

ESTUDIO PATOLÓGICO MURO DE CONTENCIÓN

Estudio patológico muro de contención divisorio Sena santa fe de Antioquia

Diana Lucelly Quintero Barco y Ricardo Andrés Giraldo Sánchez

Universidad Santo Tomas

Notas de los autores

Diana Lucelly Quintero Barco y Ricardo Andrés Giraldo Sánchez, Universidad Santo Tomas.

Especialización en Patología de la construcción

La correspondencia en relacionada con este Trabajo Profesional Integrado debe dirigirse a
Diana Lucelly Quintero Barco y Ricardo Andrés Giraldo Sánchez, Universidad Santo Tomas.

Especialización en Patología de la construcción

dianaquinterob@ustadistancia.edu.co - ricardogiraldo@ustadistancia.edu.co

Estudio patológico muro de contención divisorio Sena santa fe de Antioquia

Diana Lucelly Quintero Barco y Ricardo Andrés Giraldo Sánchez

Universidad Santo Tomas

Asesor: Ing. Jairo Oswaldo Zúñiga Torres

Universidad Santo Tomas

Medellín- Colombia- Junio 2018

Proyecto para para optar el título de Especialista en Patología de la Construcción

Notas de los autores

Diana Lucelly Quintero Barco y Ricardo Andrés Giraldo Sánchez, Universidad Santo Tomas.

Especialización en Patología de la construcción

La correspondencia en relación con este Trabajo Profesional Integrado debe dirigirse a Diana

Lucelly Quintero Barco y Ricardo Andrés Giraldo Sánchez, Universidad Santo Tomas.

Especialización en Patología de la construcción

dianaquinterob@ustadistancia.edu.co - ricardogiraldo@ustadistancia.edu.co

NOTA DE ACEPTACIÓN.

JURADO

JURADO

Medellín, 29 de Junio del 2018

DEDICATORIA

A nuestros familiares y amigos que siempre nos fortalecieron con palabras de aliento, consejos y compañía que fue necesaria en los momentos más duros a lo largo de este periodo.

A nuestra universidad, profesores que nos impartieron su sabiduría y siempre estuvieron dispuestos a hacernos unos profesionales íntegros y con todas las capacidades para enfrentar el mundo profesional.



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios quien nos guío llenándonos de fe, fortaleza y capacidad para alcanzar una de las metas más importantes para nuestras vidas. A nuestras familias por habernos brindado su apoyo, comprensión y paciencia a lo largo de este proceso profesional al que dedicamos gran cantidad de tiempo.

TABLA DE CONTENIDO

	PAG
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
3. JUSTIFICACIÓN.....	13
4. OBJETIVOS.....	14
4.1. GENERAL.....	14
4.2. ESPECÍFICOS.....	14
5. MARCO REFERENCIAL	15
5.1. TEORICO	15
5.2. LEGAL	15
5.3. HISTÓRICO	16
5.4. CONTEXTUAL.....	17
6. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	18
6.1. ALCANCES:	18
6.2. LIMITACIONES:.....	18
7. METODOLOGÍA.....	19
7.1. DESCRIPCIÓN DE LA SELECCIÓN DEL PACIENTE.....	19
7.2. PREPARACION Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	21
7.3. VULNETABILIDAD SISMICA	22



7.4. HISTORIA CLINICA.....	25
7.5. DESCRIPCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS MÁS RELEVANTES.....	33
LESION N° 1.	33
LESION N° 2.	34
LESIÓN N° 3.....	36
7.6. ENSAYOS A REALIZADOS	38
8. PROPUESTA DE INTERVENCION	44
8.1. REHABILITACION DE ELEMENTOS AFECTADOS POR CARBONATACION.	
44	
8.2. REPARACION PARA LAS FISURAS	46
8.3. REPARACION PARA LA EFLORESCENCIA.....	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA	53
ANEXOS	55
APENDICE	56
VIDEOS	57

TABLA DE ILUSTACIONES

ILUSTRACIÓN 1- LOCALIZACIÓN SENA	26
ILUSTRACIÓN 2- MAPA DE VALORES AA	27
ILUSTRACIÓN 3- MAPA DE VALORES DE AA.....	27
ILUSTRACIÓN 4- PLANO EN PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DEL SENA Y UBICACIÓN DEL MURO Y LA PISCINA	32
ILUSTRACIÓN 5 - PLANOS CON DETALLES DE UBICACIÓN MURO DE CONTENCIÓN Y PISCINA CASA HOTEL CASA AMÁRELA	32
ILUSTRACIÓN 6- PREPARACIÓN DE COLUMNA.....	44
ILUSTRACIÓN 7- CORTES DE SECCION DE COLUMNAS.....	45
ILUSTRACIÓN 8- CORTE, INSTALACIÓN MEMBRANA PISCINA.	48
ILUSTRACIÓN 9- CORTE INSTALACIÓN MANTO PARA PLAYA DE PISCINA.....	49

TABLA DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1- MURO DE CONTENCIÓN SENA Y HOTEL CASA AMÁRELA	29
FOTOGRAFÍA 2- MURO DE CONTENCIÓN SEÑALIZADO.....	30
FOTOGRAFÍA 3- LESIÓN 1, COLUMNA MURO DE CONTENCIÓN CON PRESENCIA DE DESPRENDIMIENTO, OXIDACIÓN Y CORROSIÓN.	34
FOTOGRAFÍA 4- FISURAS PRESENTES EN MURO DE CONTENCIÓN.	36
FOTOGRAFÍA 5- LESIÓN 3, EFLORESCENCIAS EN PARED MURO DE CONTENCIÓN.....	37
FOTOGRAFÍA 6- EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS (COLUMNA, VIGA Y CONTRAFUERTE).....	39
FOTOGRAFÍA 7- NÚCLEOS EXTRAÍDOS (COLUMNA, VIGA Y CONTRAFUERTE)	40

FOTOGRAFÍA 8- FENOLFTALEÍNA PARA CARBONATACIÓN.....	42
FOTOGRAFÍA 9- APLICACIÓN DE RESINA PARA FISURAS Y SELLADO DE LAS MISMAS	47

1. INTRODUCCIÓN

El presente: “ESTUDIO PATOLOGICO MURO DE CONTENCION DIVISORIO SENA SANTA FE DE ANTIQUIA”, pretende entregar como resultado el presupuesto y las obras a realizar con sus debidas especificaciones técnicas, estos resultados serán basados en pruebas de laboratorio realizadas para determinar parámetros de vital importancia.

A través de auscultación en campo, información suministrada y muestras que se obtienen directamente de la experiencia de los investigadores en los ensayos de laboratorio; se determinan las propiedades y características de las patologías, para encontrar la solución más óptima, en el ámbito técnico y económico.

Los muros de contención son estructuras que se diseñan y construyen para cumplir diferentes funciones como, soportes de empujes horizontales, divisiones, entre otros. El muro de contención motivo de nuestro estudio, se encuentra ubicado al interior del SENA Complejo Tecnológico Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño (CTTAOA), en el municipio de Santa Fe de Antioquia, el cual merece ser investigado porque presenta lesiones que comprometen de forma significativa su función como muro divisorio de dos propiedades y que actualmente se encuentra sometido a condiciones para la cual no fue diseñado.

Se decide estudiar este muro de contención de 49,91m² divisorio de dos propiedades, debido que la estructura lleva mas de 6 años sometida a humedad, proveniente de piscina



construida en su costado en lote vecino provocando filtración hacia el mismo, sin evidenciar en este ninguna intervención.

Con este estudio se pretende evidenciar las lesiones presentadas, dar un diagnóstico técnico de las causas, dar solución y describir una guía de intervención para el muro de contención.

Toda la información suministrada por la entidad y por personal conocedor del proceso constructivo está documentada, al no tener planos se realiza levantamiento de planos arquitectónicos (apéndice N° 11, 12, 13 y 14), donde se evidencian lesiones presentes como: grietas, humedades, desprendimientos, oxidación y corrosión, con el propósito de determinar las lesiones e hipótesis de las posibles causas.

Como resultado se pretende determinar cuáles fueron los fenómenos que incidieron en las lesiones identificadas en el muro de contención estudiado, con el objetivo de plantear una solución, a fin de que esta construcción siga cumpliendo con su función.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La importancia de este estudio patológico radica en que desde el año 2013 en las instalaciones del Sena Complejo Tecnológico Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño, ubicado en Santa Fe de Antioquia, presenta condiciones de vulnerabilidad para sus estudiantes y visitantes, y problemas de tipo jurídico con el hotel casa Amárela, ya que existe una reclamación en curso, por la identificación de un problema técnico, ya que el hotel vecino construyó una piscina que queda a 0.50 m (detalle apéndice N° 12) de distancia del muro de contención que divide los dos predios, y no se realizaron obras de estabilización, contención o mitigación del riesgo de sobreesfuerzos en el muro de contención de esa zona, el cual estaba solo diseñado para soportar las cargas del terreno natural.

