

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO (TPI)

ESTUDIO PATOLOGICO INSTITUCION EDUCATIVA DE PIEDRA GORDA SORA
(BOYACÁ) SEDE PREESCOLAR

ESTUDIANTE

ING. LEONEL DE JESUS JUVINAO CHARRIS

CÓDIGO 2146142



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
ESPECIALIZACION EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCION
BOGOTA
2023

ESTUDIO PATOLOGICO INSTITUCION EDUCATIVA DE PIEDRA GORDA SORA
(BOYACÁ) SEDE PREESCOLAR

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO PARA OBTENER EL TITULO DE
ESPECIALISTA EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN

ESTUDIANTE

ING. LEONEL DE JESUS JUVINAO CHARRIS

CÓDIGO 2146142

DIRECTOR

ARQ. WALTER MAURICIO BARRETO CASTILLO



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
ESPECIALIZACION EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCION
BOGOTA

2023

Tabla de Contenido

| | Pág. |
|--|-------------|
| 1. Introducción | 8 |
| 2. Justificación..... | 8 |
| 3. Objetivos..... | 10 |
| 3.1. Objetivo general..... | 10 |
| 3.2. Objetivos específicos..... | 10 |
| 4. Marco referencial..... | 10 |
| 4.1. Marco teórico | 10 |
| 4.2. Marco legal | 14 |
| 4.3. Marco referencial..... | 15 |
| 5. Alcance y limitaciones..... | 17 |
| 6. Metodología | 18 |
| 7. Historia clínica y diagnóstico..... | 20 |
| 7.1. Descripción preliminar del paciente..... | 20 |
| 7.2. Planta general | 23 |
| 7.3. Planta de Cubiertas | 24 |
| 7.4. Localización de fisuras en corte a-a, corte b-b y fachada principal | 25 |
| 7.5. Localización de fisuras en fachadas laterales y posterior..... | 26 |
| 7.6. Fichas de levantamiento de lesiones | 27 |
| 7.7. Ensayos de esclerometría..... | 47 |
| 7.8. Resultados del Ferroskan | 50 |
| 7.9. Datos del estudio de suelos..... | 51 |
| 8. Diagnóstico..... | 51 |
| 9. Vulnerabilidad de elementos no estructurales | 52 |

| | |
|--|----|
| 10. Análisis de Vulnerabilidad por Geometría..... | 53 |
| 11. Propuesta de intervención y recomendaciones | 54 |
| 11.1. 10.1 Reforzamiento de la cimentación..... | 54 |
| 11.2. Alternativas de reparación de la grieta..... | 55 |
| 11.3. Construcción de una viga superior perimetral de amarre con los requerimientos mínimos de la norma NSR- 10..... | 58 |
| 11.4. Saneado del muro por ambos lados | 61 |
| 11.5. Reubicación del tanque de agua..... | 61 |
| 11.6. Sustitución de la teja de asbesto cemento..... | 61 |
| 11.7. Viga Canal | 62 |
| 11.8. Otras medidas preventivas..... | 63 |
| 11.9. Requisitos de los profesionales que participen en la intervención. | 63 |
| 12. Presupuesto y Programación..... | 66 |
| 13. Conclusiones | 68 |
| 14. Referencias Bibliográficas | 69 |
| Anexos | 71 |

Listado de Ilustraciones

| | Pág. |
|---|-------------|
| Ilustración 1. <i>Cuadrícula para prueba de esclerometría</i> | 11 |
| Ilustración 2. <i>Índices de Rebote</i> | 12 |
| Ilustración 3. <i>Ubicación del Municipio de Sora</i> | 15 |
| Ilustración 4. <i>Mapa de amenaza símica</i> | 16 |
| Ilustración 5. Corbatín de yeso | 19 |
| Ilustración 6. Ubicación de la escuela..... | 21 |
| Ilustración 7. Vista aérea de la escuela | 21 |
| Ilustración 8. <i>Cerchas metálicas</i> | 22 |
| Ilustración 9. <i>Planta General</i> | 23 |
| Ilustración 10. <i>Planta de cubiertas</i> | 24 |
| Ilustración 11. Localización de fisuras y grietas en los cortes..... | 25 |
| Ilustración 12. Localización de fisuras y grietas en fachada y posterior | 26 |
| Ilustración 13. Ubicación de ensayos de esclerometría | 48 |
| Ilustración 14. <i>Tabla de lecturas del esclerómetro</i> | 49 |
| Ilustración 15. Acero de refuerzo en columnas | 50 |
| Ilustración 16. Inyección en la cimentación | 55 |
| Ilustración 17. Costura de grieta | 56 |
| Ilustración 18. Relleno de mortero en grieta..... | 57 |
| Ilustración 19. Relleno de resina sintética en grieta | 58 |
| Ilustración 20. Sección de viga | 59 |
| Ilustración 21. Espaciamiento de los estribos en viga | 59 |
| Ilustración 22. Detalle del gancho en los estribos..... | 60 |
| Ilustración 22. Canaleta perimetral | 63 |
| Ilustración 23. Tabla de requisitos mínimos para profesionales que participen en la intervención | 64 |

Lista de Anexos

| | Pág. |
|---|-------------|
| Anexo A. Fotografías de Pruebas de Esclerometría | 71 |
| Anexo B. Ferrosan | 87 |
| Anexo C. Corbatines de yeso..... | 89 |
| Anexo D. Modelo de evaluación de vulnerabilidad de elementos no estructurales | 91 |
| Anexo E. Diseño manual de Viga con requisitos mínimos | 99 |
| Anexo F. Análisis de Precios Unitarios | 100 |

Resumen

El presente proyecto tiene por objeto realizar un estudio patológico de la institución educativa de Sora (Boyacá), Piedra Gorda, sede de preescolar. A través del presente estudio se realizó una visita técnica, durante la cual se realizó un levantamiento arquitectónico de la edificación, así como una identificación de las lesiones patológicas que lo afectan, posteriormente se diligenciaron unas fichas de análisis, con base en las cuales se realizó el diagnóstico, para finalmente proponer algunas alternativas de intervención con algunas recomendaciones finales.

Abstract

The purpose of this project is to carry out a pathological study of the educational institution of Sora (Boyacá), Piedra Gorda, preschool grade. Through the present study, a technical visit was carried out, during which an architectural description of the building was carried out, as well as an identification of the pathological lesions that affect it, later some analysis sheets were filled out, based on which the diagnostic, to finally propose some intervention alternatives with some final recommendations.

1. Introducción

En el presente proyecto se realizó un estudio patológico de la institución educativa Sora (Boyacá), Piedra Gorda, sede de preescolar; la edificación no contaba con algunos elementos obligatorios en la normatividad vigente por lo que surge una necesidad de adaptarla a dicha norma para hacerla más segura a los estudiantes y docentes que desarrollan sus clases en ese centro educativo.

Durante el estudio se realizó una visita de inspección para identificación de lesiones patológicas que afectan a la edificación; en dicha visita se tomaron unas mediciones de esclerometría, se colocaron unos corbatines de yeso para observación de grietas y fisuras presentes. Con base en lo observado durante la visita se diligenciaron unas fichas de historia clínica con las cuales se realizó el diagnóstico.

Finalmente se plantearon las propuestas de intervención, así como las conclusiones y recomendaciones. Los alcances del presente proyecto son totalmente académicos, por lo que cualquier decisión gubernamental de intervenir la edificación requerirá adicionalmente de una profundización rigurosa del mismo, así como de la participación de profesionales facultados de acuerdo a la normatividad vigente.

2. Justificación

En el presente proyecto, se elaboró un estudio patológico de la institución educativa Sora, Sede de preescolar, en el sector de Piedra Gorda ubicado en el departamento de Boyacá. Dada la importancia de esta institución para toda la comunidad del municipio, se hace necesario realizar

dicho estudio, para que el mismo, permita proponer unas alternativas de intervención en la edificación.

Por otra parte, el presente proyecto como ejercicio académico, permite realizar aportes desde la universidad a la comunidad, ofreciendo alternativas de intervención y solución a los problemas estructurales que vienen afectando a la edificación de la sede preescolar en Piedra Gorda de la institución educativa de Sora (Boyacá), así como también pretende servir de base en la toma de algunas decisiones importantes tales como:

- Restringir y/o permitir algunas condiciones de uso y las cargas que se le aplican a la edificación, con el fin de minimizar el riesgo que podrían ocasionar sobrecargas presentes en la estructura.
- Aumentar la seguridad de la edificación a través de la adecuación de la estructura a la norma NSR-10.
- Determinar la mejor opción de rehabilitación, reforzamiento y adecuación a la norma NSR-10.

La alcaldía del municipio hizo una solicitud a la universidad Santo Tomas un concepto sobre la edificación debido que se observó un deterioro en la edificación de la institución educativa. En respuesta a dicha solicitud se realiza el presente estudio. La sede estudiada presta sus servicios a la comunidad en cuanto en el área de educación preescolar, por lo que resulta fundamental que los estudiantes y docentes desarrollen sus actividades en una edificación segura.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Desarrollar un estudio patológico que incluya la sintomatología, diagnóstico, propuesta de intervención, propuesta de mantenimiento, análisis de vulnerabilidad sísmica y recomendaciones.

3.2. Objetivos específicos

- Hacer un reconocimiento del estado físico de la institución educativa Sora (Boyacá) sede preescolar.
- Identificar y diagnosticar las lesiones que afectan a la edificación donde funciona el nivel preescolar de la institución educativa.
- Establecer las acciones necesarias a seguir para que el paciente cumpla con las normas NSR-10.
- Realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales de la edificación.

4. Marco referencial

4.1. Marco teórico

La patología constructiva es la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en la edificación o sus unidades durante o después de su construcción (Enciclopedia Broto, 2006, pág. 31).

Según este mismo autor, las lesiones son cada una de las manifestaciones del sistema constructivo, y se pueden clasificar en

Lesiones Físicas: Son causadas por fenómenos físicos, Según Broto las más comunes son humedades, erosiones y Suciedad.

Lesiones Químicas: Se producen a partir de un proceso patológico por fenómenos químicos, siendo las más comunes erosión química, eflorescencias, organismos, oxidación y corrosión.

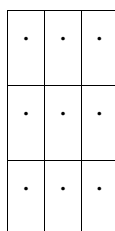
Lesiones Mecánicas: En este tipo de lesiones predomina un factor mecánico, y las más comunes son grietas, fisuras, deformaciones, erosión mecánica y desprendimientos.

Prueba de Esclerometría

El esclerómetro funciona midiendo el rebote de una masa de acero, liberado por un percutor al hacer presión con el aparato en la superficie del hormigón. La masa al volver atrás, arrastra la aguja a la escala donde se puede leer el resultado (Enciclopedia Broto, 2006, pág. 176). Los resultados de la dureza superficial se obtienen a través de una correlación en una tabla.

En el ensayo se realiza una cuadrícula de 9 puntos. Cada punto debe estar espaciado 2,5 cm como mínimo. El ensayo no se debe realizar sobre una porosidad, ni sobre una varilla que aflore, ni sobre ninguna irregularidad del elemento.

Ilustración 1. *Cuadrícula para prueba de esclerometría*



La grilla no tiene medidas especificadas, lo importante es que entre punto y punto haya mínimo 2,5 cm de espaciamiento.

En columnas, la prueba se hace en la mitad de la columna, no es recomendable arriba ni abajo, debido a que en la parte de abajo la resistencia daría mayor y en la parte de arriba, la resistencia daría menor.

Para medir la resistencia, se posiciona el esclerómetro, se dispara el punzón de impacto, se lee el índice de rebote, repitiendo el procedimiento en cada punto de la cuadrícula. Se calcula el promedio, se entra a la curva y se obtiene la resistencia. Si la estructura está carbonatada se hace la corrección por coeficiente.

Para un índice de rebote de 30, la resistencia es aproximadamente 3000 psi o 21 MPa

Ilustración 2. Índices de Rebote

| Índice de Rebote | Resistencia Compresiva (psi) | Resistencia Compresiva (MPa) |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| 10 | 1000 | 70 |
| 15 | 1200 | 85 |
| 20 | 1500 | 105 |
| 25 | 1800 | 125 |
| 30 | 2200 | 155 |
| 35 | 2600 | 185 |
| 40 | 3000 | 210 |
| 45 | 3400 | 240 |
| 50 | 3800 | 270 |
| 55 | 4200 | 300 |
| 60 | 4600 | 330 |
| 65 | 5000 | 355 |
| 70 | 5400 | 385 |
| 75 | 5800 | 415 |
| 80 | 6200 | 440 |

Fuente: PCE Instruments. Disponible en <https://www.pce-iberica.es/>

La prueba del esclerómetro está regulada por la norma NTC 3692, la cual es equivalente a la ASTM 805 – 85.

Este método de ensayo es aplicable para evaluar la resistencia en el hormigón, para delinear las variaciones en la calidad del hormigón a lo largo de una estructura.

Para una mezcla de hormigón dado, el número de rebote se ve afectado por factores tales como contenido de humedad de la superficie de ensayo, el tipo de material de forma o tipo de acabado utilizado en la construcción de la superficie a ser probado, la distancia vertical desde la parte inferior de un hormigón la colocación, y la profundidad de carbonatación. Estos factores necesitan ser considerados en la interpretación de los números de rebote.

Los diferentes instrumentos de la misma resistencia nominal de diseño pueden dar números de rebote con diferencias de 1 a 3 unidades. Por lo tanto, las pruebas deben realizarse con el mismo instrumento con el fin de comparar los resultados. Si se va a utilizar más de un instrumento, se deben realizar pruebas comparativas sobre una serie de superficies típicas de concreto, con el fin de determinar la magnitud de las diferencias que se pueden esperar en las lecturas de los diferentes instrumentos.

Las relaciones entre el número de rebote y resistencia del hormigón que son proporcionados por los fabricantes de instrumentos se utilizarán únicamente para proporcionar indicaciones de la resistencia del concreto. Para utilizar este método de ensayo, es necesario establecer una relación entre la resistencia y el número de rebote para un hormigón dado y un aparato determinado.

Este método de ensayo cubre la determinación de un número de rebote del hormigón endurecido utilizando un martillo de acero accionado por resorte.

Los valores indicados en unidades SI o en unidades pulgada-libra deben ser considerados como los estándares. Los valores indicados en cada sistema pueden no ser exactamente equivalentes, por lo tanto, cada sistema debe ser utilizado independientemente del otro. La combinación de valores de los dos sistemas puede resultar en una inconsistencia con la norma.

Ferroskan

Consiste en el escaneo de las estructuras mediante un equipo.

Con el uso de este equipo es posible detectar la ubicación de armaduras de acero en las estructuras, separación de refuerzos, diámetros y espesores de recubrimientos para una verificación de carga. Este equipo es sobrepuesto en el elemento y con un plano cartesiano se realiza un barrido del área a ser estudiada haciendo el movimiento referente al lugar donde se quiera ubicar el acero. Puede ser utilizado en elementos de concreto como placa, columnas, vigas y muros de contención (CONCRELAB, 2020).

