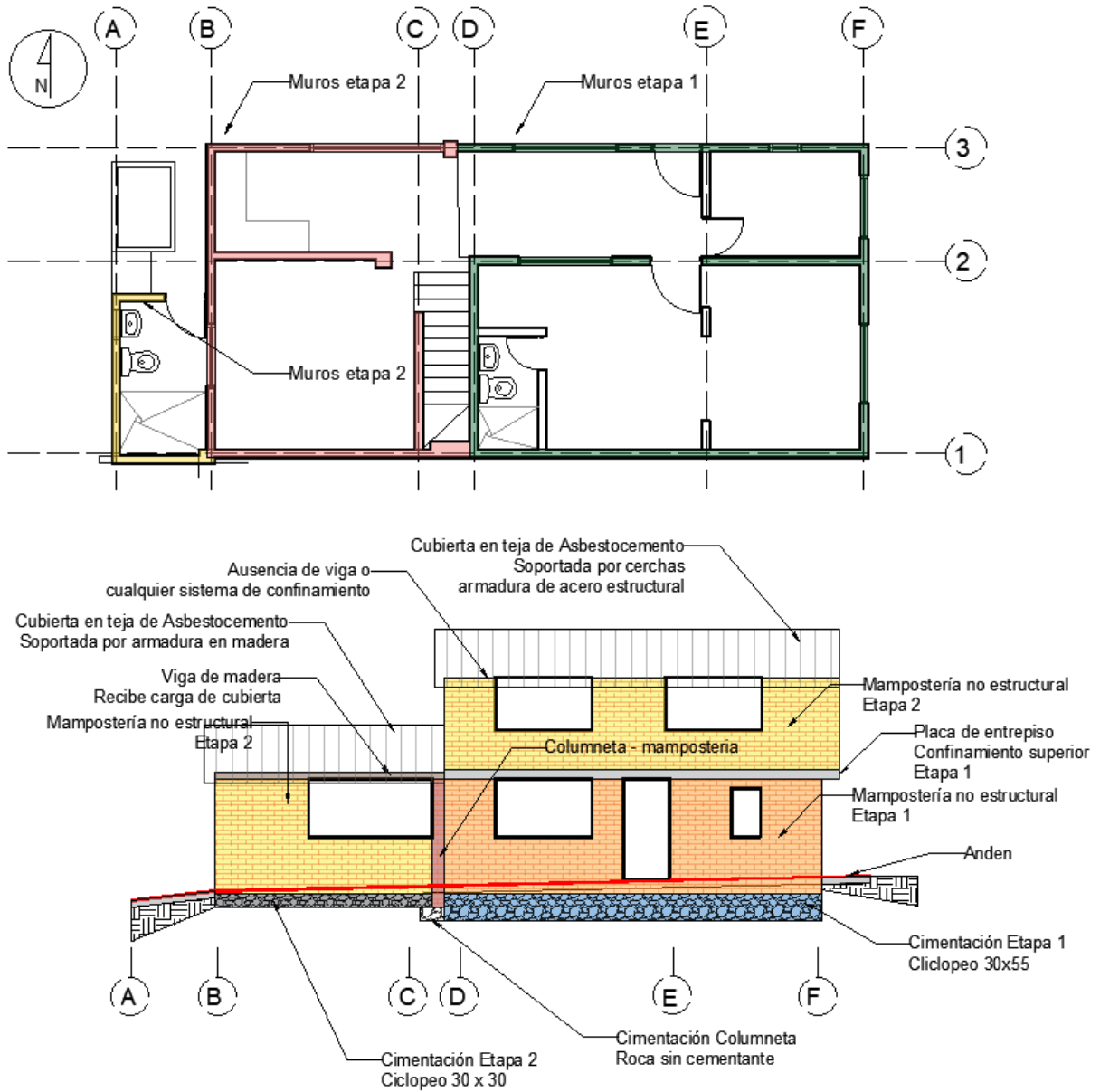
 <b>UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS</b>	<b>ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN</b>			versión: 01
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL- UNIVERSIDAD SANTO TOMAS</b>			Fecha: Octubre 2025
	<b>OPCION DE GRADO</b>			Ficha No 3
	<b>PRUEBA DE CARBONATACION - UNE 112011</b>			Pag 1 de 2
<b>REGISTRO DE CAMPO Y LABORATORIO</b>				
<b>PROYECTO:</b>	Estudio patológico para evaluación de factibilidad de remodelación y ampliación casa campestre la fortaleza – Iza (Boyacá)			
<b>CLIENTE:</b>	Amalia Santana			
ENSAYO No.	1	2	3	4
Fecha	8/10/2025			
Elemento Estructural	Placa de entrepiso			
Ancho (mm)	--			
Largo / profundidad (mm)	150			
Ubicación	Balcon eje F			
Edad del Concreto	38 años			
Longitud incolora (mm)	41			
Longitud tono rosado (mm)	22			
Longitud tono violeta (mm)	45			
dk max (mm)	41			
dk mín (mm)	41			
<b>Profundidad de carbonatación dk (mm)</b>	41			
Longitud a acero de refuerzo (mm)	30			
Observaciones acero de refuerzo	Presenta carbonatacion en ambos frentes de la losa			
Condiciones ambientales				
Temperatura	--	Humedad relativa	--	
Velocidad del viento	--	Presencia de ambientes ácidos	--	
Condiciones de curado del concreto	No hay reporte			