3. JUSTIFICACIÓN

El muro de contención divisorio de las dos propiedades y construido al interior del SENA Occidente, es considerado una amenaza para la institución y sus ocupantes, pues se puede observar que la estructura presenta patologías severas, que pueden generar el colapso, pudiendo ocasionar perdidas tanto a vidas humanas como a las instalaciones del complejo, por esto se decide restringir el acceso de personas al aérea de influencia, afectando el desarrollo de actividades laborales y educativas.

El propósito de este estudio patológico está orientado a la determinación de los factores causantes de los daños, el análisis técnico de las condiciones actuales en la estructura, así como identificar las circunstancias que ocasionaron el deterioro en que se encuentra, con la finalidad de proponer una alternativa para cada una de las lesiones presentes, que solucione los requerimientos técnicos necesarios para su funcionamiento.

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Analizar las lesiones encontradas en el muro de contención ubicado en el SENA del municipio de Santa Fe de Antioquia y elaborar una propuesta de intervención para cada una de las lesiones encontradas, mediante los conocimientos patológicos adquiridos en el proceso formativo.

4.2. ESPECÍFICOS

- Presentar una alternativa de solución a las lesiones encontradas en el muro de contención del Sena de Santa Fe de Antioquia.
- Realizar ensayos de laboratorio a las lesiones más significativas que presente el muro de contención.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. TEORICO

Para comprender el análisis de este estudio patológico es necesario hacer una conceptualización teórica de todos los elementos que hacen parte del proceso, como se presenta a continuación.

- **Patología constructiva:** Es la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en cualquier tipo de obra después de su ejecución y da soluciones a los mismos. Esto abarca todas las imperfecciones, visibles o no, de la obra edificada desde el momento del desarrollo del proyecto.

Lugar de publicación: <http://alling.com.co/patologia-estructural/>

- **Estructura de contención:** La norma NSR-10 Título H.6.1 (2010) afirma. “*Las estructuras de contención proporcionan soporte lateral, temporal o permanente, a taludes verticales o cuasi verticales de suelo, enrocado o macizos rocosos muy fracturados o con discontinuidades desfavorables. Las estructuras de contención pueden ser autónomas, que soporten directamente las solicitaciones de los materiales por contener, o que involucren a dichos materiales con ayuda de refuerzos, para que estos participen con sus propiedades a soportar dichas solicitaciones en forma segura*”.

5.2. LEGAL

Para la construcción en Colombia existen unas leyes fundamentales que rigen las directrices a seguir para garantizar la sostenibilidad y seguridad de cada obra, por consiguiente, estas normas rigen este estudio, las cuales son:



- En primera instancia y siendo la norma fundamental en Colombia, se encuentra la NSR-10 (Norma Sismo Resistente del 2010) que fue la actualización de la norma NSR-98, la cual está encargada de reglamentar las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable, dicha norma fue promulgada por el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010. Posteriormente en el decreto 926 de 2010 han sido introducidas modificaciones, al igual que en los decretos 2525 del 13 de julio de 2010, 092 del 17 de enero de 2011, 340 del 13 de febrero de 2012 y 945 del 5 de junio de 2017, además después de unos sucesos en la historia de nuestro país, han surgido nuevas leyes como la ley 1796 de 2016 de vivienda segura.
- En segundo lugar, se encuentra la ley 400 de 1997, la cual establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, con el fin de reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender el patrimonio del estado y de los ciudadanos.

5.3. HISTÓRICO

En el año 1998 fue construido un muro de contención en la parte posterior del lote en estudio propiedad del SENA, el cual estaba diseñado para soportar cargas de un talud de tierra en sus linderos y dividir los dos predios.

En el año 2011 el hotel casa Amárela construyó una piscina para el servicio de sus huéspedes en las cercanías de los linderos del SENA y a (0.50) metros de distancia del muro de contención (detalle apéndice N° 12), esta construcción creó un aumento de carga muerta y viva al estar en funcionamiento, después de unos meses se empezó a evidenciar humedades, además se genera un constante y progresivo deterioro a la estructura del muro



de contención, se supone que la razón son filtraciones de aguas con contenidos altos de cloro que perjudican la integridad de la estructura.

Desde el año 2013 se adelantan acciones jurídicas por parte del SENA en contra del hotel casa Amárela (anexo N°3), por la construcción de esta piscina y por los daños causados a la propiedad del SENA.

5.4. CONTEXTUAL

Este estudio se realizó en el municipio de Santa Fe, en el departamento de Antioquia a 57 kilómetros de la capital Medellín, ubicado en la subregión Occidente de Antioquia, limita por el norte con los municipios de Giraldo y Buriticá, por el nororiente con los municipios de Buriticá, Liborina y Olaya, por el oriente con los municipios de Olaya y Sopetean, por el sur con los municipios de Ebéjico, Anzá y Caicedo, y por el occidente con los municipios de Caicedo, Abriaquí y Giraldo, además Santa Fe es monumento nacional por su admirable y hermosa arquitectura de la época colonial; posee 8 iglesias y una gran cantidad de casas de los siglos XVI, XVII y XVIII.

Santa Fe de Antioquia presenta varios climas, pero su cabecera municipal presenta el clima bosque seco tropical, característico del valle del Río Cauca, debido a su baja altura y su ubicación geográfica cerca de la línea ecuatorial. La temperatura promedio es de 28°C y es uniforme durante todo el año. La temperatura máxima promedio al día es de 33°C y la mínima promedio es de 23°C. Se encuentra en zona de amenaza sísmica intermedia con valores de Aa: 0,15 y de Av: 0,20.

Lugar de publicación: <http://santafedeantioquia.net/santa-fe-de-antioquia/>

6. ALCANCES Y LIMITACIONES.

6.1. ALCANCES:

- Entregar una guía precisa de las obras a realizar, con las debidas especificaciones técnicas que garanticen que los procesos serán bien ejecutados y realizando los debidos ensayos a la estructura, con el fin de encontrar las características físicas, mecánicas y químicas, asegurando que las obras recomendadas están basadas en estudios reales.
- Entregar un presupuesto y cronograma de las obras a realizar (apéndice N° 1 y 2).

6.2. LIMITACIONES:

- Imposibilidad de auscultación del paciente desde el lado opuesto al muro que está dentro del predio vecino, del costado hacia la piscina.
- La falta de diseños estructurales y arquitectónicos iniciales.

7. METODOLOGÍA

7.1. DESCRIPCIÓN DE LA SELECCIÓN DEL PACIENTE

El muro de contención fue valorado de acuerdo a la información histórica suministrada por la entidad y vecinos del lugar en donde se informó como fue el proceso constructivo y mantenimiento a la estructura; a las visitas de inspección que se realizaron, en esto se apoyó para identificar el comportamiento estructural del muro de contención.

Antecedentes: El muro fue construido en el año 1998 con un sistema de muro en bloque estructural en dovelado confinado con columnetas de sección 0.17mx0.15m y viguetas de sección 0.20mx0.15m y separadas cada 0.70m, reforzado con 2 contrafuertes separados a 1.2m (detalles apéndices N° 12, 13 y 14), no se le ha realizado ningún tipo de mantenimiento desde su construcción y presenta deterioro en los bloques (humedad, eflorescencias, fisuras), en columna y viga en pérdida de sección (desprendimiento de concreto, acero, oxidación y corrosión) lo que motivó a realizar el estudio patológico.

Registros previos: El Sena no tiene planos, bitácoras, memorias de cálculo ni otros documentos en los cuales poder apoyar, toda la información tomada fue referida por personas que conocieron del proceso constructivo del muro.

Entorno social: Como es un muro que divide dos propiedades y está ubicado al pie de los baños de los aprendices, para el Sena tiene como prioridad salvaguardar las vidas de todas las personas que circulan en la institución.



Después de realizar varias visitas al lugar e identificar los daños que presentan, se decidió que se requiere realizar los siguientes ensayos (extracción de núcleos y carbonatación) que permitan concluir si se debe intervenir el muro.

Revisión arquitectónica y estructural preliminar: Esta información no existe por lo que se realizó un levantamiento con cinta y detalle de elementos estructurales.

Por medio de los ensayos realizados en el sitio se determinará la resistencia de los materiales.

La entidad (Sena) facilitó el estudio de suelos del lugar donde está construido el muro de contención (anexo N° 2).