4.2. Marco legal

Dentro de las normas aplicables al presente proyecto tendríamos:

- Ley 400 de 1997 (Modificada por medio de la ley 1229 de 2008)
- Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.
- Decreto 926 del 19 de marzo de 2010. Es el decreto través del cual se adopta el reglamento NSR - 10
- Decreto 340 del 13 de febrero de 2012 mediante el cual se realiza una serie de “correcciones generales de algunos ordinales, numerales, literales y párrafos, figuras, tablas, notas, ecuaciones, valores, coeficientes y demás aspectos técnicos, de forma que permita que los requisitos de la NSR-10 se expresen de forma clara e inequívoca”

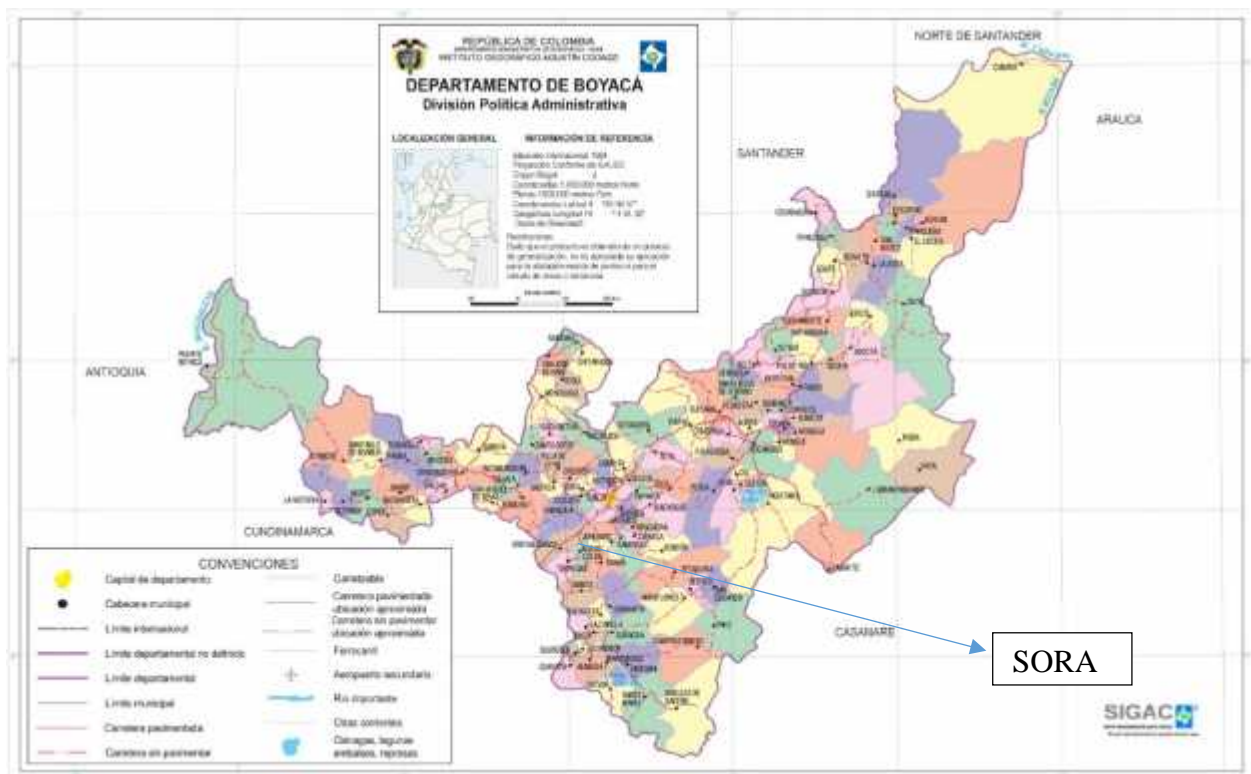
El decreto 926 del 19 de marzo de 2010 determina en su artículo 1 “Adóptase el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10, anexo al presente decreto, el cual tendrá vigencia en todo el territorio de la República.”

Al observarse de manera evidente que la escuela presenta algunas falencias en cuanto a normatividad, por ejemplo, la carencia de una viga de amarre entre otras, se hace necesario, una adaptación de la edificación a las normas actuales vigentes.

4.3. Marco referencial

La escuela se encuentra ubicada en el municipio de Sora en el departamento de Boyacá.

Ilustración 3. Ubicación del Municipio de Sora



Fuente: Colombiamania. Disponible en: https://www.colombiamania.com/AA_IMAGENES/mapas/dptos/boyaca/02_Boyaca-politico-admin_zoom.jpg

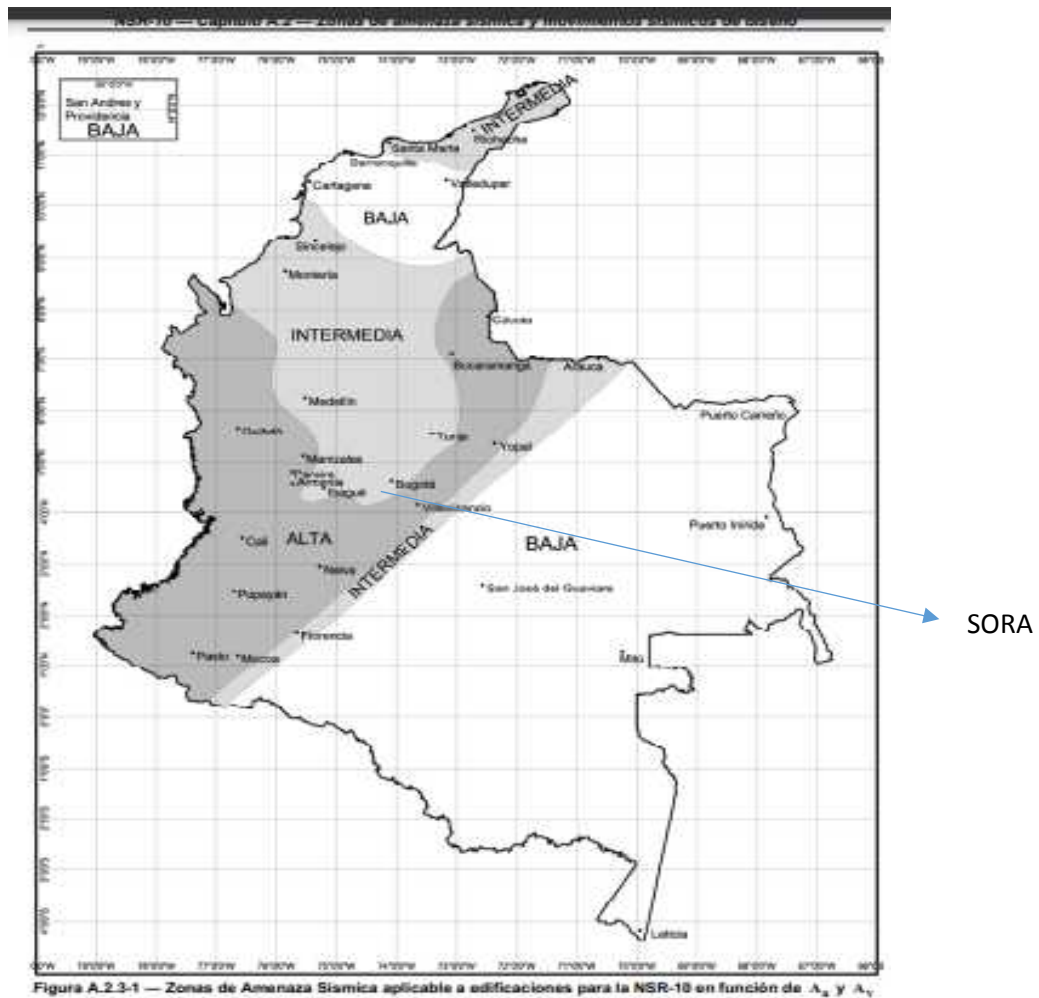
El municipio de Sora se encuentra a 19 km de Tunja, al norte limita con los municipios de Motavita y Chiquiza, al sur con Cucaita y Samacá, al oriente con Motavita y Tunja y al

occidente con Sáchica y Chiquiza. Tiene una precipitación media anual que oscila entre los 600 y 1000 mm. Su temperatura promedio oscila entre los 10 y los 14 grados y la altura promedio de su cabecera municipal es de 2650 msnm.

El municipio de Sora se encuentra afectado por fallas tales como la de la Vega, la cual avanza en el sentido del noroccidente al sureste y además pasa por Piedra Gorda.

Según el mapa de zonificación en la norma NSR – 10, el municipio de Sora se encuentra ubicado en una zona de clasificación de amenaza sísmica intermedia.

Ilustración 4. Mapa de amenaza sísmica



Fuente: NSR-10. 2010

Según la norma NSR-10, la edificación estaría clasificada dentro del grupo III, edificaciones de atención a la comunidad. (A.2.5.1.2 NSR – 10, 2010), donde se incluyen guarderías, escuelas y otros centros de enseñanza

Se tiene un estudio de suelos realizado para una edificación de 3 niveles “Estudios y diseños para la construcción de aulas escolares de la sede primaria de la institución educativa departamental de sora – Boyacá”. Del cual se tomó información para la elaboración del espectro y propiedades básicas del suelo:

“Cohesión: 0.39Kg/cm²

Angulo de fricción: 38°

PERFIL ESTRATIGRAFICO

0.15 – 1.80 Arcilla de color gris y naranja con presencia de roca gris. Clasificado según USCS como una CL arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas o limosas. Además tiene un promedio de humedad de 19.4%, límite líquido 31.1% límite plástico 21.2% e índice de plasticidad 9.90%

1.80 – 6.00 Arcilla color café y gris con presencia de roca color amarilla y gris. Clasificado según USCS como una CL. Además tiene un promedio de humedad de 14.2%, límite líquido 30.3% límite plástico 20.8% e índice de plasticidad 9.50%”

5. Alcance y limitaciones

Se hizo una visita de inspección donde se tomó un registro fotográfico y video para identificar las lesiones existentes y localizarlas en un plano. Se consultaron las condiciones

climáticas y medio ambientales existentes en el lugar donde se encuentra ubicada la sede de preescolar de la institución educativa.

En cuanto al estudio de suelos, se tomó de referente uno realizado para la alcaldía de Sora por la empresa Geotransvial S.A.S y que corresponde a la sede bachillerato ubicada a unos 2 kilómetros del paciente objeto del presente proyecto.

Los alcances del presente proyecto son totalmente académicos, por lo que cualquier decisión gubernamental de intervenir la edificación requerirá adicionalmente de una profundización rigurosa del mismo, así como de la participación de profesionales facultados de acuerdo a la normatividad vigente. La ley 400 de 1997 establece que profesionales están facultados para cada área. En las recomendaciones finales del presente estudio, se hace referencia a este aspecto.

6. Metodología

En el presente proyecto se identificarán y diagnosticarán las distintas lesiones que presenta la sede de primaria de la institución educativa de sora y posteriormente se propondrán metodologías de intervención que estén acordes con la norma NSR – 10.

Dado que no se encontraron planos estructurales de la época, se hizo un levantamiento arquitectónico del paciente. El presente estudio constituye un tema exclusivamente académico; los alcances y resultados que aquí se presentan no pueden asumirse de manera rigurosa para una intervención directa del estado, pero dicho estudio si puede servir de base para establecer unos principios generales y unos procedimientos que deben ser profundizados en el momento que se tome la decisión de intervenir la edificación.

Para seguimiento de las grietas se colocaron unos corbatines de yeso para seguimiento de abertura en las grietas:

Ilustración 5. Corbatín de yeso



Fuente: El autor. 2022

Esta metodología incluyó:

- Información de las lesiones: Descripción de las características físicas o Descripción detallada de las causas Descripción detallada de las consecuencias, identificando plenamente el grado de afectación y de agresividad.
- Proceso constructivo que se seguirá para atacar la causa de la lesión y reparación de la misma.
- Especificaciones técnicas de los materiales a utilizar y de los procesos constructivos.

- Formulación de un proceso de mantenimiento preventivo, con el fin de evitar que se vuelvan a presentar las lesiones que fueron reparadas.
- Estudio preliminar de vulnerabilidad sísmica en elementos no estructurales, debido a que la edificación no está sometida a grandes cargas.

Se realizaron unos ensayos de esclerometría en las columnas de concreto; dichos ensayos son utilizados para obtener de forma aproximada la resistencia a compresión del hormigón, deduciéndola a partir de su respuesta al choque de los impactos producidos por un aparato denominada esclerómetro (Monjo Carrio, 2001 p 271). “Este ensayo es de ejecución fácil y rápida, pero el esclerómetro es muy sensible en su medida a múltiples factores entre los que cabe destacar la rugosidad de la superficie, la dosificación y el tipo de árido, la humedad del hormigón, la proximidad de armaduras y, especialmente, la carbonatación del hormigón, que produce un ligero endurecimiento de su superficie, dando el ensayo una medida de dureza del hormigón que no es el realmente existente en el interior de la masa” (Monjo Carrio, 2001 p271).

Como esta medición no es precisa, puede utilizarse solamente para tener una idea del orden de magnitud de la resistencia del concreto así como la resistencia relativa entre diferentes elementos, es decir, el grado de homogeneidad del concreto con el que están hechas las columnas en este caso. Así como también las diferencias entre distintos puntos de un elemento estructural.

7. Historia clínica y diagnóstico

7.1. Descripción preliminar del paciente.

La institución educativa Sora se encuentra ubicada en el departamento de Boyacá en el municipio del mismo nombre.

Ilustración 6. Ubicación de la escuela



Fuente: Google maps

Ilustración 7. Vista aérea de la escuela



Fuente: Google maps

La edificación está construida con mampostería de ladrillo que se confinan mediante columnetas incompletas en la parte superior y además sin completar también viga superior de amarre para toda la estructura. En la parte superior de la mampostería, mediante un sistema de cerchas metálicas y caballete, se ubican tejas de asbesto cemento, adyacente al bloque principal se encuentran un bloque más pequeño con una placa, encima de la cual se ubicó un tanque de agua.

Ilustración 8. *Cerchas metálicas*



Fuente: Propia. 2022

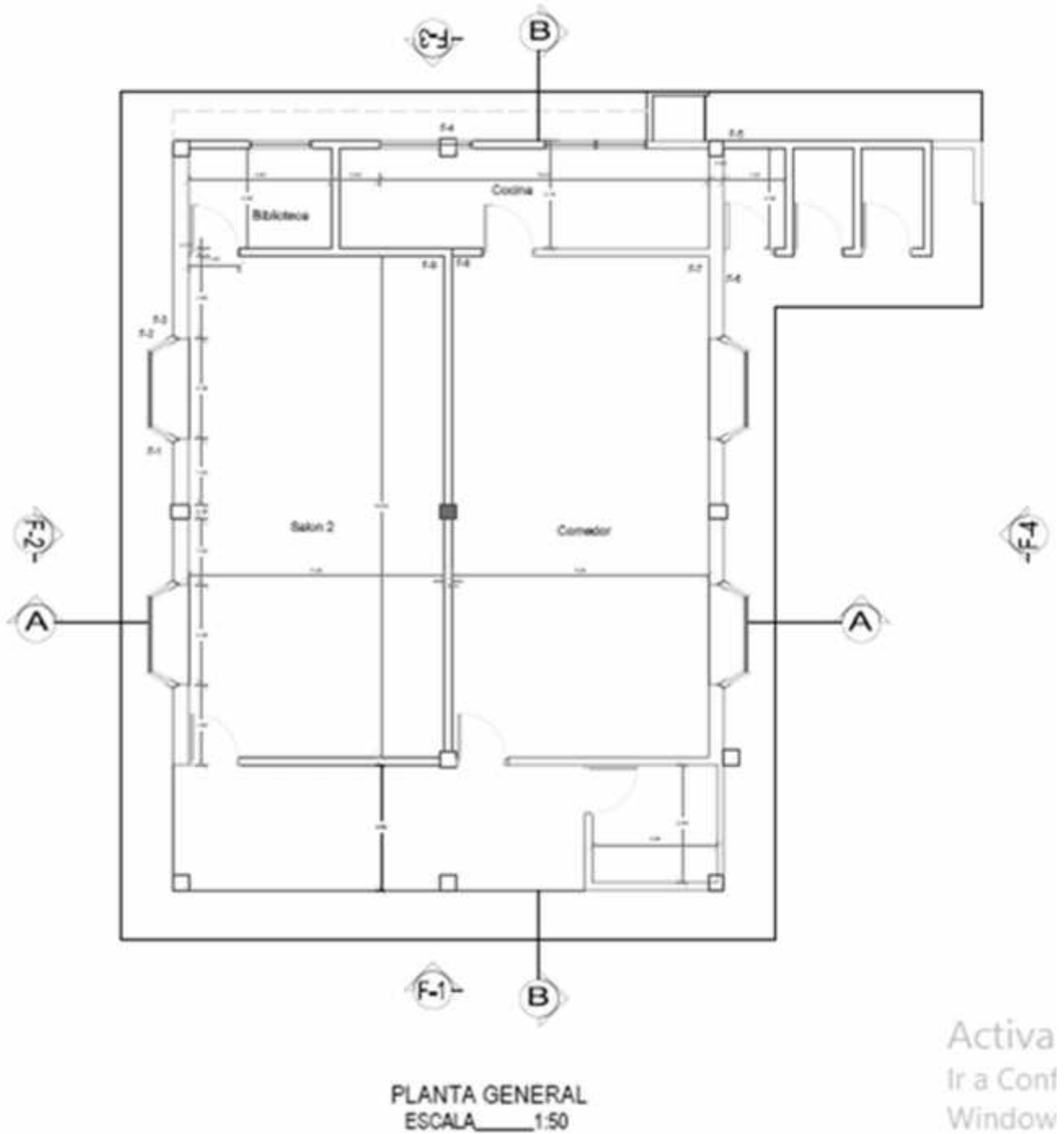
En el presente proyecto se consignó de forma detallada en fichas técnicas las características encontradas en cada una de las lesiones.