Ensayo realizado por: \_\_\_\_\_

## Anexo 9 Análisis de la configuración estructural de la edificación.

**Figura 15**

*Configuración estructural planta perfil de la estructura del proyecto.*



## Anexo 10 Matriz de vulnerabilidad

Se realiza evaluación de vulnerabilidad a partir de los conceptos de probabilidad y severidad enunciados enseguida:

### **Probabilidad**

Frecuente: El evento ocurre con frecuencia en el entorno de proyecto

Posible: El evento se ha presentado alguna vez en el área del proyecto o entorno cercano

Ocasional: Mediana probabilidad de ocurrencia del evento en el proyecto

Remota: Baja probabilidad de ocurrencia para el proyecto

Improbable: Muy baja posibilidad de que el evento se desarrolle para el proyecto

### **Severidad**

Muy Leve: Sin impacto representativo sobre el proyecto ni pérdidas económicas

Leve: Afectaciones provisionales a la funcionalidad sin afectar la integridad del proyecto

Seria: Afectación a la funcionalidad provisional, sin comprometer integridad estructural del proyecto

Grave: Daños estructurales y funcionales.

Catastrófica: Pérdida total de infraestructura y/o vidas,

### **Nivel de riesgo**

Bajo: Solamente se presentarían daños físicos leves, corresponde a riesgos que requieren monitoreo.

Medio: Puede afectar de manera moderada los elementos físicos, las actividades y las personas, sin que se generen muertes humanas, riesgos que requieren planes de actuación preventivos.

Alto: Puede afectar gravemente elementos físicos (destrucción) y personas (muerte), así como interrupción del uso, riesgos que requieren planes de intervención correctivos.

### **Riesgo de Colapso por sismo**

		Severidad				
		Muy Leve	Leve	Seria	Grave	Catastrófica
Probabilidad	Frecuente					
	Posible					
	Ocasional					x
	Remota					
	Improbable					
Ocasional: Mediana probabilidad de ocurrencia de sismo de magnitud alta muy cerca al área de proyecto						
Grave: Puede presentarse colapso total o parcial ante la presencia de sismo alto.						

### Riesgo de Inundación o avalancha

		Severidad				
		Muy Leve	Leve	Seria	Grave	Catastrófica
Probabilidad	Frecuente	Verde	Amarillo	Rojo	Rojo	Rojo
	Posible	Verde	Amarillo	Amarillo	Rojo	Rojo
	Ocasional	Verde	Amarillo	Amarillo con X	Amarillo	Rojo
	Remota	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo
	Improbable	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarillo
Ocasional: Mediana probabilidad de ocurrencia de desbordamiento de corrientes estacionarias.						
Seria: Afectación a la funcionalidad provisional, sin comprometer integridad estructural.						

### Riesgo de Incendio

		Severidad				
		Muy Leve	Leve	Seria	Grave	Catastrófica
Probabilidad	Frecuente	Verde	Amarillo	Rojo	Rojo	Rojo
	Posible	Verde	Amarillo	Amarillo	Rojo	Rojo
	Ocasional	Verde	Amarillo	Amarillo	Amarillo con X	Rojo
	Remota	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo
	Improbable	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarillo
Ocasional: Mediana probabilidad de ocurrencia de incendios en la región por condición climática.						
Grave: Daños estructurales y funcionales.						

### Riesgo de Colapso por cargas permanentes

		Severidad				
		Muy Leve	Leve	Seria	Grave	Catastrófica
Prob	Frecuente	Verde	Amarillo	Rojo	Rojo	Rojo
	Posible	Verde	Amarillo	Amarillo	Rojo	Rojo
	Ocasional	Verde	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Rojo
	Remota	Verde	Verde	Verde	Amarillo con X	Amarillo

e	Improbabl					
	Remota: Baja probabilidad de ocurrencia					
	Grave: Daños estructurales y funcionales.					

### Riesgo de Colapso por cargas de granizo o vientos

		Severidad				
		Muy Leve	Lev e	Seri a	Grav e	Catastrófic a
Probabilida e	Frecuente					
	Posible		x			
	Ocasional					
	Remota					
	Improbabl e					
Posible: Se han presentado eventos de granizadas y vientos fuertes en la región						
Leve: Presencia de filtraciones y humedades con afectación provisional a la funcionalidad.						

A partir del análisis de vulnerabilidad, se identifica que los riesgos ambientales representan un riesgo medio y alto para la edificación y por consiguiente el desarrollo de investigación y planes de acción preventivos y de intervención para evitar sucesos catastróficos.