Identificación de los daños generales: Después del levantamiento realizado al muro de contención y observar el estado de los materiales y los elementos, se determinó que el más representativo es el presentado en columna y viga que sostienen el muro y una losa dado que estos ya no están cumpliendo su función puesto que tiene pérdida de sección, hay un porcentaje del 50% de desprendimiento del concreto en la columna, el hierro en ambos elementos tiene oxidación, corrosión y desprendimiento.

La fuente generadora de estos daños es una piscina que está construida a un costado del muro y presenta filtración hacia este en su rompeolas y asoleadero que dan al muro.

Después de realizado el diagnóstico preliminar le sugerimos al Sena:

- Realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica cuantitativo detallado al muro de contención.
- Por el grado de deterioro que tiene los elementos rehabilitar o reforzar a partir de las propuestas que se planteen buscando que el muro cumpla con los requisitos de la norma vigente.

7.3. VULNERABILIDAD SISMICA

Los terremotos representan uno de los mayores inconvenientes para las estructuras que todo profesional debe considerar, tanto en el diseño como en su construcción. Su respuesta dinámica, así como los daños que puedan presentar los elementos estructurales y no estructurales, dependen no solo de las características de la acción sísmica, sino también del comportamiento de todo el sistema estructural del proyecto.

Por otro lado, en Colombia y en muchos otros países, existen construcciones informales, en las cuales no ha participado un profesional ni en la fase de diseño ni en la fase de construcción, con lo cual dichas construcciones no cumplen las normas de diseño sismo resistente, lo cual eleva el nivel de vulnerabilidad sísmica y son más propensos a sufrir daños.

Cuando se diseñan estructuras tomando en cuenta las normas sismo-resistentes y se fiscaliza debidamente su ejecución, los daños que se presentan frente a un sismo son bastante menores respecto a aquellas construcciones que no toman en cuenta el diseño sismo-resistente. No obstante, es importante recordar que la aplicación correcta de las Normas de Construcción sismo-resistentes, no garantizan que una edificación no presente daños ante un sismo de gran magnitud. La filosofía de diseño sismo resistente que presenta la Norma Colombiana de la Construcción NSR-10 contempla que:

- Prevenir daños en elementos no estructurales y estructurales, ante terremotos pequeños y frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.
- Prevenir daños estructurales graves y controlar daños no estructurales, ante terremotos moderados y poco frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.



- Evitar el colapso ante terremotos severos que pueden ocurrir rara vez durante la vida

útil de la estructura, procurando salvaguardar la vida de sus ocupantes.

En la actualidad existen diferentes metodologías propuestas para estimar la vulnerabilidad de las edificaciones ante las acciones de los movimientos en masa; sin embargo, una buena parte utiliza datos históricos o se basa en la experiencia obtenida de eventos pasados. Luego en zonas donde no se cuenta con registro de daños pasados la construcción y adaptación de estas metodologías no es directa. Por ello, es importante desarrollar modelos de estimación de la vulnerabilidad que dependan de las características propias de las edificaciones y lugares donde van a ser implementadas.

Uzielli et al. (2008) presentan un método de estimación cuantitativa de la vulnerabilidad basado en un enfoque probabilístico. Parten de asociar la vulnerabilidad a la falta de la capacidad inherente de la estructura para preservar su integridad física y la funcionalidad durante la ocurrencia de un efecto de remoción en masa y estiman que depende principalmente de las características de la estructura y de su estado de mantenimiento. De esta manera, definen la vulnerabilidad en función de la tipología estructural y de su estado de mantenimiento.

Leone et al. (1996) proponen un modelo para evaluar los daños debido a los fenómenos de remoción en masa, basado en matrices de daño construidas a partir de estadísticas de los registros históricos. Para ello, introducen el concepto de vulnerabilidad de la estructura en función del tipo de estructura, de su edad y de su resistencia asignando un valor entre 0 y 1.

Finlay et al. (1997) ilustra un ejemplo de la estimación de la vulnerabilidad asignando un valor entre 0 y 1 de índice de vulnerabilidad basado en datos históricos, sin consideración de los diversos componentes que afectan la vulnerabilidad. Los valores son



asignados de acuerdo con la experiencia histórica que se posee en el manejo de la amenaza.

Para nuestro caso en particular y estando en una zona de amenaza sísmica intermedia, y teniendo en cuenta que en nuestra norma sismo resistente hay una escala de 3 opciones para cuantificar la vulnerabilidad (baja, media y alta).

Con lo anteriormente expuesto consideramos que el muro de contención se encuentra en vulnerabilidad media, ya que se encuentra en una zona de amenaza sísmica intermedia, las características del muro y las afectaciones que tiene hacen que su riesgo aumente, pero el concreto aún tiene una resistencia adecuada, dado que el anterior análisis es cualitativo y se hace solo por las condiciones visibles del muro, se recomienda al SENA que hagan un análisis de vulnerabilidad sísmica cuantitativo más detallado para llegar a un valor más real.

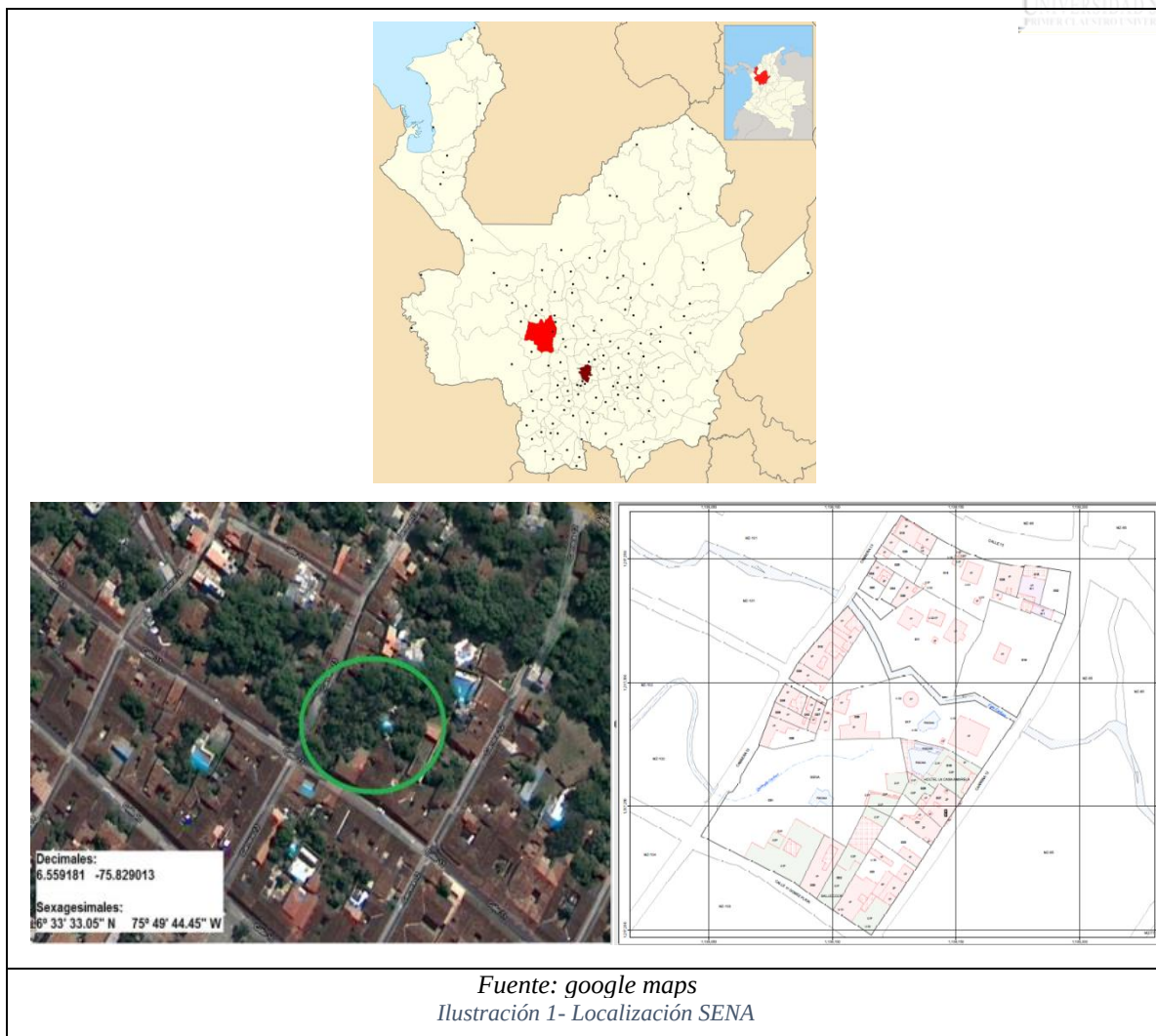
7.4. HISTORIA CLINICA

Este estudio está a cargo de un equipo de dos ingenieros, los cuales brindan todo el conocimiento adquirido en su vida profesional y en su paso por la especialización en patología de la construcción, para lograr un estudio patológico de los más altos estándares de calidad.