De acuerdo a las características identificadas en cada una de las lesiones, se investigó sobre las mismas, con el fin de determinar sus causas, procesos de evolución, agresividad y consecuencias.

Una vez plenamente identificadas y catalogadas las lesiones, sus causas y consecuencias, se formuló una propuesta de intervención en la paciente, orientada a atacar las causas de las mismas y reparar las lesiones.

7.2. Planta general

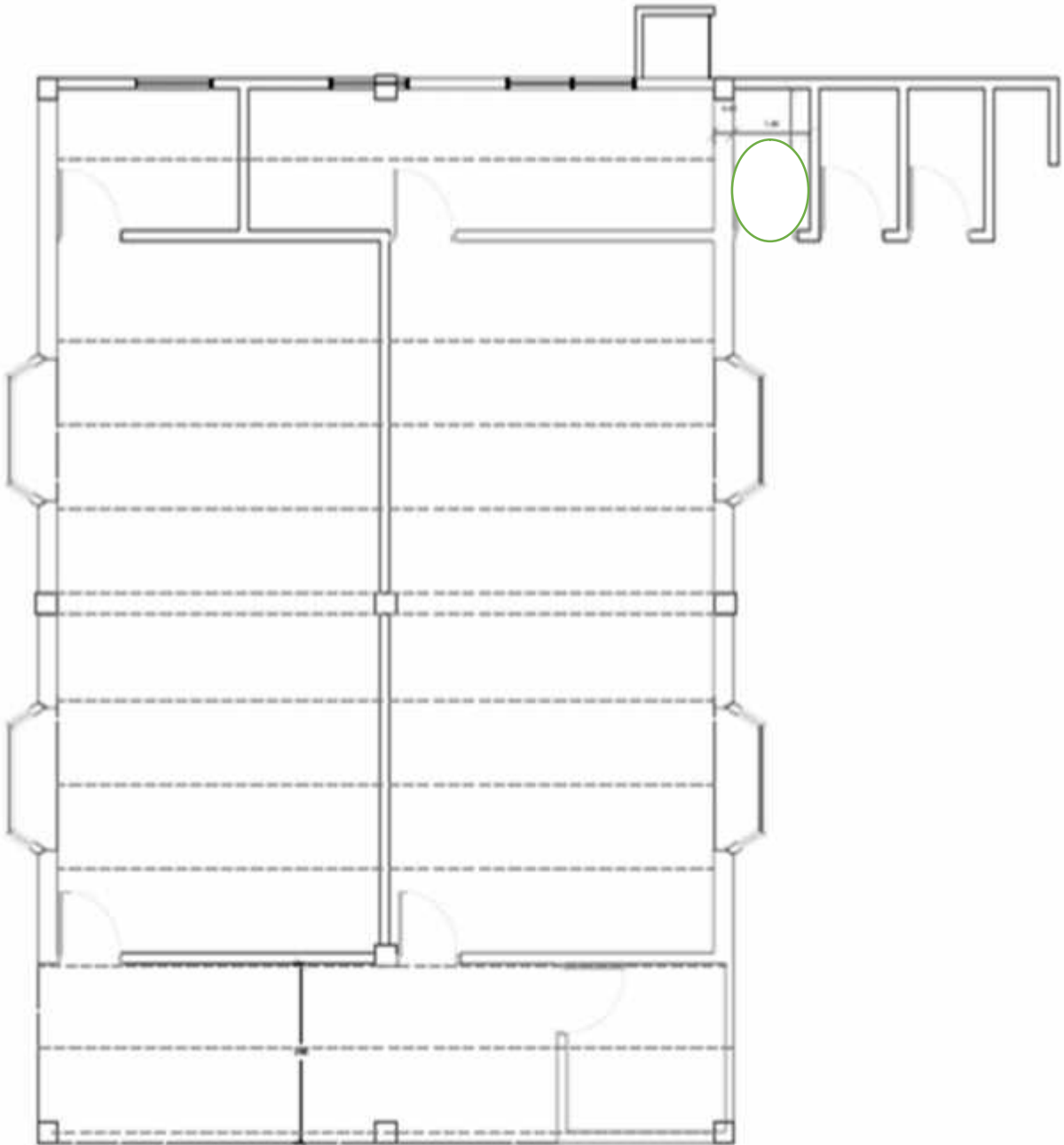
Ilustración 9. Planta General



Fuente: Elaboración Propia. 2023

7.3. Planta de Cubiertas

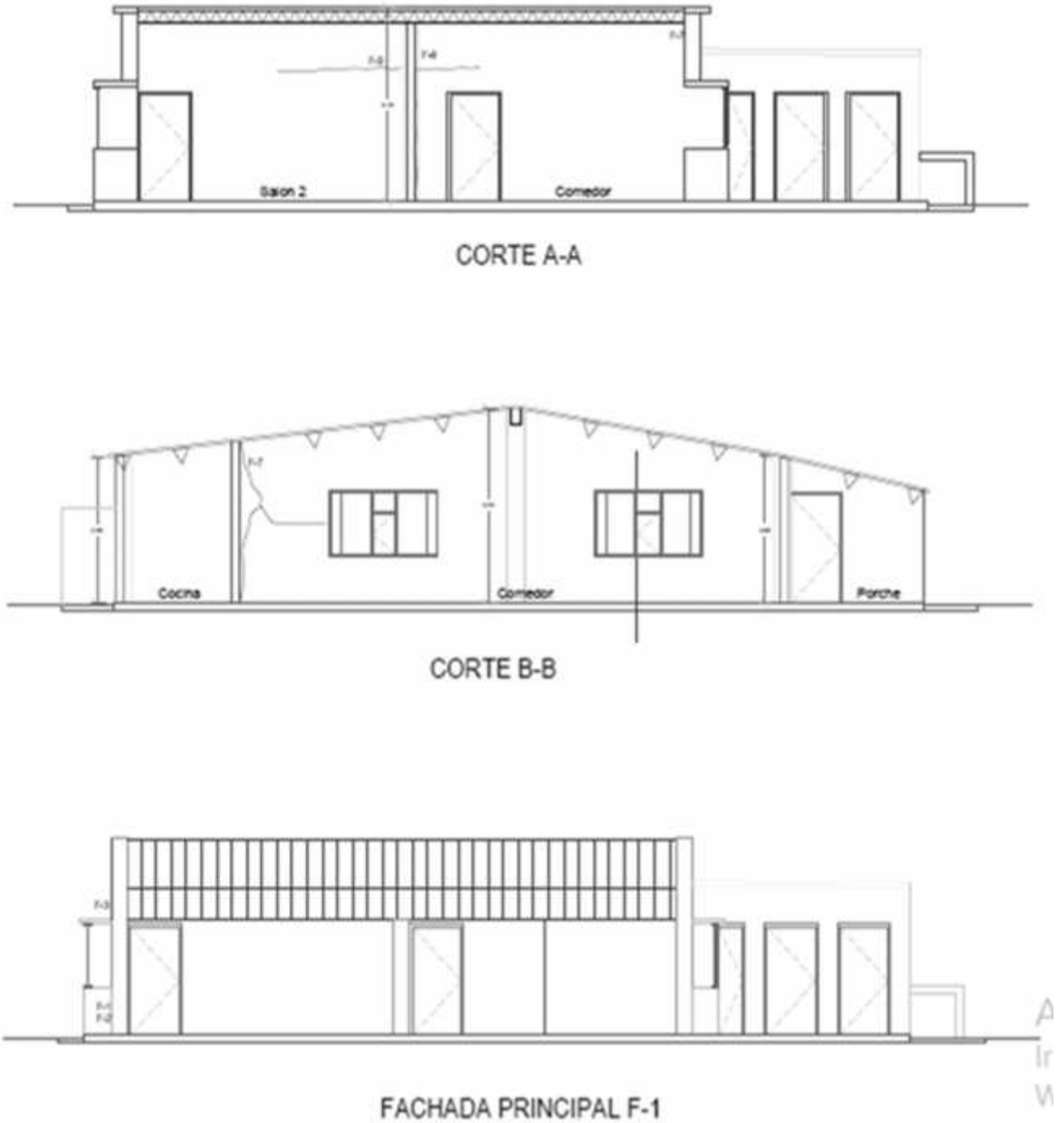
Ilustración 10. *Planta de cubiertas*



Fuente: Elaboración Propia. 2023

7.4. Localización de fisuras en corte a-a, corte b-b y fachada principal

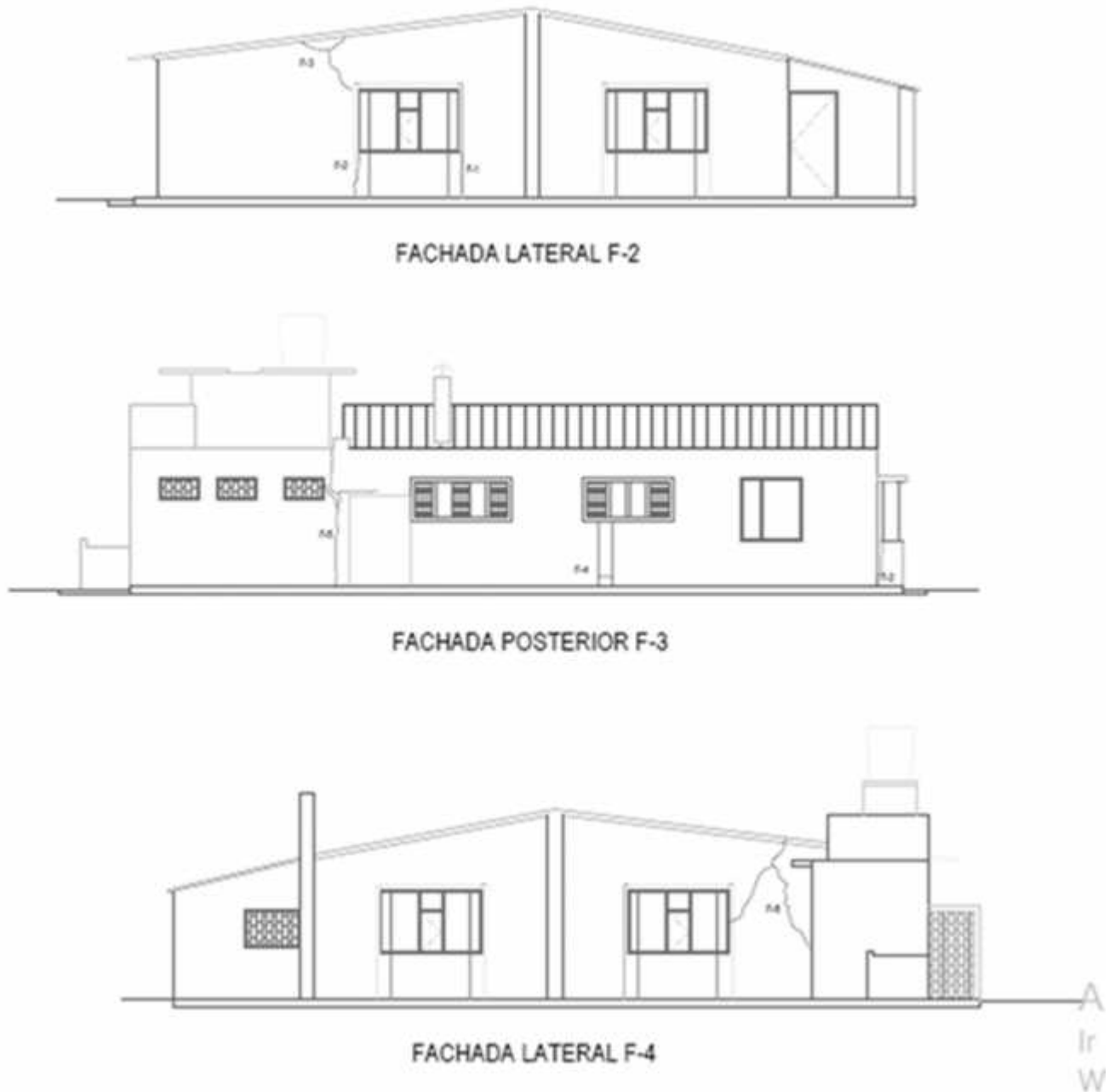
Ilustración 11. Localización de fisuras y grietas en los cortes



Fuente: Elaboración Propia. 2023

7.5. Localización de fisuras en fachadas laterales y posterior.

Ilustración 12. Localización de fisuras y grietas en fachada y posterior



Fuente: Elaboración Propia. 2023

7.6. Fichas de levantamiento de lesiones**FICHA 1**

| | | | | |
|--|-----------------|---|-----------------------|------|
| INFORMACION DE LA EDIFICACION | | | | |
| NOMBRE: INSTITUCION EDUCATIVA SORA BOYACA | | | | |
| LOCALIZACION: MUNICIPIO DE SORA BOYACA | | | | |
| USO: INSTITUCION EDUCATIVA | | | | |
| MATERIAL AFECTADO: MAMPOSTERÍA | | | | |
| ELEMENTO AFECTADO | | | | |
| VIGA CIMENT. | PLACA ENTPSO | | CUBIERTA | |
| PLACA PISO | VIGA CONFINAMT. | | ESCALERA | |
| DOVELA | MAMPOSTERIA | X | ACABADO | |
| MURO ANTEPHO. | | | | |
| DEFECTO Y/O DAÑO (ENFERMEDAD) | | | | |
| CONGÉNITO | CONTRAIDO | X | ACCIDENTAL | |
| DESCRIPCION DEL ELEMENTO AFECTADO: | | | | |
| Fisura ubicada en la parte inferior de una ventana de la fachada lateral | | | | |
| FECHA DEL ESTUDIO: 2023 | | | | |
| LESION: F1 | | | | |
| UBICACION: | | | ESPACIO No.: | |
| SEVERIDAD: | ALTA | | MODERADA | BAJA |
| | | | | X |
| TEMPERATURA: | | | TIPO AMBIENTE: | |

| | | | |
|--|---------------|-----------------------|---------------------------|
| HUMEDAD RELATIVA: NIVEL: | | | |
| TIPOLOGIA DE LA LESION | | | |
| TIPO. P: PRIMARIA S: SECUNDARIA x | | | |
| FÍSICA | QUÍMICA | MECÁNICA | x BIOLÓGICA |
| CAUSA DE LA LESION | | | |
| DIRECTA | | | |
| FISICA | HUMEDAD | SUCIEDAD | EROSION |
| | ATAQUE FUEGO | ABRASIÓN | AMBIENTE |
| QUIMICA | EFLORESCENCIA | LIXIVIACIÓN | MANCHAS |
| | CORROSION | MANCH. ORGNICA | |
| MECANICA | FISURA | GRIETA | FRACTURA |
| | | x | |
| | TRACCIÓN | FLEXIÓN | LONGITUD. |
| | TORSIÓN | PUNZONAMIENTO | CIZALLAMIENT O |
| | COMPR. SIMP | CORTANTE | DESPRENDIM. |
| | ASENT. SUELO | PERDIDA ELEMTO | DEFLEXIÓN |
| BIOLOGICA | ANIMAL | VEGETAL | MUSGO |
| INDIRECTA | | | |
| | PROYECCIÓN | MATERIALES | USO INDEBIDO |
| | CONSTRUCCION | MANTENIMIENTO | X |