El equipo está conformado por la ingeniera Diana Lucelly Quintero Barco y el ingeniero Ricardo Andrés Giraldo Sánchez.

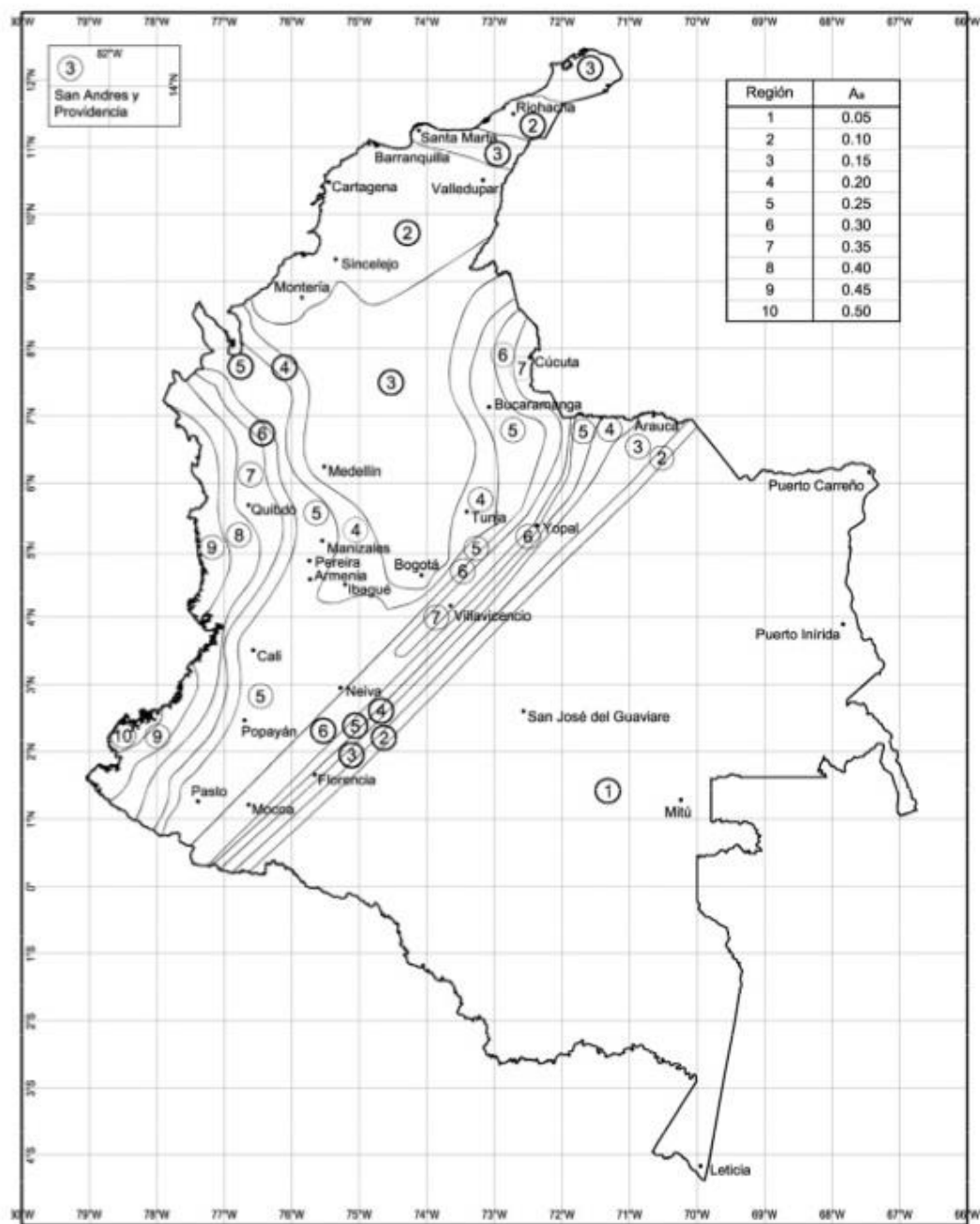
El estudio dio inicio el día 17 de julio del 2017 con la primera visita de campo y la recopilación de información disponible por el SENA, y se pretende que tenga una duración de aproximadamente un año contado a partir del día de la primer visita.

El muro de contención se encuentra ubicado dentro del SENA con sede en el municipio de Santa Fe de Antioquia carrera 13 # 11-32 barrio Palenque calle de la amargura.



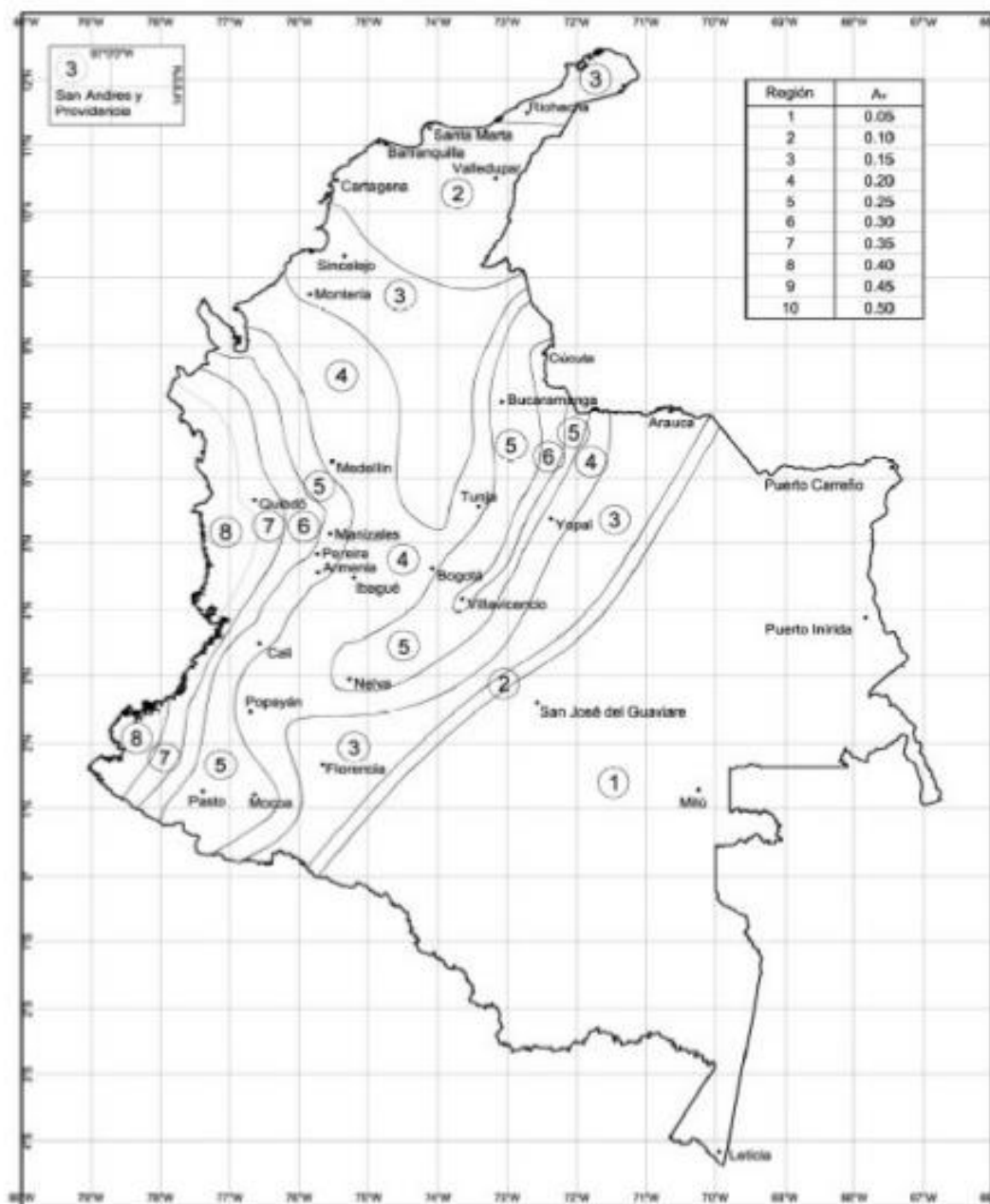
Fuente: google maps
Ilustración 1- Localización SENA

La estructura está ubicada en una zona de amenaza sísmica intermedia, ya que está muy próxima a la capital de Medellín, la cual está ubicada en el mapa de valores de Aa en la -región 3 (figura A.2.3.-2 del título A de la NSR-10) y en el mapa de valores de Av en la regio 4 (figura A.2.3.-3 del título A de la NSR-10)



Fuente: figura A.2.3.-2 del título A de la NSR-10

Ilustración 2- Mapa de valores A_s



Fuente: figura A.2.3.-3 del título A de la NSR-10

Ilustración 3 - Mapa de valores Av



El muro fue usado inicialmente como contención de terreno de esa zona adyacente que no es estable y a su vez como lindero de los dos lotes, actualmente con la construcción de la piscina por parte del hotel casa Amárela también contiene el empuje realizado por la misma.



Fuente: Elaboración propia Fecha: 24/11/17
Fotografía 1- Muro de contención SENA y hotel casa Amárela

El muro de contención fue construido en el año 1998, con un sistema de muro en bloque estructural en dovelado confinado con columnetas de sección $0.17\text{m} \times 0.15\text{m}$ y viguetas de sección $0.20\text{m} \times 0.15\text{m}$ y separadas cada 0.70m , reforzado con 2 contrafuertes



separados a 1.2m y centrados en el muro y 4 columnas circulares que ayudan a sostener la placa en voladizo, este muro fue construido bajo la norma de construcción colombiana NSR-98.

Es importante resaltar que en el momento representa un peligro para la institución ya que temen que colapse alguna de sus partes, ya se tiene restringido el acceso a esta zona y sellado el paso al baño de los aprendices y el cuarto útil de la institución que se encuentra próximo a este.



Fuente: Elaboración propia Fecha: 24/11/17

Fotografía 2- Muro de contención señalado

La cimentación del muro de contención, está compuesta por un concreto ciclópeo en cuya masa se incorporan grandes piedras o bloques que no contiene armadura, con el objetivo que resista cargas, la altura del muro es de 3.10m por un largo de 16,10m, para un área de 49,91m², el área de la institución 776,15 m², al primer piso corresponde el 97% del área y al segundo piso el restante 3%.

Un poco de historia de la edificación, fueron construidas dos viviendas en 1867, en 1994 la compra el señor Luis Pérez, une las dos viviendas y la convierte en una finca, en



1998 le hace unas adecuaciones entre las cuales estaba la construcción de un muro de contención para dividir su propiedad, el espacio donde actualmente funciona la biblioteca, el almacén, un ambiente de aprendizaje. En diciembre de 2010 el señor Luis Pérez (actual gobernador de Antioquia) le vende su propiedad al Sena.

En febrero de 2011 se construyen los baños para los aprendices en una zona cercana al muro de contención y empiezan a observar que por momentos el muro de contención presentaba humedades siendo Santa Fe de Antioquia una tierra de altas temperaturas y por el lugar no pasa ningún afluente, se organiza el parqueadero, en el 2014 se construye el gimnasio, en el 2016 se construye la cafetería y el ambiente taller de construcción. Desde que el Sena compro esta propiedad el sector se mantiene con mucha afluencia de personas y le dio vida al sector (esta información se encuentra organizada y tabulada en la ficha general del muro de contención, anexo N° 8).



7.5. DESCRIPCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS MÁS RELEVANTES

LESION N° 1.

- **TIPO DE LESION**

Física: Presenta humedad de infiltración.

Mecánica: Desprendimiento de concreto y pérdida de sección del acero.

Química: Corrosión por carbonatación.

- **CAUSA:** Ataque carbonatación del concreto y humedad.

- **DIAGNOSTICO:**

Fonseca (2016), afirma: que el principal origen del deterioro del acero es por causa del contacto directo del muro con el medio ambiente, lo que destruye la capa pasivante es la reducción en el pH de la matriz porosa que puede ser causada por procesos como la carbonatación, esta va avanzando progresivamente con el tiempo en la medida en la que el oxígeno, anhídrido carbónico, humedad e iones cloro van penetrando a través de la red de poros intercomunicados que siempre tiene el concreto superficialmente y empieza el proceso de oxidación del acero, con llevando a la corrosión del mismo y el desprendimiento del concreto (p 5-6 título 1.1).

Lugar de publicación: http://bdigital.unal.edu.co/53975/1/74374320_2016.pdf

Las humedades son generadas por infiltración de agua de la piscina hacia el muro y como consecuencia se presenta la degradación del material.



Fuente: Elaboración propia Fecha: 24/11/17

Fotografía 3- Lesión 1, columna muro de contención con presencia de desprendimiento, oxidación y corrosión.

LESION N° 2.

- **TIPO DE LESION**

Lesión Mecánica: Presenta fisuras.

- **CAUSA:** Malas prácticas constructivas.

- **DIAGNOSTICO:**

Existe una gran variedad de prácticas constructivas inadecuadas cuyo resultado puede ser la fisuración del hormigón. Entre ellas la más habitual es la costumbre de agregarle agua al hormigón para mejorar su trabajabilidad. El agua agregada reduce la



resistencia, aumenta el asentamiento y aumenta la retracción por secado. Si esta práctica se combina con el uso de un mayor contenido de cemento para contrarrestar la reducción de la resistencia, el aumento del contenido de agua significará un aumento del diferencial de temperatura entre el interior y el exterior de la estructura, cuyo resultado será un aumento de las tensiones térmicas y posiblemente, fisuración. Si se agrega cemento, aun manteniendo constante la relación agua-cemento, habrá más retracción porque aumentará el volumen relativo de pasta. La falta de curado aumentará el grado de fisuración de una estructura de hormigón. Terminar el curado antes de tiempo permitirá mayor retracción en un momento en el cual el hormigón aún tiene baja resistencia. La falta de hidratación del cemento, debida al secado, resultará no sólo en una disminución de la resistencia a largo plazo sino también en una reducción de la durabilidad de la estructura.

Otros problemas constructivos que pueden provocar fisuración son el uso de apoyos inadecuados para los encofrados, una compactación inadecuada y la colocación de juntas de contracción en puntos de tensión elevada. La falta de apoyo para los encofrados o la compactación inadecuada pueden provocar el asentamiento y la fisuración del hormigón antes que éste haya desarrollado resistencia suficiente para soportar su propio peso, mientras que la incorrecta ubicación de las juntas de construcción puede provocar la abertura de las juntas en los puntos de tensión elevada.

Origen: Mal proceso constructivo, presentado por segregación del concreto, fisuras dadas por falta de pasta.



Fuente: Elaboración propia Fecha: 24/11/17

Fotografía 4- Fisuras presentes en muro de contención.

LESIÓN N° 3.

- **TIPO DE LESION**

Lesión química: Eflorescencias.

- **DIAGNOSTICO:**

- Es una eflorescencia secundaria ya que aparece en obras de más de un año de antigüedad debido a condiciones desfavorables propias de la estructura o del medio (alta porosidad, elevada humedad permanente, defectos constructivos, etc.).

La eflorescencia se presenta por depósitos de sales por la cristalización en la superficie exterior en los cerramientos, por la consecuencia de presencia de humedades normalmente infiltradas que tiende a salir a exterior por simple diferencia de presión de poros, esta humedad es ocasionada por infiltración de agua proveniente de la piscina.



Fuente: Elaboración propia Fecha: 24/11/17
Fotografía 5- Lesión 3, eflorescencias en pared muro de contención.

Nota: todas las lesiones y su calificación se encuentra registrada y tabulada en la ficha de diagnóstico y calificación (anexo N° 9).

7.6. ENSAYOS A REALIZADOS

- Extracción de núcleos:

El ensayo permite la evaluación de la resistencia del concreto a partir de especímenes representativos obtenidos por extracción. Esta evaluación se realiza cuando se desea conocer la resistencia a la compresión del concreto de una estructura existente. En la zona donde será extraído el núcleo se procede a determinar la distribución de acero de refuerzo existe de manera que en el momento de la perforación no se atravesase ninguna barra. El taladro se coloca de manera perpendicular a la superficie donde será extraído el núcleo y se inicia el proceso de corte. Una vez que extraído el núcleo, este se mide y se registra cualquier peculiaridad que esté presente. Ya en el laboratorio se procede a cortar los extremos del núcleo de manera que su longitud cumpla con una relación 2 a 1 con el diámetro y procede a su compresión.

Se extrajeron 3 núcleos, ubicados en viga, columna y contrafuerte.

El núcleo que fue extraído del contrafuerte se partió dado que se encontró una piedra de un volumen considerable, además no se observó nada de acero lo que nos lleva a pensar que estos contrafuertes fueron vaciados sin armadura.