LOCALIZACION DEL ESPACIO



REPRESENTACION GRAFICA O VISUAL DE LA LESION



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=ZuGPX60Zwd8>

OBSERVACIONES:

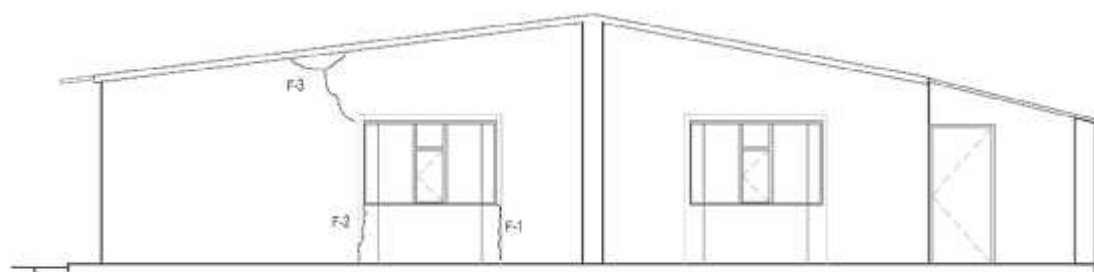
RECOMENDACIONES: RESANAR LA FISURA

FICHA 2

| | | | | |
|--|-----------------|---|-----------------------|---------------|
| INFORMACION DE LA EDIFICACION | | | | |
| NOMBRE: INSTITUCION EDUCATIVA SORA BOYACA | | | | |
| LOCALIZACION: MUNICIPIO DE SORA BOYACA | | | | |
| USO: INSTITUCION EDUCATIVA | | | | |
| MATERIAL AFECTADO: MAMPOSTERÍA | | | | |
| ELEMENTO AFECTADO | | | | |
| VIGA CIMENT. | PLACA ENTPSO | | CUBIERTA | |
| PLACA PISO | VIGA CONFINAMT. | | ESCALERA | |
| DOVELA | MAMPOSTERIA | X | ACABADO | |
| MURO ANTEPHO. | | | | |
| DEFECTO Y/O DAÑO (ENFERMEDAD) | | | | |
| CONGÉNITO | CONTRAIDO | X | ACCIDENTAL | |
| DESCRIPCION DEL ELEMENTO AFECTADO: | | | | |
| Fisura ubicada en la parte inferior de una ventana de la fachada lateral | | | | |
| FECHA DEL ESTUDIO: 2023 | | | | |
| LESION: F2 | | | | |
| UBICACION: | | | ESPACIO No.: | |
| SEVERIDAD: | ALTA | | MODERADA | BAJA x |
| TEMPERATURA: | | | TIPO AMBIENTE: | |
| HUMEDAD RELATIVA: NIVEL: | | | | |

| TIPOLOGIA DE LA LESION | | | | |
|-----------------------------------|---------------|---|-----------------------|---------------------------|
| TIPO. P: PRIMARIA S: SECUNDARIA x | | | | |
| FÍSICA | QUÍMICA | | MECÁNICA x | BIOLÓGICA |
| CAUSA DE LA LESION | | | | |
| DIRECTA | | | | |
| FISICA | HUMEDAD | | SUCIEDAD | EROSION |
| | ATAQUE FUEGO | | ABRASIÓN | AMBIENTE |
| QUIMICA | EFLORESCENCIA | | LIXIVIACIÓN | MANCHAS |
| | CORROSION | | MANCH. ORGNICA | |
| MECANICA | FISURA | x | GRIETA | FRACTURA |
| | TRACCIÓN | | FLEXIÓN | LONGITUD. |
| | TORSIÓN | | PUNZONAMIENTO | CIZALLAMIENT O |
| | COMPR. SIMP | | CORTANTE | DESPRENDIM. |
| | ASENT. SUELO | | PERDIDA ELEMTO | DEFLEXIÓN |
| BIOLOGICA | ANIMAL | | VEGETAL | MUSGO |
| INDIRECTA | | | | |
| | PROYECCIÓN | | MATERIALES | USO INDEBIDO |
| | CONSTRUCCION | | MANTENIMIENTO X | |

LOCALIZACION DEL ESPACIO



FACHADA LATERAL F-2

REPRESENTACION GRAFICA O VISUAL DE LA LESION



OBSERVACIONES:

RECOMENDACIONES: RESANAR LA FISURA

FICHA3

| | | | |
|---|-----------------|-----------------------|------------|
| INFORMACION DE LA EDIFICACION | | | |
| NOMBRE: INSTITUCION EDUCATIVA SORA BOYACA | | | |
| LOCALIZACION: MUNICIPIO DE SORA BOYACA | | | |
| USO: INSTITUCION EDUCATIVA | | | |
| MATERIAL AFECTADO: MAMPOSTERÍA | | | |
| ELEMENTO AFECTADO | | | |
| VIGA CIMENT. | PLACA ENTPSO | | CUBIERTA |
| PLACA PISO | VIGA CONFINAMT. | | ESCALERA |
| DOVELA | MAMPOSTERIA | X | ACABADO |
| MURO ANTEPHO. | | | |
| DEFECTO Y/O DAÑO (ENFERMEDAD) | | | |
| CONGÉNITO | CONTRAIDO | X | ACCIDENTAL |
| DESCRIPCION DEL ELEMENTO AFECTADO: | | | |
| Fisura ubicada en la parte inferior de una ventana de la fachada lateral F2 | | | |
| FECHA DEL ESTUDIO: 2023 | | | |
| LESION: F3 | | | |
| UBICACION: | | ESPACIO No.: | |
| SEVERIDAD: | ALTA | MODERADA | BAJA |
| | | X | |
| TEMPERATURA: | | TIPO AMBIENTE: | |
| HUMEDAD RELATIVA: NIVEL: | | | |

| TIPOLOGIA DE LA LESION | | | |
|-----------------------------------|---------------|-----------------------|---------------------------------|
| TIPO. P: PRIMARIA S: SECUNDARIA x | | | |
| FÍSICA | QUÍMICA | MECÁNICA | x BIOLÓGICA |
| CAUSA DE LA LESION | | | |
| DIRECTA | | | |
| FISICA | HUMEDAD | SUCIEDAD | EROSION |
| | ATAQUE FUEGO | ABRASIÓN | AMBIENTE |
| QUIMICA | EFLORESCENCIA | LIXIVIACIÓN | MANCHAS |
| | CORROSION | MANCH. ORGNICA | |
| MECANICA | FISURA | GRIETA | FRACTURA |
| | | x | |
| | TRACCIÓN | FLEXIÓN | LONGITUD. |
| | TORSIÓN | PUNZONAMIENTO | CIZALLAMIENT O |
| | COMPR. SIMP | CORTANTE | DESPRENDIM. |
| | ASENT. SUELO | PERDIDA ELEMTO | DEFLEXIÓN |
| BIOLOGICA | ANIMAL | VEGETAL | MUSGO |
| INDIRECTA | | | |
| | PROYECCIÓN | MATERIALES | USO INDEBIDO |
| | CONSTRUCCION | MANTENIMIENTO | X |

LOCALIZACION DEL ESPACIO



REPRESENTACION GRAFICA O VISUAL DE LA LESION



OBSERVACIONES:

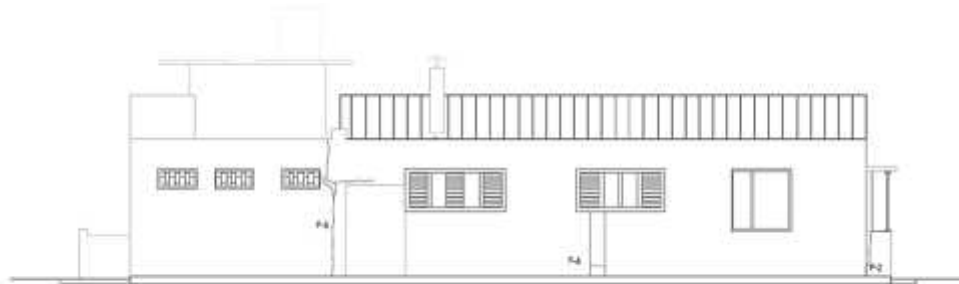
RECOMENDACIONES:

FICHA 4

| | | | | |
|---|-----------------|---|-----------------------|---------------|
| INFORMACION DE LA EDIFICACION | | | | |
| NOMBRE: INSTITUCION EDUCATIVA SORA BOYACA | | | | |
| LOCALIZACION: MUNICIPIO DE SORA BOYACA | | | | |
| USO: INSTITUCION EDUCATIVA | | | | |
| MATERIAL AFECTADO: MAMPOSTERÍA | | | | |
| ELEMENTO AFECTADO | | | | |
| VIGA CIMENT. | PLACA ENTPSO | | CUBIERTA | |
| PLACA PISO | VIGA CONFINAMT. | | ESCALERA | |
| DOVELA | MAMPOSTERIA | X | ACABADO | |
| MURO ANTEPHO. | | | | |
| DEFECTO Y/O DAÑO (ENFERMEDAD) | | | | |
| CONGÉNITO | CONTRAIDO | X | ACCIDENTAL | |
| DESCRIPCION DEL ELEMENTO AFECTADO: | | | | |
| Fisura ubicada en la parte inferior de una ventana de la fachada posterior F3 | | | | |
| FECHA DEL ESTUDIO: 2023 | | | | |
| LESION: F4 | | | | |
| UBICACION: | | | ESPACIO No.: | |
| SEVERIDAD: | ALTA | | MODERADA | BAJA x |
| TEMPERATURA: | | | TIPO AMBIENTE: | |
| HUMEDAD RELATIVA: NIVEL: | | | | |

| TIPOLOGIA DE LA LESION | | | | |
|-----------------------------------|---------------|---|-----------------------|---------------------------|
| TIPO. P: PRIMARIA S: SECUNDARIA x | | | | |
| FÍSICA | QUÍMICA | | MECÁNICA x | BIOLÓGICA |
| CAUSA DE LA LESION | | | | |
| DIRECTA | | | | |
| FISICA | HUMEDAD | | SUCIEDAD | EROSION |
| | ATAQUE FUEGO | | ABRASIÓN | AMBIENTE |
| QUIMICA | EFLORESCENCIA | | LIXIVIACIÓN | MANCHAS |
| | CORROSION | | MANCH. ORGNICA | |
| MECANICA | FISURA | x | GRIETA | FRACTURA |
| | TRACCIÓN | | FLEXIÓN | LONGITUD. |
| | TORSIÓN | | PUNZONAMIENTO | CIZALLAMIENT O |
| | COMPR. SIMP | | CORTANTE | DESPRENDIM. |
| | ASENT. SUELO | | PERDIDA ELEMTO | DEFLEXIÓN |
| BIOLOGICA | ANIMAL | | VEGETAL | MUSGO |
| INDIRECTA | | | | |
| | PROYECCIÓN | | MATERIALES | USO INDEBIDO |
| | CONSTRUCCION | | MANTENIMIENTO X | |

LOCALIZACION DEL ESPACIO



FACHADA POSTERIOR F-3

REPRESENTACION GRAFICA O VISUAL DE LA LESION



OBSERVACIONES:

RECOMENDACIONES: RESANAR LA FISURA

FICHA 5

| | | | | |
|---|-----------------|---|-----------------------|---------------|
| INFORMACION DE LA EDIFICACION | | | | |
| NOMBRE: INSTITUCION EDUCATIVA SORA BOYACA | | | | |
| LOCALIZACION: MUNICIPIO DE SORA BOYACA | | | | |
| USO: INSTITUCION EDUCATIVA | | | | |
| MATERIAL AFECTADO: MAMPOSTERÍA | | | | |
| ELEMENTO AFECTADO | | | | |
| VIGA CIMENT. | PLACA ENTPSO | | CUBIERTA | |
| PLACA PISO | VIGA CONFINAMT. | | ESCALERA | |
| DOVELA | MAMPOSTERIA | X | ACABADO | |
| MURO ANTEPHO. | | | | |
| DEFECTO Y/O DAÑO (ENFERMEDAD) | | | | |
| CONGÉNITO | CONTRAIDO | X | ACCIDENTAL | |
| DESCRIPCION DEL ELEMENTO AFECTADO: | | | | |
| Fisura ubicada en la parte inferior de una ventana de la fachada lateral F2 | | | | |
| FECHA DEL ESTUDIO: 2023 | | | | |
| LESION: F5 | | | | |
| UBICACION: | | | ESPACIO No.: | |
| SEVERIDAD: | ALTA | | MODERADA | BAJA x |
| TEMPERATURA: | | | TIPO AMBIENTE: | |
| HUMEDAD RELATIVA: NIVEL: | | | | |

| TIPOLOGIA DE LA LESION | | | | |
|-----------------------------------|---------------|---|-----------------------|---------------------------|
| TIPO. P: PRIMARIA S: SECUNDARIA x | | | | |
| FÍSICA | QUÍMICA | | MECÁNICA x | BIOLÓGICA |
| CAUSA DE LA LESION | | | | |
| DIRECTA | | | | |
| FISICA | HUMEDAD | | SUCIEDAD | EROSION |
| | ATAQUE FUEGO | | ABRASIÓN | AMBIENTE |
| QUIMICA | EFLORESCENCIA | | LIXIVIACIÓN | MANCHAS |
| | CORROSION | | MANCH. ORGNICA | |
| MECANICA | FISURA | x | GRIETA | FRACTURA |
| | TRACCIÓN | | FLEXIÓN | LONGITUD. |
| | TORSIÓN | | PUNZONAMIENTO | CIZALLAMIENT O |
| | COMPR. SIMP | | CORTANTE | DESPRENDIM. |
| | ASENT. SUELO | | PERDIDA ELEMTO | DEFLEXIÓN |
| BIOLOGICA | ANIMAL | | VEGETAL | MUSGO x |
| INDIRECTA | | | | |
| | PROYECCIÓN | | MATERIALES | USO INDEBIDO |
| | CONSTRUCCION | | MANTENIMIENTO X | |

LOCALIZACION DEL ESPACIO



FACHADA POSTERIOR F-3

REPRESENTACION GRAFICA O VISUAL DE LA LESION



OBSERVACIONES:

RECOMENDACIONES: RESANAR LA FISURA

FICHA 6

| | | | | |
|---|-----------------|---|---------------------|----------|
| INFORMACION DE LA EDIFICACION | | | | |
| NOMBRE: INSTITUCION EDUCATIVA SORA BOYACA | | | | |
| LOCALIZACION: MUNICIPIO DE SORA BOYACA | | | | |
| USO: INSTITUCION EDUCATIVA | | | | |
| FECHA DE CONSTRUCCION: | | | | |
| SISTEMA CONSTRUCTIVO: | | | | |
| MATERIAL AFECTADO: MAMPOSTERÍA | | | | |
| ELEMENTO AFECTADO | | | | |
| VIGA CIMENT. | PLACA ENTPSO | | CUBIERTA | |
| PLACA PISO | VIGA CONFINAMT. | | ESCALERA | |
| DOVELA | MAMPOSTERIA | X | ACABADO | |
| MURO ANTEPHO. | | | | |
| DEFECTO Y/O DAÑO (ENFERMEDAD) | | | | |
| CONGÉNITO | CONTRAIDO | X | ACCIDENTAL | |
| DESCRIPCION DEL ELEMENTO AFECTADO: | | | | |
| Fisura ubicada en la parte inferior de una ventana de la fachada lateral F2 | | | | |
| FECHA DEL ESTUDIO: 2023 | | | | |
| LESION: F6 | | | | |
| UBICACION: | | | ESPACIO No.: | |
| SEVERIDAD: | ALTA | | MODERADA | |
| | | | BAJA | x |

| | | | |
|--|---------------|-------------------------|----------------------|
| TEMPERATURA: | | TIPO AMBIENTE: | |
| HUMEDAD RELATIVA: NIVEL: | | | |
| TIPOLOGIA DE LA LESION | | | |
| TIPO. P: PRIMARIA S: SECUNDARIA x | | | |
| FÍSICA | QUÍMICA | MECÁNICA x | BIOLÓGICA |
| CAUSA DE LA LESION | | | |
| DIRECTA | | | |
| FISICA | HUMEDAD | SUCIEDAD | EROSION |
| | ATAQUE FUEGO | ABRASIÓN | AMBIENTE |
| QUIMICA | EFLORESCENCIA | LIXIVIACIÓN | MANCHAS |
| | CORROSION | MANCH. ORGNICA | |
| MECANICA | FISURA | GRIETA | FRACTURA |
| | | | X |
| | TRACCIÓN | FLEXIÓN | LONGITUD. |
| | TORSIÓN | PUNZONAMIENTO | CIZALLAMIENTO |
| | COMPR. SIMP | CORTANTE | DESPRENDIM. |
| | ASENT. SUELO | PERDIDA ELEMENTO | DEFLEXIÓN |
| BIOLOGICA | ANIMAL | VEGETAL | MUSGO |
| INDIRECTA | | | |
| | PROYECCIÓN | MATERIALES | USO INDEBIDO |
| | CONSTRUCCION | MANTENIMIENTO X | |