Fuente: Elaboración propia Fecha: 09/03/18
Fotografía 6- Extracción de núcleos (columna, viga y contrafuerte)



Fuente: Elaboración propia Fecha: 09/03/18
Fotografía 7- Núcleos extraídos (columna, viga y contrafuerte)

Después de realizados los ensayos de resistencia a compresión (anexo N° 1), se determinó que el concreto cumple con los estándares de calidad establecidos en la NSR-10 en su numeral C.5.6.5.4., que dice “*el concreto de la zona representada por los núcleos se considera estructuralmente adecuado si el promedio de los tres núcleos es por lo menos igual al 85 por ciento de f'_c , y ningún núcleo tiene una resistencia menor del 75 por ciento de f'_c* Cuando los núcleos den valores erráticos, se deben permitir extraer núcleos adicionales de la misma zona.”, por esto se determina que no hay la necesidad de



demoler ningún elemento estructural, esto quiere decir que con hacer su correspondiente reparación es suficiente.

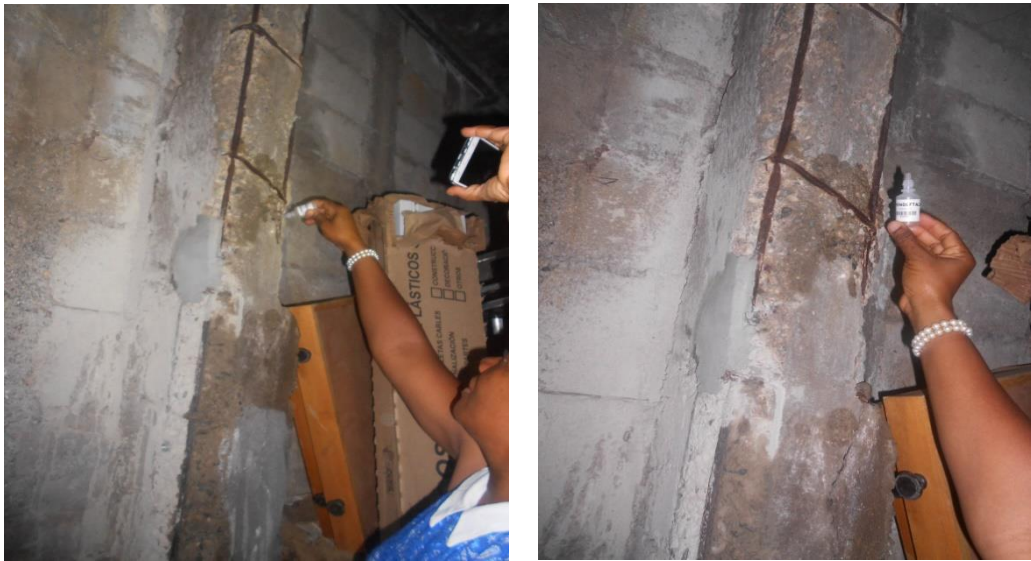
- Fenolftaleína

La fenolftaleína es un indicador de alcalinidad. Después de limpiar la superficie y aplicarlo con un spray, el hormigón que tiene buenas condiciones se torna de un color rosa, mientras que el hormigón que presenta carbonatación, no presenta coloración frente al indicador. Lo que indica cuál es la profundidad de carbonatación dentro de la masa de concreto como se muestra en la ilustración.

La carbonatación en el concreto es la pérdida de pH que ocurre cuando el dióxido de carbono atmosférico reacciona con la humedad dentro de los poros del concreto y convierte el hidróxido de calcio (con alto pH) a carbonato de calcio, el cual tiene un pH más neutral. (rango de pH de 12 a 13), protege al acero de refuerzo contra la corrosión.

NUCLEOS	DESCRIPCION CARBONATACION
COLUMNA 	EN LA COLUMNA LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACION ES DE: • 20 cm parte interna • 4cm de penetracion



VIGA 	EN LA VIGA LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACION ES DE: • 1cm penetracion parte superior • 2cm penetracion parte inferior
CONTRAFUERTE 	EN LA VIGA LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACION ES DE: • 13 cm parte interna
	
Fuente: Elaboración propia Fecha: 09/03/18 Fotografía 8- Fenolftaleína para carbonatación	



La carbonatacion en los elementos (columna y viga) del muro de contencion a causado problemas de corrosión, perdida de seccion del acero y desprendimiento del concreto.

El proceso de carbonatación se ve afectado por variables naturales que se encuentran en el concreto. El aumento de carbonatación depende, en gran medida, del contenido de humedad y de la permeabilidad del concreto. Para que haya carbonatación, debe haber humedad. Detrás del muro de contencion hay una piscina que se cree esta filtrando agua hacia el muro lo que evidencia la humedad permanente en este.

8. PROPUESTA DE INTERVENCION

8.1. REHABILITACION DE ELEMENTOS AFECTADOS POR CARBONATACION.

Es necesaria la rehabilitación de los elementos, dado que su recubrimiento o capa protectora de acero se encuentra en muy mal estado y no generaba protección alguna, ya que la carbonatación se encuentra en una profundidad de 2 a 4 cm en la columna, el espesor a rehabilitar es de 3cm.

Para el caso de los elementos que presentan pérdida de sección y/o desplazamiento del recubrimiento, se recomienda dar el siguiente tratamiento:

1.- Remover todo el hormigón disgregado y deteriorado que presenta desprendimientos, dejando una superficie limpia, sana, exenta de grasas, lechada de cemento, partículas sueltas o mal adheridas; llegando a una base firme y descubriendo las armaduras existentes que presentan la oxidación. Estas armaduras (viga) deberán descubrirse en una longitud tal que sobrepase en unos centímetros la zona de armadura sana a cada extremo de la oxidación.

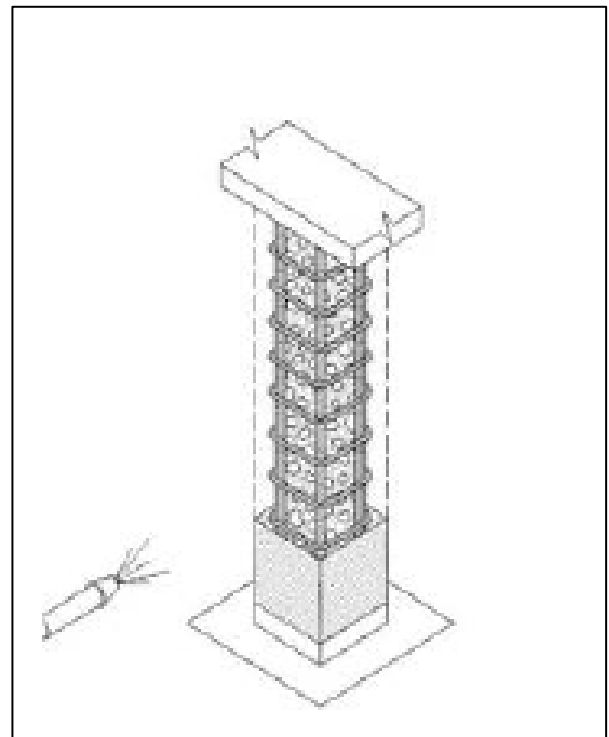


Ilustración 6- Preparación de columna

ESTUDIO PATOLÓGICO MURO DE CONTENCIÓN

2.- Se procederá luego al saneado en la viga con medios mecánicos de las armaduras que presentan oxidación, realizado manualmente con un cepillo de cerdas metálicas o en su defecto con chorro de arena. En el caso de la columna que la pérdida de sección de las barras es importante, se deberá proceder a su sustitución por barras de igual sección y tipo de acero.

3.- Se procederá a dar un revestimiento de protección cementosa modificada con polímeros con inhibidor de corrosión y puente de adherencia a la armadura o similar, en dos capas de 1 mm. Dejando entre aplicaciones mínimo 3 horas.

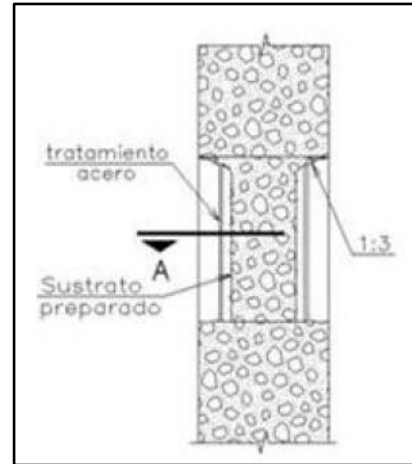


Ilustración 7- Cortes de seccion de columnas

4.- Una vez terminado el proceso de pasivación de las armaduras (luego de 3 horas de secado de la segunda capa), se aplicará un mortero de reparación de dos componentes base cemento con polímeros en capas sucesivas no menores a 5 mm y no mayores a 35 mm de espesor, hasta lograr la regeneración total del elemento.