LOCALIZACION DEL ESPACIO



FACHADA LATERAL F-4

REPRESENTACION GRAFICA O VISUAL DE LA LESION



OBSERVACIONES:

**RECOMENDACIONES: MEJORAMIENTO DE SUELO DE COMENTACION Y
COSTURA DE GRIETA**

FICHA 7

| | | | | | |
|---|-----------------|---|---------------------|--|-------------|
| INFORMACION DE LA EDIFICACION | | | | | |
| NOMBRE: INSTITUCION EDUCATIVA SORA BOYACA | | | | | |
| LOCALIZACION: MUNICIPIO DE SORA BOYACA | | | | | |
| USO: INSTITUCION EDUCATIVA | | | | | |
| FECHA DE CONSTRUCCION: | | | | | |
| SISTEMA CONSTRUCTIVO: | | | | | |
| MATERIAL AFECTADO: MAMPOSTERÍA | | | | | |
| ELEMENTO AFECTADO | | | | | |
| VIGA CIMENT. | PLACA ENTPSO | | CUBIERTA | | |
| PLACA PISO | VIGA CONFINAMT. | | ESCALERA | | |
| DOVELA | MAMPOSTERIA | X | ACABADO | | |
| MURO ANTEPHO. | | | | | |
| DEFECTO Y/O DAÑO (ENFERMEDAD) | | | | | |
| CONGÉNITO | CONTRAIDO | | ACCIDENTAL | | |
| | | X | | | |
| DESCRIPCION DEL ELEMENTO AFECTADO: | | | | | |
| Fisura ubicada en la parte inferior de una ventana de la fachada lateral F2 | | | | | |
| FECHA DEL ESTUDIO: 2023 | | | | | |
| LESION: F7 | | | | | |
| UBICACION: | | | ESPACIO No.: | | |
| SEVERIDAD: | ALTA | | MODERADA | | BAJA |
| | | | | | x |

| | | | |
|--|---------------|-----------------------|---------------------------|
| TEMPERATURA: | | TIPO AMBIENTE: | |
| HUMEDAD RELATIVA: NIVEL: | | | |
| TIPOLOGIA DE LA LESION | | | |
| TIPO. P: PRIMARIA S: SECUNDARIA x | | | |
| FÍSICA | QUÍMICA | MECÁNICA | x BIOLÓGICA |
| CAUSA DE LA LESION | | | |
| DIRECTA | | | |
| FISICA | HUMEDAD | SUCIEDAD | EROSION |
| | ATAQUE FUEGO | ABRASIÓN | AMBIENTE |
| QUIMICA | EFLORESCENCIA | LIXIVIACIÓN | MANCHAS |
| | CORROSION | MANCH. ORGNICA | |
| MECANICA | FISURA | GRIETA | FRACTURA |
| | | X | |
| | TRACCIÓN | FLEXIÓN | LONGITUD. |
| | TORSIÓN | PUNZONAMIENTO | CIZALLAMIEN TO |
| | COMPR. SIMP | CORTANTE | DESPRENDIM. |
| | ASENT. SUELO | PERDIDA ELEMTO | DEFLEXIÓN |
| BIOLOGICA | ANIMAL | VEGETAL | MUSGO |
| INDIRECTA | | | |
| | PROYECCIÓN | MATERIALES | USO INDEBIDO |
| | CONSTRUCCION | MANTENIMIENTO X | |

LOCALIZACION DEL ESPACIO

REPRESENTACION GRAFICA O VISUAL DE LA LESION



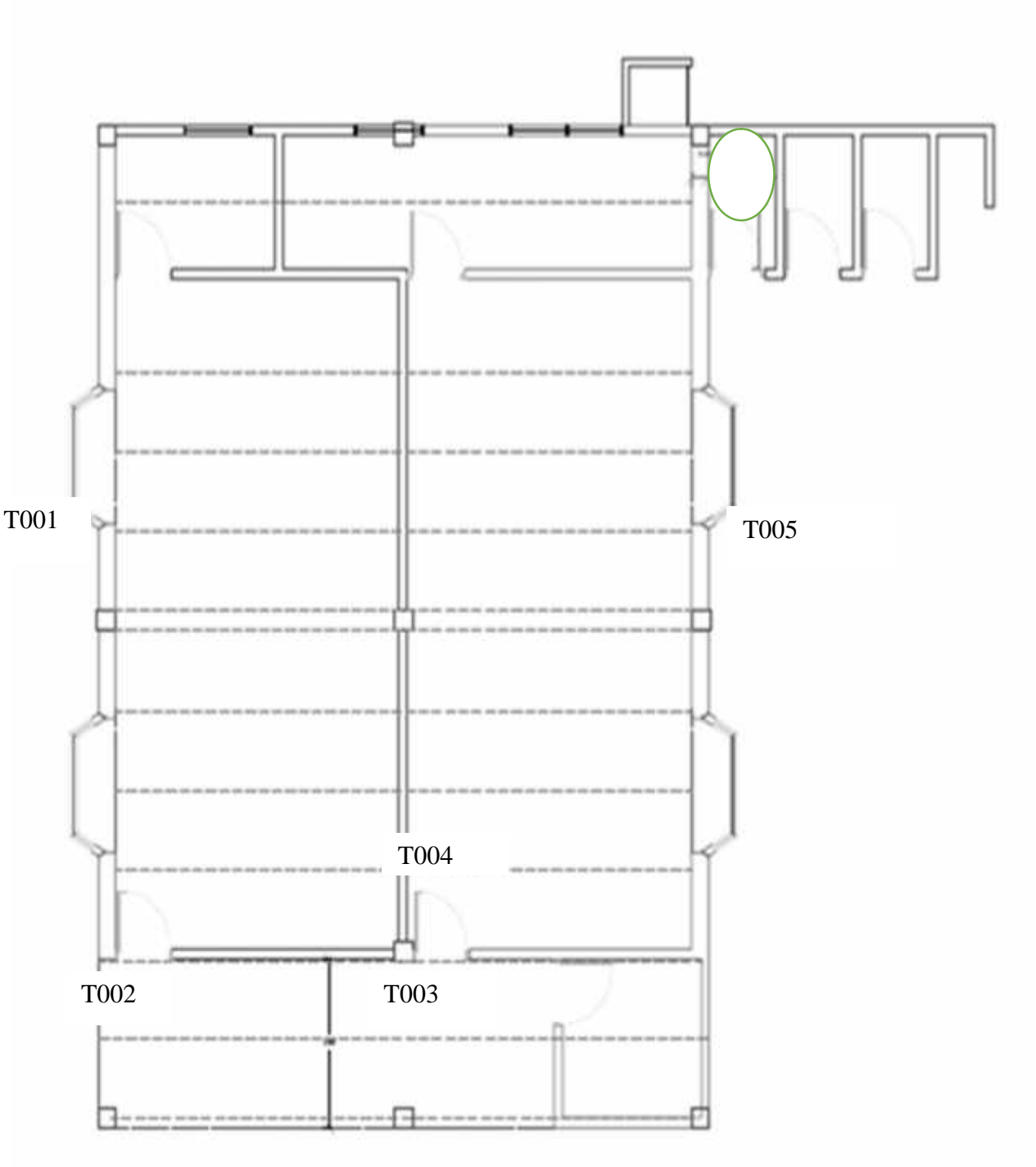
OBSERVACIONES:

RECOMENDACIONES: RESANAR LA FISURA

7.7. Ensayos de esclerometría

Se realizaron cinco ensayos de esclerometría en las columnas distribuidos de la siguiente forma:

Ilustración 13. Ubicación de ensayos de esclerometría



Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la esclerometría se muestran en la siguiente tabla:

Ilustración 14. *Tabla de lecturas del esclerómetro*

| Test | IRb | Irbm | CCS(N/mm2) |
|------|-----|------|------------|
| 001 | 46 | 39,9 | 0,032 |
| 001 | 42 | 39,9 | 0,032 |
| 001 | 49 | 39,9 | 0,032 |
| 001 | 35 | 39,9 | 0,032 |
| 001 | 36 | 39,9 | 0,032 |
| 001 | 37 | 39,9 | 0,032 |
| 001 | 39 | 39,9 | 0,032 |
| 001 | 36 | 39,9 | 0,032 |
| 001 | 35 | 39,9 | 0,032 |
| 002 | 41 | 41,3 | 0,035 |
| 002 | 41 | 41,3 | 0,035 |
| 002 | 44 | 41,3 | 0,035 |
| 002 | 41 | 41,3 | 0,035 |
| 002 | 38 | 41,3 | 0,035 |
| 002 | 42 | 41,3 | 0,035 |
| 002 | 38 | 41,3 | 0,035 |
| 002 | 44 | 41,3 | 0,035 |
| 002 | 44 | 41,3 | 0,035 |
| 003 | 37 | 38,1 | - |
| 003 | 47 | 38,1 | - |
| 003 | 27 | 38,1 | - |
| 003 | 46 | 38,1 | - |
| 003 | 36 | 38,1 | - |
| 003 | 25 | 38,1 | - |
| 003 | 46 | 38,1 | - |
| 003 | 40 | 38,1 | - |
| 003 | 39 | 38,1 | - |
| 004 | 20 | 25,9 | 0,014 |
| 004 | 25 | 25,9 | 0,014 |
| 004 | 20 | 25,9 | 0,014 |
| 004 | 20 | 25,9 | 0,014 |

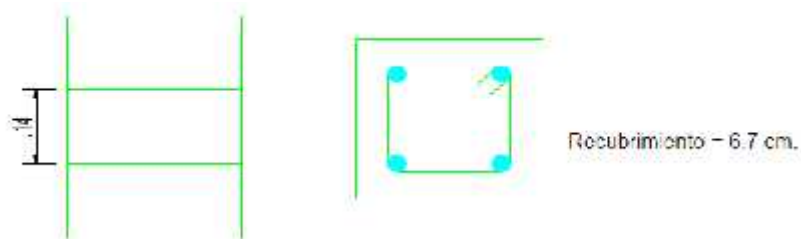
| | | | |
|-----|----|------|-------|
| 004 | 29 | 25,9 | 0,014 |
| 004 | 30 | 25,9 | 0,014 |
| 004 | 41 | 25,9 | 0,014 |
| 004 | 28 | 25,9 | 0,014 |
| 004 | 26 | 25,9 | 0,014 |
| 005 | 35 | 31,0 | 0,021 |
| 005 | 33 | 31,0 | 0,021 |
| 005 | 30 | 31,0 | 0,021 |
| 005 | 27 | 31,0 | 0,021 |
| 005 | 31 | 31,0 | 0,021 |
| 005 | 32 | 31,0 | 0,021 |
| 005 | 34 | 31,0 | 0,021 |
| 005 | 20 | 31,0 | 0,021 |
| 005 | 36 | 31,0 | 0,021 |

Fuente: Elaboración Propia

7.8. Resultados del Ferroskan

Se realizó una prueba de Ferroskan en una de las columnas para el levantamiento del refuerzo. Los resultados del ferroskan mostraron una separación de los estribos de 14 centímetros y un recubrimiento aproximado de 6,7 cm.

Ilustración 15. Acero de refuerzo en columnas



COLUMNAS
Esc. _____ 1:10

Fuente: Elaboración propia

7.9. Datos del estudio de suelos

Para el estudio de suelos se tomara de base uno realizado por la empresa Geotransvial s.a.s en diciembre del 2020 en otra sede de la escuela ubicada aproximadamente a 2 km.

Los resultados de dicho estudio mostraron que es suelo granular, donde el menor valor de resistencia arrojó 322 T/m² y el mayor 1031 T/m² en los sondeos. Dadas las características de la estructura se considera que son valores aceptables y sin embargo se recomendará en el presente estudio un mejoramiento del suelo de cimentación en la parte una de las grietas como se describirá en el presente proyecto en la propuesta de intervención.

8. Diagnóstico

La edificación presenta fisuras en varios sitios de su estructura debido a diferentes causas. Los corbatines de yeso ubicados en las fisuras no se han roto, lo que indica que las fisuras y grietas han finalizado su proceso de expansión, esto también se comprueba por la presencia de material orgánico en algunas de ellas.

- En el caso de las lesiones f5 y f6 don producidas por la sobrecarga generada por el tanque de agua, debido a que la estructura no está diseñada para ese tipo de carga.
- Las fisuras en la parte superior se deben a la ausencia de una viga superior de amarre, y al no haber confinamiento estructural se generan este tipo de lesiones. Esta ausencia de confinamiento genera además de las lesiones visibles un alto riesgo sísmico.
- Las fisuras generadas adyacentes a las ventanas se deben a las discontinuidades del muro producidas por las mismas y no constituyen lesiones graves, pero si en cuanto a estética y pueden ser resueltas con el adecuado resane y posterior pañete.

- Debido a las grietas y fisuras presentes en la estructura, también han aparecido organismos, tales como hongos y vegetales en el interior de estas, los cuales tampoco constituyen una lesión grave y pueden ser remediados con una adecuada limpieza antes del resane de las grietas y fisuras.
- Con base en las mediciones de esclerometría, se observa en las columnas unas resistencias no homogéneas y en la prueba T003 se mide una resistencia baja con relación a las demás, dichas columnas cumplen una función de amarre y no de carga, por lo que las mediciones presentan un rango aceptable, siempre y cuando no se sometan a una condición de carga diferente al peso propio, la cubierta y las cargas ambientales. De acuerdo a los resultados del ferroskan, los refuerzos se encuentran en una posición aceptable.

9. Vulnerabilidad de elementos no estructurales

Los elementos no estructurales son aquellos que no hacen parte de la estructura ni de la cimentación (NSR-10 p A-128), y no tienen la función de resistir cargas, como por ejemplo, las puertas, las ventanas y los acabados, entre otros. Es importante analizar la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales debido a que, al no formar parte de la estructura pueden causar daño al caer.

En el anexo se presenta un modelo de análisis de vulnerabilidad de puertas y ventanas, para exponer de manera muy general el método de aplicación, el cual solo proporciona una idea pero no constituye un análisis riguroso debido a los alcances y limitaciones de este estudio, tanto en datos específicos del estudio de suelos en el sitio como en el de profesionales facultados por ley. (Ley 400 de 1997, art del 26 al 29).

De todas maneras, el presente estudio recomienda utilizar pernos de anclaje para todos los elementos no estructurales o cualquier sistema equivalente de anclaje para dichos elementos.