Luego de esta reparación se aplica a estas zonas el tratamiento de protección en el que se hará lo siguiente:

1. Deberá de limpiarse el elemento de hormigón dejando una superficie limpia, seca, libre de polvo, exenta de grasas, pinturas, eflorescencias, y demás contaminantes que puedan interferir con la penetración del producto de impregnación a utilizar.

2.- Se procederá aplicar un aditivo inhibidor de la corrosión tipo impregnación o similar, mediante rodillo, brocha o aspersor sobre la superficie del hormigón; se recomienda aplicar 2 manos del producto con una separación de tiempo de al menos 1 hora entre ellas. El secado y penetración del producto se produce a las 24 horas, su penetración de trabajo efectiva se adquiere a los 28 días. Cabe indicar que estos productos pueden oscurecer levemente el soporte (hormigón visto en este caso), por lo que se recomienda hacer una prueba previa para determinar el efecto estético sobre los elementos. Durante la aplicación de dicho producto deben protegerse los elementos de ladrillo, acero galvanizado, madera, ya que pueden ser alterados en su contacto con el producto.

8.2. REPARACION PARA LAS FISURAS

1.- Se debe preparar la fisura para dejarla saneada, limpia de grasa, pintura o tratamientos superficiales antiguos; para lo cual puede ser necesario el lijado o repicado de dicha fisura, en todo caso debe limpiarse la fisura para eliminar el polvo mediante un compresor de aire.

2.- Se procederá a inyectar la fisura con una resina de inyección de baja viscosidad, para lo cual se dispondrán inyectoras a una separación de 25 cm sobre la fisura, luego se obturará la fisura entre tramos de inyectoras con un mortero adhesivo epoxo tixotropico de dos componentes de reparación y pegado para evitar la pérdida de resina durante la inyección. La inyección debe de realizarse con una bomba manual (no mecánica) para evitar un posible daño en los planos de la fisura. Las fisuras verticales deben ser inyectadas de abajo hacia arriba; tan pronto como la resina inyectada resuma por el



siguiente debe sellarse el anterior y continuar el proceso de inyección desde el siguiente.

Después de completar el proceso de inyección, los inyectores y el material de sellado se pueden eliminar.

Cabe indicar que el máximo ancho de fisura que pueden ser inyectadas por este método es de 5 mm.



*Fuente: brochure sika, inyección de fisuras
Fotografía 9- Aplicación de resina para fisuras y sellado de las mismas*

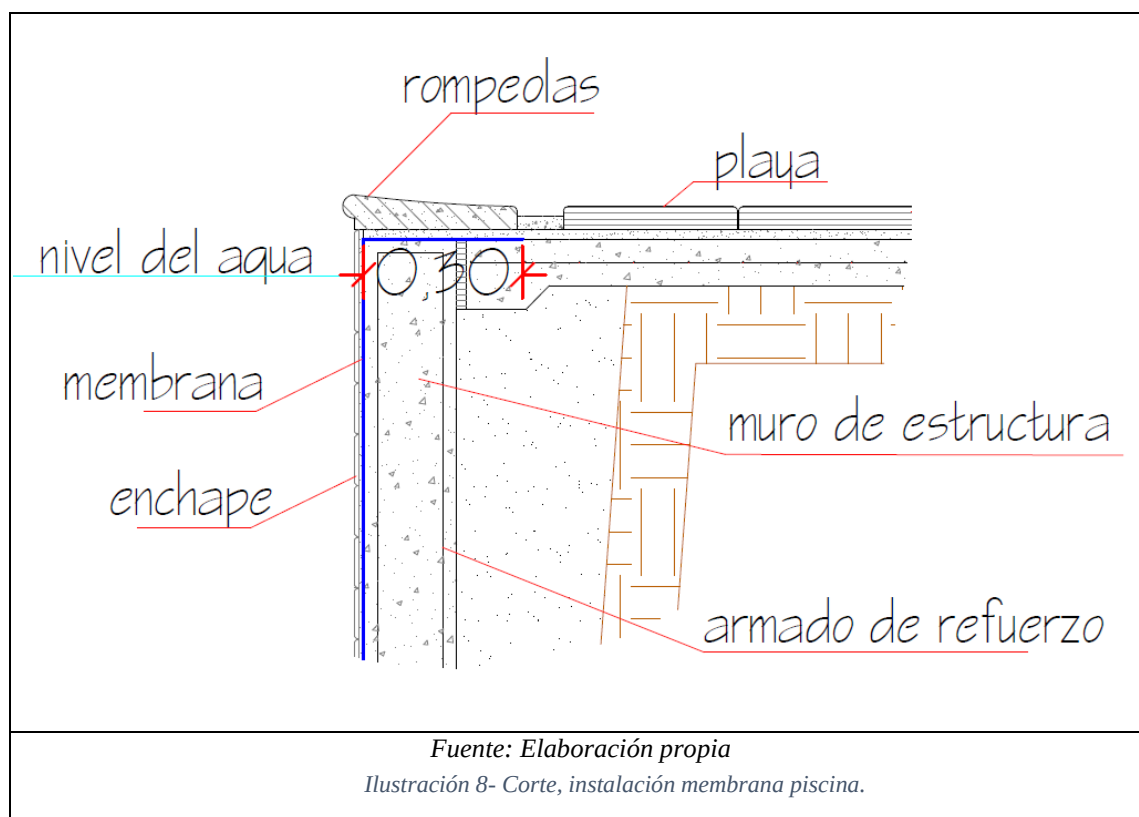
8.3. REPARACION PARA LA EFLORESCENCIA

En primer lugar, se debe eliminar el origen de la humedad (piscina), para esto se recomienda el siguiente proceso:

Impermeabilización piscina

1. Vaciar la piscina en su totalidad.

2. Revisar tuberías existentes, que no tengan fisuras, que el diámetro y la tubería sea la adecuada para las características de la piscina.
3. Remover todo el enchape existente con el objetivo de revisar el estado de las paredes.
4. En caso de la existencia de fisuras, se repararán sellándolas con masilla de poliuretano y morteros hidrófugos y posteriormente aplicar tres capas generosas de resinas cementosas flexibles para garantizar la estanqueidad
5. Impermeabilizar toda el área de la piscina con membrana incluyendo el rompeolas, la membrana tendrá que sobreponerse 30 cm sobre la placa para garantizar la estanqueidad de la piscina.

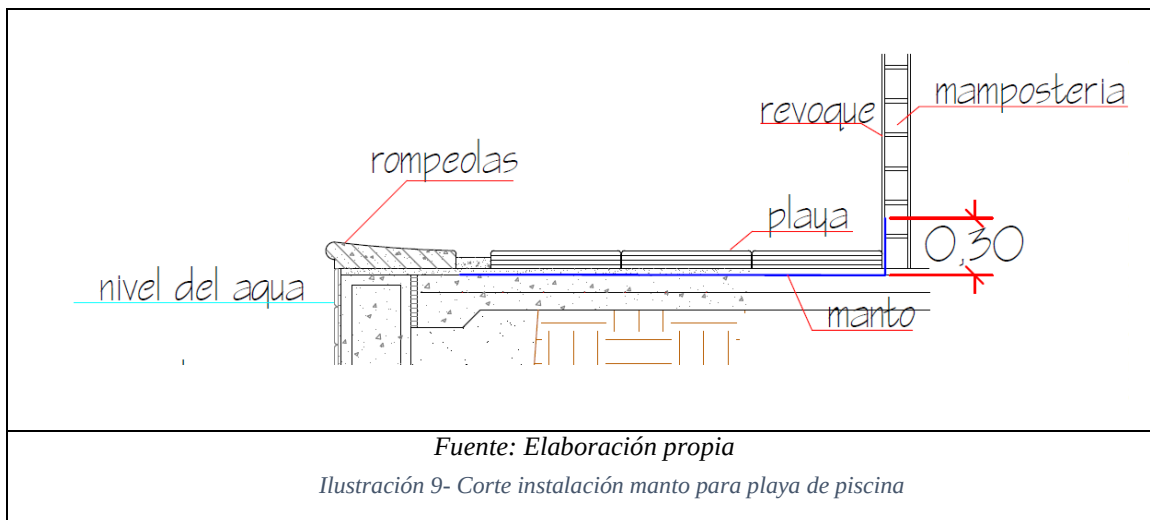


6. repasar todos los perímetros de los accesorios que traspasan la membrana con el proceso número 4.