10. Análisis de Vulnerabilidad por Geometría

La vulnerabilidad es la susceptibilidad a sufrir daños estructurales (AIS,?) y depende de aspectos como la geometría, de construcción y estructurales. Utilizando el método de la AIS (Asociación colombiana de ingeniería sísmica), se evaluará la vulnerabilidad en el presente proyecto.

| | Calificación de componentes | Calificación de la vulnerabilidad de cada aspecto | Factores de ponderación relativa | Vulnerabilidad ponderada |
|---|-----------------------------|---|----------------------------------|--------------------------|
| ASPECTOS GEOMETRICOS | | | 20 | |
| Irregularidad en planta de la edificación. | 1 | 1 | | 0,2 |
| Cantidad de muros en las dos direcciones. | 1 | | | |
| Irregularidad en altura. | 1 | | | |
| ASPECTOS CONSTRUCTIVOS | | | 20 | |
| Calidad de la junta en las pegas de mortero | 1 | 1 | | 0,2 |
| Tipo y disposición de las unidades de mampostería | 1 | | | |
| Calidad de los | 1 | | | |

| | | | | |
|---|---|------|----|------|
| materiales | | | | |
| ASPECTOS ESTRUCTURALES | | | 30 | |
| Muros confinados y reforzados | 3 | 1,83 | | 0,55 |
| Detalles de columnas y vigas de confinamiento | 2 | | | |
| Vigas de amarre o corona | 3 | | | |
| Características de las aberturas | 1 | | | |
| Entrepiso | 1 | | | |
| Amarre de cubiertas | 1 | | | |
| CIMENTACION | 1 | 1 | 10 | 0,1 |
| SUELOS | 1 | 1 | 10 | 0,1 |
| ENTORNO | 1 | 1 | 10 | 0,1 |
| CALIFICACION GLOBAL | | | | 1,25 |

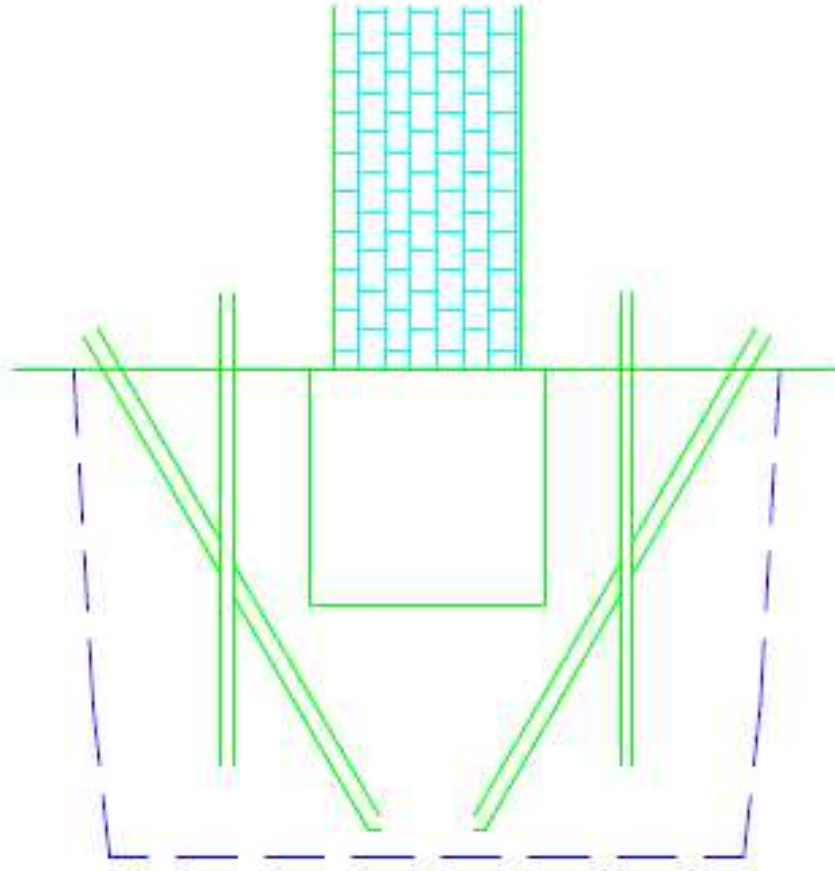
Esta calificación indica una vulnerabilidad baja.

11. Propuesta de intervención y recomendaciones

11.1. 10.1 Reforzamiento de la cimentación.

Se recomienda aplicar una lechada de cemento, con el fin de cementar el terreno y dotarlo de cohesión y rigidez por fraguado hidráulico. La inyección deberá realizarse directamente debajo de la parte de la cimentación afectada hasta 1m de profundidad y 1m a cada lado de la cimentación.

Ilustración 16. Inyección en la cimentación



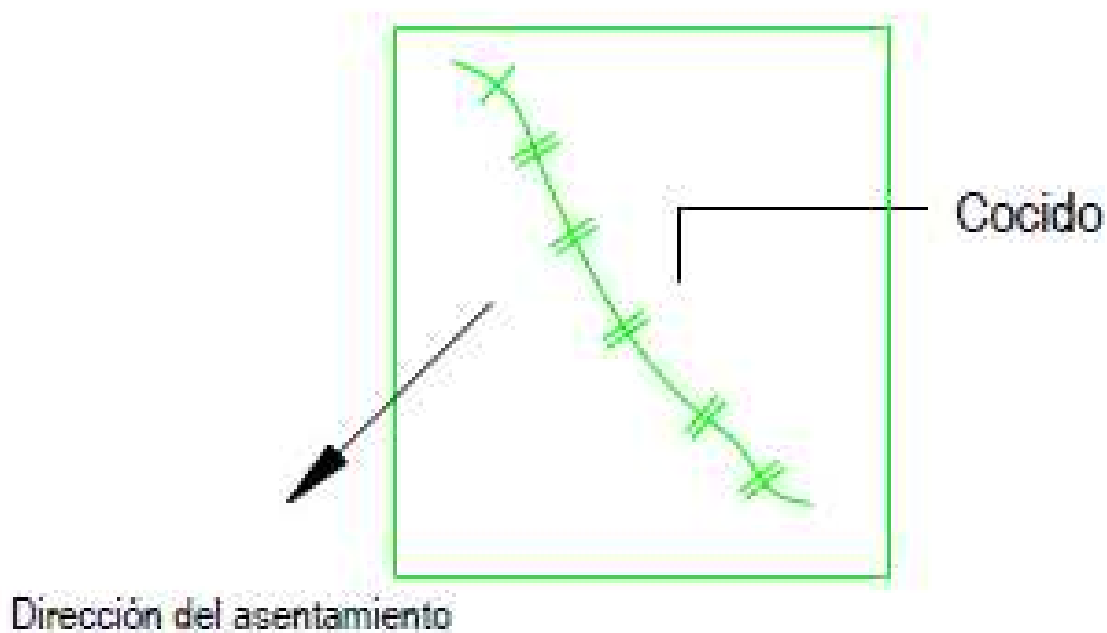
Fuente: Elaboración propia.2023

11.2. Alternativas de reparación de la grieta

- Costura de la grieta

Consiste en colocar elementos perpendiculares a la grieta con el objetivo de sujetar la mampostería. Esta alternativa tiene la desventaja que puede deformar la línea original del trabajo a compresión. En este caso es recomendable no usar varillas metálicas sino de fibra de poliéster.

Ilustración 17. Costura de grieta

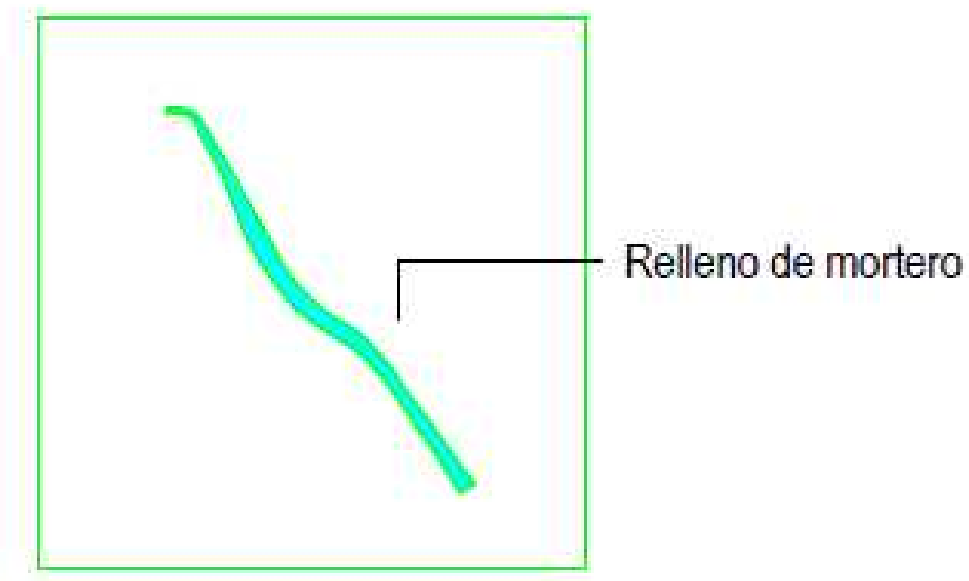


Fuente: Elaboración propia.2023

- Relleno de mortero

Consiste en rellenar la grieta con mortero para lograr una adherencia total entre las piezas de mampostería separadas.

Ilustración 18. Relleno de mortero en grieta

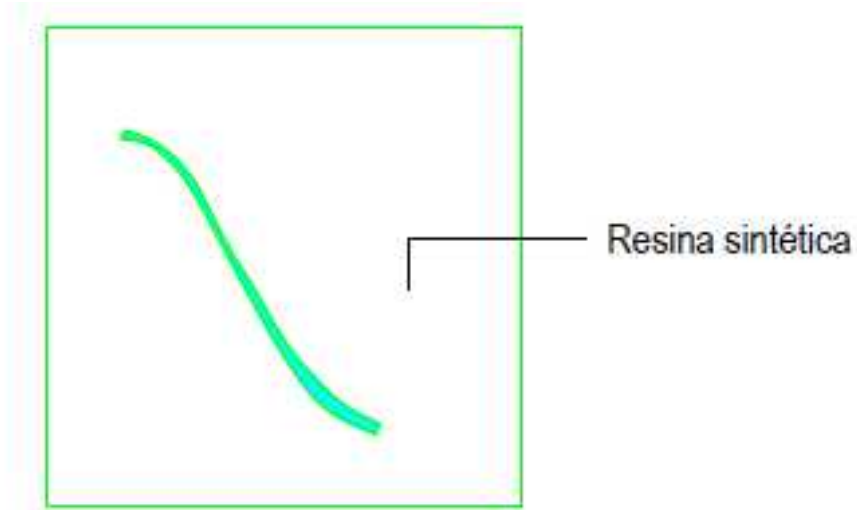


Fuente: Elaboración propia.2023

- Relleno con resina sintética.

Consiste en rellenar la grieta con resina sintética para lograr una adherencia total entre las piezas de mampostería separadas.

Ilustración 19. Relleno de resina sintética en grieta



Fuente: Elaboración propia.2023

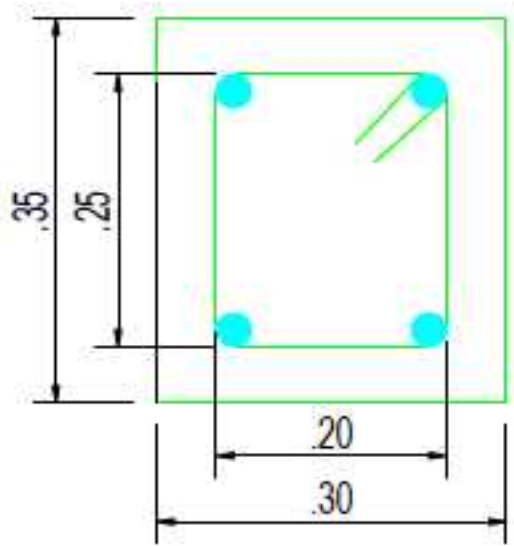
11.3. Construcción de una viga superior perimetral de amarre con los requerimientos mínimos de la norma NSR- 10

$f'c= 3000$ psi

$f_y= 60 0000$ psi

Diseño de la viga

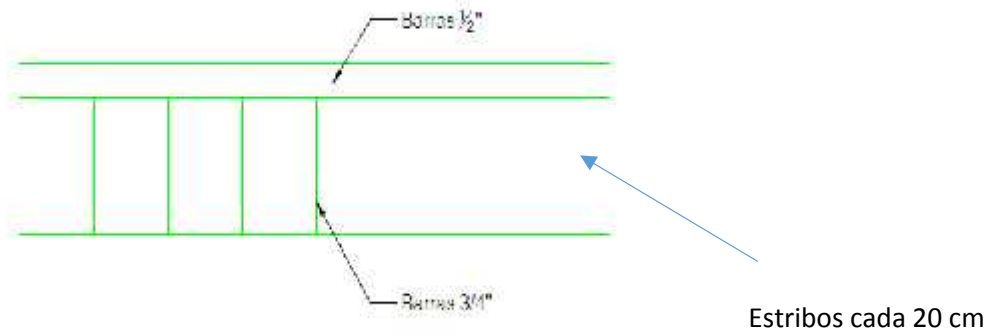
Ilustración 20. Sección de viga



SECCION DE VIGA
Esc. _____ 1:10

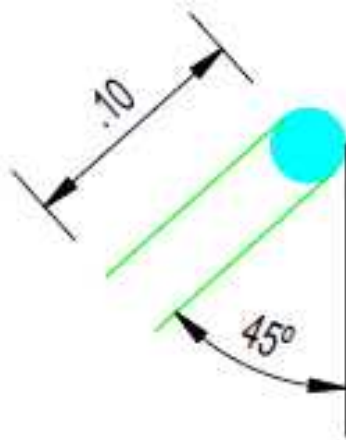
Fuente: Elaboración propia.2023

Ilustración 21. Espaciamiento de los estribos en viga



Fuente: Elaboración propia.2023

Ilustración 22. Detalle del gancho en los estribos



DETALLE DEL GANCHO

Fuente: Elaboración propia.2023

Se especifica acero corrugado con $f_y = 420$ MPa. Se recomienda utilizar concreto premezclado con especificaciones de 3000 psi. Si no es posible el premezclado y se va a hacer en obra, tener en cuenta especificaciones para el agregado de mezcla:

El tamaño máximo nominal del agregado no debe ser mayor que:

1/5 de la dimensión menor entre los lados de la formaleta

1/3 del espesor de las losas

3/4 del espaciamiento libre mínimo entre las barras.

Este diseño se realizó de forma manual (Anexo 5) y pretende dar una idea muy general de cuáles serían las especificaciones mínimas que exigiría la norma NSR-10, sin embargo para la

intervención, debe realizarse el diseño riguroso por parte de un profesional facultado y con todos los requisitos que exige la ley (Tabla ilustración 24)

11.4. Saneado del muro por ambos lados

Una vez realizado el procedimiento de reparación de la grieta, se aplica un pañete pulido con cal en ambos lados del muro. Se debe recubrir toda la superficie con pintura para exteriores con el fin de protegerla de la humedad.

11.5. Reubicación del tanque de agua.

Se recomienda construir una base adicional en un lugar adyacente en concreto reforzado adicional para reubicación del tanque de agua y utilizar el bombeo.

11.6. Sustitución de la teja de asbesto cemento

El caballete puede seguir en funcionamiento con una adecuada limpieza y pintura, puesto que estructuralmente se observa en buen estado, al igual que las cerchas metálicas.

La ley 1968 de 2019 prohíbe en toda Colombia, a partir del 1 de enero de 2021 la explotación, producción, comercialización, importación, distribución o exportación de cualquier variedad de asbesto cemento y de todos los productos elaborados con él, con el objeto de preservar la vida, la salud y el ambiente de los trabajadores y todos los habitantes, del territorio nacional frente a los riesgos que representa la exposición al asbesto para la salud pública, colectiva e individual en cualquiera de sus modalidades o presentaciones. (Artículo 1, Ley 1968 de 2019). También establece que: “El Gobierno nacional, contará con un período de cinco (5)

años contados a partir de la promulgación de la presente ley, para formular una política pública de sustitución del asbesto instalado”. (Artículo 3, Ley 1968 de 2019)

Dado lo anterior se recomienda la sustitución de las tejas de asbesto cemento por tejas de PVC o tejas de acero. Las tejas de PVC tienen la desventaja de que presentan menor durabilidad y además la exposición al sol hace que con el tiempo luzca opaca y afecte la estética. Por otra parte la de acero, debe ser tratada con anticorrosivo para evitar la corrosión.

Durante la sustitución, se recomienda seguir la guía de Guía técnica para la gestión ambiental de los residuos de asbesto y de los productos que los contengan del Ministerio de medio ambiente, la cual especifica que debe ser realizado por personal especializado y capacitado para esa labor.

La guía del ministerio del medio ambiente menciona tres técnicas que se pueden utilizar:

- Técnica de Confinamiento: Se crean barreras físicas tales como láminas de plástico, geomembranas o paneles, en general, materiales impermeables, no porosos y fácilmente lavables.
- Técnica de Estabilización: consiste en aplicar un regado o inyección una sustancia líquida por lo general agua para reducir la posibilidad de liberación de fibras o polvo.

Reducir la posibilidad de liberar fibras

- Técnica de Eliminación: consiste en retirar o dismantelar de manera definitiva los materiales o residuos de asbesto adoptando los procedimientos de trabajo que garantizan una mínima emisión de fibras y su salida al exterior. A través de túneles o cerrando las entradas de aire.

11.7. Viga Canal

Se recomienda la instalación de una canaleta perimetral para recolección de las aguas lluvias en el tejado.

Ilustración 23. Canaleta perimetral



Fuente: Panel Constructor. Disponible en: https://panelconstructor.com.co/producto/canal-u/?attribute_especificacion=3%22&attribute_longitud=6+mts&gclid=EAiaIQobChMItoiatOy3gAMVQTrUAR0Tqgv4EAQYAiABEgKqXvD_BwE

11.8. Otras medidas preventivas

- Se recomienda realizar la limpieza de la canaleta y de las tejas, por lo menos cada seis meses.
- La revisión frecuente del caballete y de la cercha metálica, para verificar si hay corrosión u oxidación. Cada cinco años se deben revisar las tejas y sustituir las que estén en mal estado. Cada dos años la limpieza de paredes exteriores para retirar suciedad que pueda causar algunos problemas de deterioro.
- Revisar frecuentemente los pernos en las puertas y ventanas para reforzar nuevamente en caso de estar desajustados.

11.9. Requisitos de los profesionales que participen en la intervención.

La ley 400 de 1997 establece los requisitos que deben cumplir los profesionales que participen en el proyecto de intervención, los cuales todos deben tener matrícula profesional.

Ilustración 24. Tabla de requisitos mínimos para profesionales que participen en la intervención

| ESTUDIO | TITULO | Requisitos mínimos |
|--------------------------------------|--|--|
| Diseños estructurales | Ingeniero civil | Estudios de posgrado o experiencia mayor de cinco (5) años en el área de estructuras. |
| Estudios geotécnicos | Ingeniero civil | Experiencia mayor de cinco (5) años en diseño geotécnico de fundaciones, contados a partir de la expedición de la tarjeta profesional, bajo la dirección de un profesional facultado para tal fin, o acreditar estudios de posgrado en el área de geotécnica. |
| Diseño de elementos no estructurales | arquitecto o ingeniero civil o mecánico | Experiencia mayor de tres (3) años de ejercicio, contados a partir de la expedición de la tarjeta profesional, bajo la dirección de un profesional facultado para tal fin, en una o varias actividades, tales como diseño estructural, diseño de elementos no estructurales, trabajos geotécnicos, construcción, interventoría o supervisión técnica, o acreditar estudios de posgrado en el área de estructuras o ingeniería sísmica. |
| Revisores de diseños | Ingeniero civil cuando se trate de diseños | una experiencia mayor de cinco (5) años de ejercicio profesional, contados a partir de la |

| | | |
|----------------------------|--|---|
| | <p>estructurales y estudios geotécnicos y un arquitecto o ingeniero civil o mecánico en el caso de diseños de elementos no estructurales.</p> <p>Nota: El revisor de diseños debe ser laboralmente independiente de quien los realiza.</p> | <p>expedición de la tarjeta profesional, bajo la dirección de un profesional facultado para tal fin, en una o varias actividades tales como, diseño estructural, diseño de elementos no estructurales, trabajos geotécnicos, construcción, interventoría o supervisión técnica, o acreditar estudios de posgrado en el área de estructuras, geotecnia o ingeniería sísmica.</p> |
| Directores de Construcción | <p>Ingeniero civil o arquitecto, o ingeniero mecánico en el caso de estructuras metálicas o prefabricadas</p> | <p>poseer matrícula profesional acreditar una experiencia mayor de tres (3) años de ejercicio, contados a partir de la expedición de la tarjeta profesional, bajo la dirección de un profesional facultado para tal fin, en una o varias actividades, tales como construcción, diseño estructural, diseño de elementos no estructurales, trabajos geotécnicos, interventoría o supervisión técnica, o acreditar estudios de posgrado en el área de construcción, estructuras, geotecnia o ingeniería sísmica.</p> |
| Supervisor | <p>ingeniero civil o</p> | <p>experiencia mayor de cinco (5) años de</p> |

| | | |
|---------|---|---|
| técnico | arquitecto. Sólo para el caso de estructuras metálicas podrá ser ingeniero mecánico. El supervisor técnico debe ser laboralmente independiente del constructor de la estructura o de los elementos no estructurales | ejercicio, contados a partir de la expedición de la tarjeta profesional, bajo la dirección de un profesional facultado para tal fin, en una o varias actividades tales como, diseño estructural, construcción, interventoría o supervisión técnica. |
|---------|---|---|

12. Presupuesto y Programación

Se realizó un presupuesto aproximado, el cual solo debe tenerse en cuenta para tomar un orden de magnitud de los valores. Si se va a llevar a cabo un proceso de contratación pública, debe realizarse un estudio de mercado para los materiales y un análisis preciso de precios unitarios, y ceñir todo el proceso a la ley 80 de 1993.

| ITEM | UNIDAD | cantidad | VALOR UNITARIO | VALOR PARCIAL |
|-------------------------------|--------|----------|----------------|---------------------|
| TRAZADO Y REPLANTEO | GL | 1 | \$600.000 | \$600.000 |
| MEJORAMIENTO DE SUELOS | GL | 1 | \$2.770.980 | \$2.770.980 |
| COSTURA DE GRIETAS Y FISURAS | UNID | 9 | \$53.820 | \$484.380 |
| REUBICACION DE TANQUE DE AGUA | GL | 1 | \$2.811.250 | \$2.811.250 |
| PAÑETES | M2 | 1100 | \$14.214 | \$15.634.960 |
| VIGA DE 30X35 | ML | 45 | \$184.360 | \$8.296.189 |
| DESMONTE DE CUBIERTA | M2 | 110 | \$24.660 | \$2.712.600 |
| INSTALACION DE CUBIERTA NUEVA | M2 | 110 | \$97.780 | \$10.755.800 |
| INSTALACION DE VIGA CANAL | ML | 45 | \$42.740 | \$1.923.285 |
| PINTURA | M2 | 1100 | \$6.150 | \$6.765.000 |
| PERNOS PARA PUERTAS Y VENTANA | GL | 1 | \$703.200 | \$703.200 |
| TOTAL COSTO DIRECTO | | | | \$53.457.644 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | |
| ADMINISTRACION (20%) | | | | \$10.691.529 |
| IMPREVISTOS (5%) | | | | \$2.672.882 |
| UTILIDADES (10%) | | | | \$5.345.764 |
| TOTAL COSTO INDIRECTOS | | | | \$18.710.175 |
| TOTAL | | | | \$72.167.819 |

Véase en el anexo 6, los respectivos análisis de precios unitarios.

DIAGRAMA DE GANTT

| DIAS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ACTIVIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TRAZADO Y REPLANTEO | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEJORAMIENTO DE SUELOS | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COSTURA DE GRIETAS Y FISURAS | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| REUBICACION DE TANQUE DE AGUA | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| PAÑETES | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| VIGA DE 30X35 | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| DESMONTE DE CUBIERTA | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSTALACION DE CUBIERTA NUEVA | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| INSTALACION DE VIGA CANAL | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| PINTURA | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ |
| PERNOS PARA PUERTAS Y VENTANAS | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |

13. Conclusiones

Las lesiones observadas son factibles de reparación, por lo que se concluye que la edificación puede intervenir y adaptarse a las normatividad vigente.

Los diseños aquí presentados de la viga y de sismicidad muestran un enfoque muy general, por lo que para una decisión de tipo gubernamental de intervención deben realizarse los estudios rigurosos con los profesionales facultados para tal fin con sus requisitos mínimos establecidos en la ley.

Es necesaria, la reubicación del tanque de agua a un sitio cercano donde no ocasione sobrecarga a la estructura, preferiblemente en una base apoyada directamente sobre el terreno y utilizar bombeo.

Es necesaria la viga de amarre perimetral y empalmarla con todas las columnas de la edificación.

Aunque las grietas finalizaron su proceso patológico, se recomienda el mejoramiento de suelos con cemento o con lechada de mortero, y también porque cerca de la zona pasa una línea de falla.

Sustituir las tejas de asbesto cemento por tejas metálicas o plásticas, y realizar el retiro siguiendo la guía del ministerio de medio ambiente para tales procedimientos.

Asegurar los elementos no estructurales, puertas y ventanas mediante pernos de anclaje.

14. Referencias Bibliográficas

AIS Asociación de Ingeniería Sísmica. *Manual de Construcción, evaluación y sismoresistente de viviendas de mampostería.*

CONCRELAB. (13 de Octubre de 2020). *Ensayo detección de aceros.* Obtenido de Concrelab.com: <https://www.concrelab.com/deteccion-de-aceros/>

CONGRESO DE LA REPÚBLICA. (11 de Julio de 2019). *Ley 1968 de 2019.* Obtenido de Minambiente.gov: <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/ley-1968-de-2019/>

CONGRESO DE LA REPUBLICA. (19 de Agosto de 1997). *Ley 400 de 1997.* Obtenido de Función Pública: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=336>

Enciclopedia Broto. (2006). *Patologías de la construcción.*

AIS Asociación de Ingeniería Sísmica. *Norma Colombiana Sismoresistente NSR - 10 . 2010.*

Lichtenstein, N. (1985). *Patología das construções: Procedimento para diagnostico e recuperação.* Sao Pablo.

Mc Cormac, J. (2018). *Diseño de concreto reforzado.* 10a. Ed. Alfa Omega Grupo Editor.

Mellado, W. Barreto, W & Cardozo, O. (2021). *La producción académica en Construcción en Arquitectura e Ingeniería. Revisión desde la Universidad Santo Tomas.* Obtenido de Revista Educación en Ingeniería (17-25): <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/1134>

Ministerio del Medio Ambiente. (2014). *Guía Técnica para la Gestión Ambiental de los Residuos de Asbesto y de los Productos que los contengan*. Bogotá.

Monjo, J. (2001). *Patologías y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas*.

PCE INSTRUMENTS. (10 de Marzo de 2023). *Equipos de Medida*. Obtenido de PCE - Iberica:

<https://www.pce-iberica.es/>

Secretaria de Salud de la Gobernación de Boyacá. (2014). *Mapa de riesgo de la calidad de agua para consumo humano del Municipio de Sora (Boyacá)*. Boyacá.

Suárez Salazar, C. (2001). *Costo y tiempo en edificación*. Limusa.

Anexos

Anexo A. Fotografías de Pruebas de Esclerometría







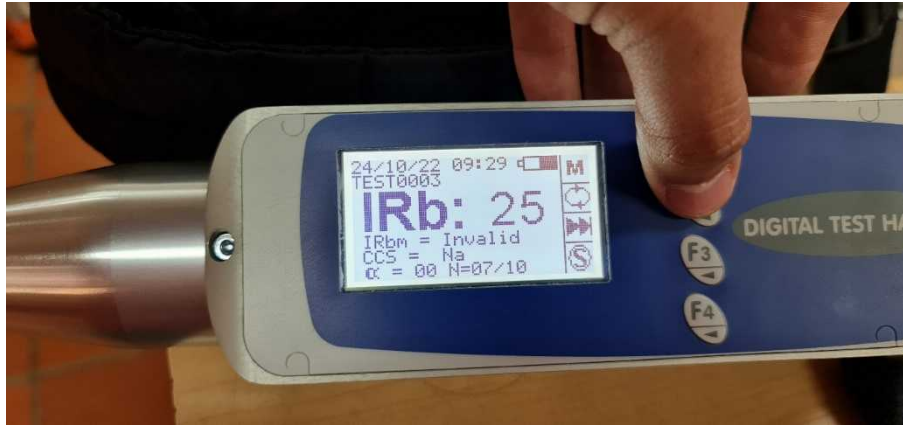


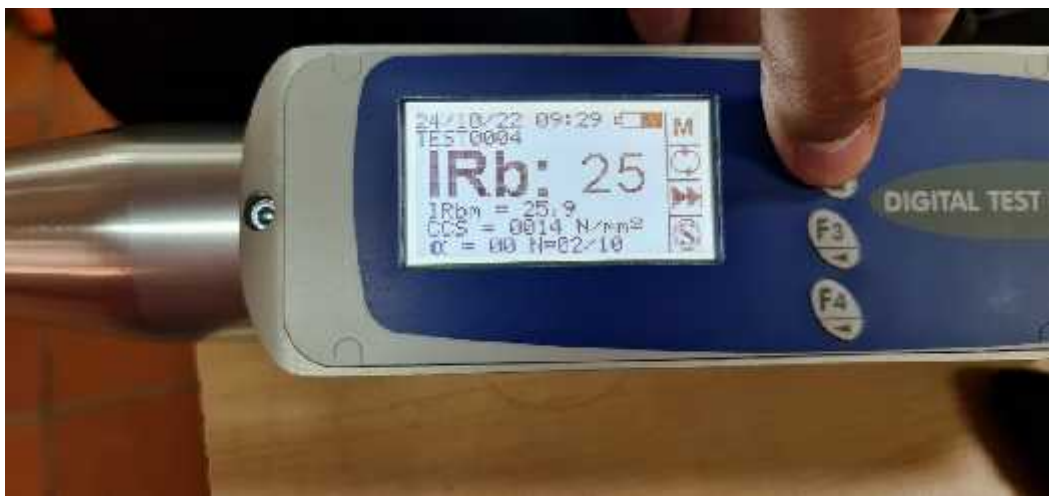
















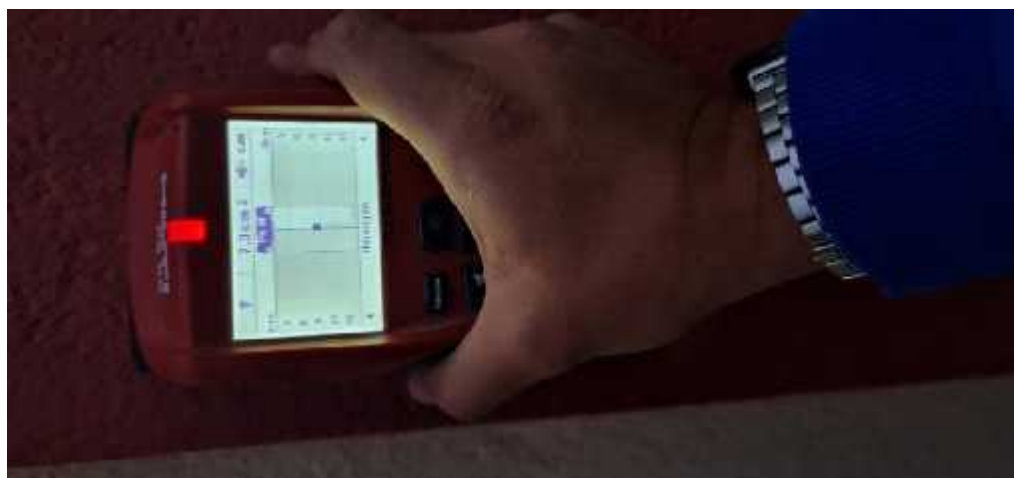
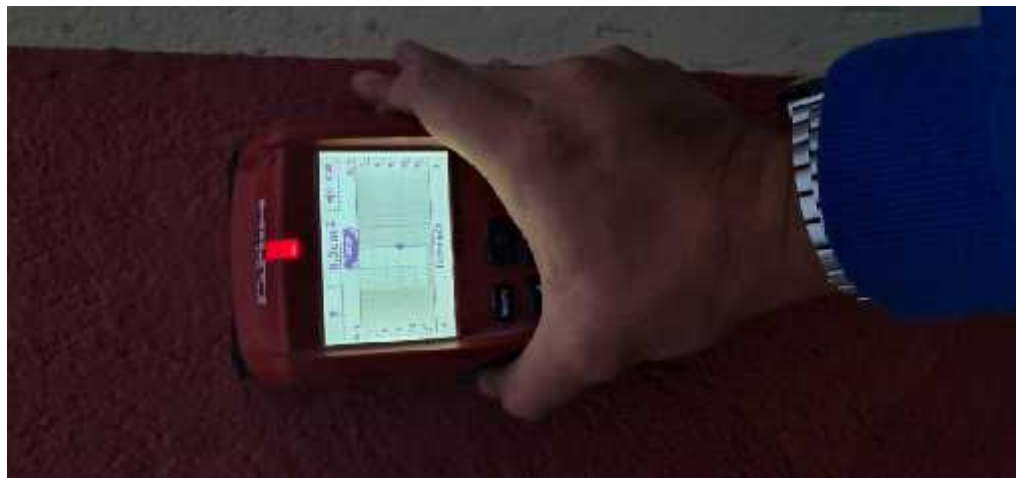