7. Enchapar nuevamente la piscina y darle acabado final.

Impermeabilización playa (placa).

1. Retirar la fachatela de gres y mortero de nivelación en su totalidad.
2. Realizar impermeabilización con manto asfaltico, incluyendo 30cm por debajo de la capa de mortero del muro la playa.



3. Aplicar un mortero de nivelación, es de vital importancia darle pendiente hacia la piscina, para que el agua no se empoce en la esquina del muro.
4. Instalar nuevamente el terminado de piso (las fachaletas y granito).
5. Construir un sócalo en media caña para que el agua de salpicaduras no esté en contacto directo con el muro.

Después de reparada la humedad, se recomienda lo siguiente:

Limpieza de eflorescencias:

1. Limpieza de la superficie en seco con cepillo de cerda blanda, para eliminar las sales.
2. Aplicar Ácido nítrico, hidrosolve y agua en una proporción (1:2:5) en solo el área de bloque estructural (41,23 m²)



3. Después de lavar con ácido e hidrosolve es conveniente volver a lavar la pared con abundante agua.
4. Cuando la pared se encuentre seca en su totalidad se aplicará un Hidrófugo a base solvente o base alcohol.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Determinado el diagnóstico final y las causas que ocasionaron las lesiones presentadas, no es recomendable hacer una demolición total o parcial de los elementos que componen la estructura, ya que los ensayos demuestran que el concreto tiene una buena resistencia.
- Ante una patología presentada por la carbonatación siempre se deberá rehabilitar aquellos elementos que lo requieran (acero, concreto) y posteriormente aplicar el correspondiente tratamiento de protección.
- Para las eflorescencias realizar intervenciones teniendo en cuenta recomendaciones certificadas, no utilizar ácido o sustancias que puedan fijar las manchas o generar nuevas lesiones.
- Reparaciones de carbonatación, figuración y eflorescencias, buscando la viabilidad del proyecto en procesos sencillos, con materiales del mercado y económico.
- Se recomienda que el proceso sugerido en este documento se lleve a cabo paso a paso con los materiales propuestos o similares, además de realizar mantenimiento periódico con lavados y repastos de pinturas de protección e hidrófugos.
- En síntesis se lograron los resultados esperados desde el inicio del proyecto, ya que se pudo analizar el paciente, haciendo ensayos que dieron información vital para saber cómo proceder y cuáles eran las acciones óptimas para el caso puntual, además con esta



información se pudo complementar el estudio con un diagnóstico preciso de cada una de las lesiones de la estructura, con una propuesta de intervención para cada una de las lesiones en donde explícitamente se describe cada uno de los pasos a seguir para la rehabilitación de los elementos afectados y, dando un presupuesto y un cronograma de obra que complementen, para que a la hora del contratante o dueño del predio ejecute dicho proyecto tenga bases sobre las cuales tomar decisiones.

BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA

- Libro Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos de Juan Monjo Carrio.
Monjo Carrió, J. (1997b). *Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos*.
Editorial Munilla-Lería. Retrieved from
<http://www.librosdeconstruccion.com/producto/patologia-de-cerramientos-y-acabados-arquitectonicos/>
- <http://www.santafedeantioquia-antioquia.gov.co/index.shtml?apc=Cvxx--1863470&x=1863469>
- <http://www.santafedeantioquia-antioquia.gov.co/index.shtml?apc=Cvxx--1863470&x=1863469> - de búsqueda. (n.d.). Retrieved April 27, 2018, from
https://co.search.yahoo.com/yhs/search?hspart=elm&hsimp=yhs-001&type=hdr_s_17_24_wbf_vit_17_15¶m1=1¶m2=f%3D4%26b%3DFirefox%26cc%3Dco%26pa%3Dhodor%26cd%3D2XzuyEtN2Y1L1Qzu0FyEyC0DtDyE0CtDyCtD0F0C0FzytAtDtN0D0Tzu0StCzyzytAtN1L2XzutAtFtAtBtFtCtFyDtDtN
- <https://es.climate-data.org/location/50304/>
- <https://es.climate-data.org/location/50304/> - de búsqueda. (n.d.). Retrieved April 28, 2018, from https://co.search.yahoo.com/yhs/search?hspart=elm&hsimp=yhs-001&type=hdr_s_17_24_wbf_vit_17_15¶m1=1¶m2=f%3D4%26b%3DFirefox%26cc%3Dco%26pa%3Dhodor%26cd%3D2XzuyEtN2Y1L1Qzu0FyEyC0DtDyE0CtDyCtD0F0C0FzytAtDtN0D0Tzu0StCzyzytAtN1L2XzutAtFtAtBtFtCtFyDtDtN
- INGEOMINAS. (2002). CATALOGO NACIONAL DE MOVIMIENTOS EN MASA, 289. Retrieved from



file:///C:/Users/DIANAQ~1/AppData/Local/Temp/catalogodemovimientosenmasa.pdf

- NSR 2010 De La Comisión, S., Colombiano, R., Construcción, D., & Resistente, S. (n.d.). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial COMISION ASESORA PERMANENTE PARA EL REGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES (Creada por la Ley 400 de 1997) NSR-10 TÍTULO C — CONCRETO ESTRUCTURAL. Retrieved from <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/3titulo-c-nsr-100.pdf>
- <https://civilgeeks.com/2011/10/03/la-carbonatacion-el-primer-cancer-del-hormigon-ii-%E2%80%93-un-metodo-para-su-rehabilitacion/>
- LA CARBONATACIÓN, EL PRIMER CÁNCER DEL HORMIGÓN (II) – Un Método para su rehabilitación. | CivilGeeks.com. (n.d.). Retrieved April 29, 2018, from <https://civilgeeks.com/2011/10/03/la-carbonatacion-el-primer-cancer-del-hormigon-ii---un-metodo-para-su-rehabilitacion/>
- <file:///D:/ESPECIALIZACION%20PATOLOGIA/MAMPOSTERIA/3.%20LESIONES%20Y%20CAUSAS%20DE%20DETERIORO%201.pdf>
- <file:///D:/ESPECIALIZACION%20PATOLOGIA/TRABAJO%20PROFESIONAL%20INTEGRADO%20TPI/4%20Reparacion%20de%20estructuras%20de%20concreto%20y%20mamposteria.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. RESULTADO DE COMPRESION DE NUCLEOS

ANEXO 2. ESTUDIO DE SUELOS SENA SANTAFE DE ANTIOQUA

ANEXO 3. PROCESO CASA AMARELA

ANEXO 4. UBICACIÓN CATASTRAL

ANEXO 5. CERTIFICADO CATASTRAL

ANEXO 6. CERTIFICADO NOMENCLATURA

ANEXO 7. FICHA TECNICA – SIKATOP ARMATEC 110 EPOCEM

ANEXO 8. FICHA TECNICA – ACIDO NITRICO

ANEXO 9. FICHA TECNICA – SIKA FERROGARD 903

ANEXO 10. FICHA TECNICA – MEBRANA PISCINA PVC

ANEXO 11. FICHA TECNICA – SIKADUR 31

ANEXO 12. FICHA TECNICA – SIKADUR 52

ANEXO 13. FICHA TECNICA – SIKADUR 123 PLUS

APENDICE

APENDICE 1. PRESUPUESTO REPARACIONES

APENDICE 2. CRONOGRAMA FORMATO PROYECT

APENDICE 3. CRONOGRAMA FORMATO PDF

APENDICE 4. AUTORIZACION DADA POR EL SENA PARA INTERVENIR EL
PASIENTE

APENDICE 5. POSTER FORMATO MICROSOFT PUBLISHER

APENDICE 6. POSTER FORMATO PDF

APENDICE 7. ABSTRAC

APENDICE 8. FICHA DIAGNOSTICO Y CALIFICACIÓN

APENDICE 9. FICHA GENERAL

APENDICE 10. REGISTRO FOTOGRAFICO

APENDICE 11. PLANOS FORMATO DWG

APENDICE 12. CORTE MURO CONTENCIÓN FORMATO IMAGEN

APENDICE 13. ALSADO MURO CONTENCIÓN FORMATO IMAGEN

APENDICE 14. PLANTA MURO CONTENCIÓN FORMATO IMAGEN

VIDEOS

VIDEO 1. ENSAYO NUCLEO COLUMNA

VIDEO 2. ENSAYO NUCLEO VIGA

VIDEO 3. FENOLFTALEINA SOBRE COLUMNA

VIDEO 4. FENOLFTALEINA SOBRE NUCLEO

VIDEO 5. DETALLES DE COLUMNA Y VIGA

VIDEO 6. UBICACION MURO DE CONTENCION