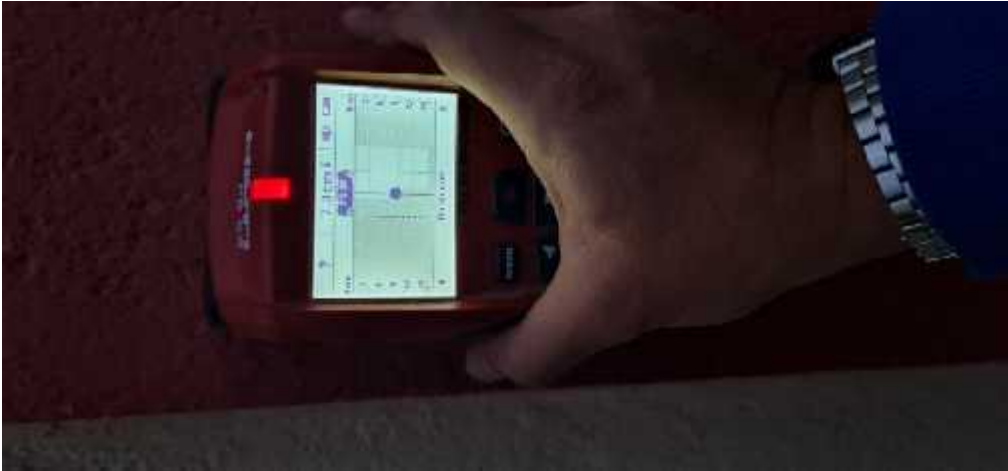






Anexo B. Ferroskan





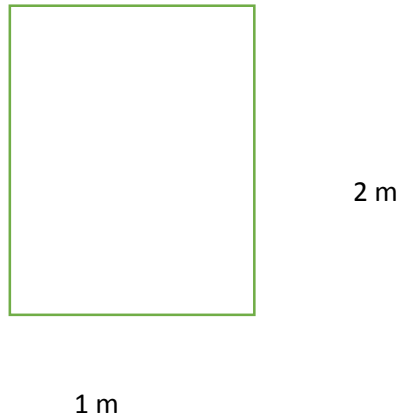
Anexo C. Corbatines de yeso





Anexo D. Modelo de evaluación de vulnerabilidad de elementos no estructurales

Análisis de las puertas.



Elemento localizado en la base (A.9.4.1 – NSR-10)

$$A_x = A_a I$$

$$A_x = 0.225$$

$$\text{Masa de la puerta: } (2) (1) (0.05) (600) = \text{Kg}$$

$$F_p = \frac{(0.225) (1.0)}{1.5} 9.8 (135) = 198.45 \text{ N}$$

Fuerzas sísmicas de diseño (Horizontales)

$$F_p = \frac{A_x A_p}{R_p} g M_p \quad \frac{A_a I}{2} g M_p$$

$$A_x = A_s + \frac{(S_a - A_s) h_x}{H_{eq}} \quad h_x h_{eq}$$

$$A_x = S_a \frac{H_x}{h_{eq}} \quad h_x h_{eq}$$

$$h_x = 7.55\text{m}$$

$$h_{eq} = 0.75 h_n \quad (\text{A.9.4.2})$$

$$h_{eq} = 0.75 (7.55) = 5.66 \text{ m}$$

Estimación de S_a

$$A_a = 0.15 \quad A_v = 0.20 \text{ (zona intermedia)}$$

$$S_a = 2.5 A_a F_a I$$

Perfil E (suelo): $F_a = 1.7$

Coefficiente de importancia: $I = 1.5$ (grupo IV)

$$S_a = 2.5 (0.15) (1.7) (1.5) = 0.95$$

$$A_x = S_a \frac{h_x}{h_{eq}}$$

$$A_x = 0.95 \frac{7.55}{5.66} = 1.27$$

$$A_p = 1.0$$

$$R_p = 1.5 \text{ (No ductiles)}$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

M_p = masa del elemento no estructural

| Densidad | Espesor (prom) | Área |
|-------------------------------------|----------------|---|
| $P_{mad} = 600 \text{ Kg/m}^3$ | 0.03 m | 1.54 m ² |
| $P_{vidrio} = 2600 \text{ Kg/ m}^3$ | 0.005 m | 7.92 m ² |
| $P_{acero} = 7800 \text{ Kg/ m}^3$ | 0.01m | (12)(0.03)(0.01) = 0.0036 m ² |

$$M_p = 600 (0.03) (1.54) + 2600 (0.015) (7.92) + 7800 (0.01) (0.0036)$$

$$M_p = 130.96 \quad 131 \text{ Kg}$$

$$F_p = (1.27) (1.0) \quad (9.8) (131) = 1087 \text{ N}$$

Fuerzas sísmicas de diseño (Horizontales)

$$F_p = \frac{A_x A_p}{R_p} g M_p \quad \frac{A_a I}{2} g M_p$$

$$A_x = A_s + \frac{(S_a - A_s) h_x}{H_{eq}} \quad h_x \quad h_{eq}$$

$$A_x = S_a \frac{H_x}{h_{eq}} \quad h_x \quad h_{eq}$$

$$h_x = 7.55 \text{ m}$$

$$h_{eq} = 0.75 h_n \quad (\text{A.9.4.2})$$

$$h_{eq} = 0.75 (7.55) = 5.66 \text{ m}$$

Estimación de S_a

$$A_a = 0.15 \quad A_v = 0.20 \text{ (zona intermedia)}$$

$$S_a = 2.5 A_a \text{ Fa I}$$

Perfil E (suelo): $F_a = 1.7$

Coefficiente de importancia: $I = 1.5$ (grupo IV)

$$S_a = 2.5 (0.15) (1.7) (1.5) = 0.95$$

$$A_x = S_a \frac{h_x}{h_{eq}}$$

$$A_x = 0.95 \frac{7.55}{5.66} = 1.27$$

$A_p = 1.0$

$R_p = 1.5$ (No ductiles)

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$M_p =$ masa del elemento no estructural

| Densidad | Espesor (prom) | Área |
|--|----------------|--|
| $P_{\text{mad}} = 600 \text{ Kg/m}^3$ | 0.03 m | 1.54 m^2 |
| $P_{\text{vidrio}} = 2600 \text{ Kg/ m}^3$ | 0.005 m | 7.92 m^2 |
| $P_{\text{acero}} = 7800 \text{ Kg/ m}^3$ | 0.01m | $(12)(0.03)(0.01)$ $= 0.0036 \text{ m}^2$ |

$$M_p = 600 (0.03) (1.54) + 2600 (0.015) (7.92) + 7800 (0.01) (0.0036)$$

$$M_p = 130.96 \quad 131 \text{ Kg}$$

$$F_p = (1.27) (1.0) \quad (9.8) (131) = 1087 \text{ N}$$

Puertas

$$\text{Masa} = 135 \text{ Kg}$$

$$A_x = S_a \frac{hx}{heq}$$

$$A_x = 0.95 \frac{7.55}{5.66} = 1.27$$

$$F_p = \frac{(1.27) (1.0)}{1.5} \quad 9.8 (135) = 1120 \text{ N}$$

Ventanas

$$\text{Masa} = (2) (1.5) (0.05) (600) = 90 \text{ Kg}$$

$$A_x = 1.27$$

$$F_p = \frac{(1.27) (1.0)}{1.5} \cdot 9.8 (90) = 746 \text{ N}$$

Ventanas

$$\text{Carga muerta} = (90 \text{ Kg}) (9.8 \text{ m/s}^2) = 882 \text{ N}$$

$$\text{Carga sísmica} = 746 \text{ N}$$

$$C_m = 1.2 (882 \text{ N}) = 1058 \text{ N}$$

$$C_{sis} = 1.6 (746 \text{ N}) = 1194 \text{ N}$$

$$F = \sqrt{1058^2 + 1194^2} = 1595 \text{ N}$$

Se proponen 4 pernos

Tipo ASTM A-307

$$F_y = 310 \text{ Mpa}$$

$$\varnothing = 1/4''$$

$$\text{Área requerida} = \frac{1595 \text{ N}}{310 \times 10^6} = 5.14 \times 10^{-6} \text{ m}^2 = 0.051 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área requerida por perno} = \frac{0.051 \text{ cm}^2}{4} = 0.0128 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área suministrada por perno} = 0.32 \text{ cm}^2$$

Cumple con el requerimiento

Anexo E. Diseño manual de Viga con requisitos mínimos

Concreto de 3000 psi

Protección del concreto para el refuerzo (NSR-10) Mínimo 40 mm (no preesforzado)

Se propone una sección de $b=0,3$ m y $h=0,35$ m

El área mínima de refuerzo debe ser

$$A_{smín} = (0,25\sqrt{f_c}/f_y) * bw * d = \left(\frac{0,25\sqrt{21}}{420}\right) * 0,3 * 0,3 = 2,45 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$Y \text{ no menor de } 1,4 bw*d/f_y = 1,4*0,3*0,3/420 = 3 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

4 varillas de 1/2" suministran $5,16 * 10^{-4} \text{ m}^2$ lo cual cumple con el requerimiento

Refuerzo transversal

C.7.10.5 (NSR-10)

$$48db = 48(9,5 \text{ mm}) = 456 \text{ mm (Barra de estribo)}$$

$$16db = 16(12,7 \text{ mm}) = 203 \text{ mm (Barra longitudinal)}$$

Menor dimensión = 300 mm.

Se toma el espaciamiento de 20 cm.

En cuanto a la longitud del gancho se toma $10db = 9,5 \text{ mm} = 10 \text{ cm}$

Anexo F. Análisis de Precios Unitarios

| TRAZADO Y REPLANTEO | | | | | |
|-------------------------------|--------|----------|-------------|---------|---------------|
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | DESPERDICIO | PRECIO | VALOR PARCIAL |
| COMISION TOPOGRAFIA | GL | 1 | | 600000 | \$ 600.000 |
| | | | | | |
| MEJORAMIENTO DE SUELOS | | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | DESPERDICIO | PRECIO | VALOR PARCIAL |
| INYECTOR DE MORTEROS | HORA | 24 | | 72895 | \$ 1.749.480 |
| MORTERO | m3 | 15 | 5 | 42000 | \$ 661.500 |
| CUADRILLA | HH | 24 | | 15000 | \$ 360.000 |
| | | | | | \$ 2.770.980 |
| COSTURA DE GRIETAS | | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | DESPERDICIO | PRECIO | VALOR PARCIAL |
| MORTERO 1:4 | M3 | 0,04 | 5 | 210000 | \$ 8.820 |
| CUADRILLA | HH | 3 | | 15000 | \$ 45.000 |
| | | | | | \$ 53.820 |
| REUBICACION DE TANQUE DE AGUA | | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | DESPERDICIO | PRECIO | VALOR PARCIAL |
| TUBERIA AGUA POTABLE | ML | 30 | 5 | 5500 | \$ 173.250 |
| BOMBAS | UNIDAD | 2 | | 1139000 | \$ 2.278.000 |
| CUADRILLA | HH | 24 | | 15000 | \$ 360.000 |
| | | | | | \$ 2.811.250 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| PAÑETES | | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | DESPERDICIO | PRECIO | VALOR PARCIAL |
| MORTERO 1:4 | M3 | 0,02 | 12 | 210000 | \$ 4.704 |
| ANDAMIOS | DIA | 0,1 | | 5096 | \$ 510 |
| CUADRILLA | HH | 0,6 | | 15000 | \$ 9.000 |
| | | | | | \$ 14.214 |
| | | | | | |
| VIGA DE 30X35 | | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | DESPERDICIO | PRECIO | VALOR PARCIAL |
| CONCRETO 3000 PSI | M3 | 0,105 | 5 | 280000 | \$ 30.870 |

| | | | | | |
|---------------------------------------|---------|----------|-------------|--------|---------------|
| GUARDERAS DE MADERA | ML | 2 | 5 | 8000 | \$ 16.800 |
| VARILLA DE ACERO 60000 PSI | VARILLA | 2,1 | 10 | 42000 | \$ 97.020 |
| PUNTILLAS | LB | 0,018 | 5 | 5000 | \$ 95 |
| ALAMBRE DE AMARRE | KG | 0,045 | 5 | 9000 | \$ 425 |
| VIBRADOR ELECTRICO CONO. | DIA | 0,03 | | 55000 | \$ 1.650 |
| CUADRILLA | HH | 2,5 | | 15000 | \$ 37.500 |
| | | | | | \$ 184.360 |
| DESMONTE DE CUBIERTA m2 | | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | DESPERDICIO | PRECIO | VALOR PARCIAL |
| VOLQUETA 6M3 | VIAJE | 0,02 | | 108000 | \$ 2.160 |
| CUADRILLA | HH | 1,5 | | 15000 | \$ 22.500 |
| | | | | | \$ 24.660 |
| INSTALACION DE CUBIERTA NUEVA | | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | DESPERDICIO | PRECIO | VALOR PARCIAL |
| TEJA TERMOACUSTICA | UNIDAD | 0,2 | 0 | 427900 | \$ 85.580 |
| ANDAMIOS | DIA | 0,1 | | 2000 | \$ 200 |
| CUADRILLA | HH | 0,8 | | 15000 | \$ 12.000 |
| | | | | | \$ 97.780 |
| INSTALACION DE VIGA CANAL | | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | DESPERDICIO | PRECIO | VALOR PARCIAL |
| VIGA CANAL | UNIDAD | 0,17 | 5 | 204704 | \$ 36.540 |
| ANDAMIOS | DIA | 0,1 | | 2000 | \$ 200 |
| CUADRILLA | HH | 0,4 | | 15000 | \$ 6.000 |
| | | | | | \$ 42.740 |
| PINTURA | | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | DESPERDICIO | PRECIO | VALOR PARCIAL |
| Pintura | gl | 0,1 | 5 | 30000 | \$ 3.150 |
| Cuadrilla | hh | 0,2 | | 15000 | \$ 3.000 |
| | | | | | \$ 6.150 |
| PERNOS PARA PUERTAS Y VENTANAS | | | | | |
| ITEM | UNIDAD | CANTIDAD | DESPERDICIO | PRECIO | VALOR PARCIAL |
| PERNOS PARA PUERTAS Y VENTANAS | UNIDAD | 24 | 0 | 24300 | \$ 583.200 |
| Cuadrilla | hh | 8 | | 15000 | \$ 120.000 |
| | | | | | \$ 703.200 |