

Estudio y diagnóstico patológico del centro de distribución Éxito CEDI de Bogotá D.C.

Yiseth Natalia Hernández Aza

Diego Fernando Pérez Pesca

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ciencias y Tecnologías

Especialización en Patología de la Construcción

Bogotá D.C.

2.019

Estudio y diagnóstico patológico del centro de distribución Éxito CEDI de Bogotá D.C.

**Para Optar por el Título de
Especialista en Patología de la Construcción**

Walter Mauricio Barreto Castillo

Arquitecto Magíster

Revisor del Trabajo de Grado

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ciencias y Tecnologías

Especialización en Patología de la Construcción

Bogotá D.C.

2.019

Nota de aceptación

Aprobado en cumplimiento de los
requisitos exigidos por la Universidad Santo
Tomás para optar al título de especialista en
Patología de la construcción.

Walter Mauricio Barreto Castillo

Revisor

Arquitecto

Bogotá D.C., Abril de 2019



Bogotá D.C, Abril 2019

Señores

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA

Universidad Santo Tomás

Bogotá

Estimados Señores:

Nosotros, Yiseth Natalia Hernández Aza, identificada con cédula de ciudadanía No. 1`032.400.348 y Diego Fernando Pérez Pesca identificado con cedula de ciudadanía No. 7`174.841 autores del trabajo de grado titulado: Estudio Y Diagnóstico Patológico Del Centro De Distribución Éxito CEDI de Bogotá D.C. , presentado y aprobado en el año 2.019 como requisito para optar al título de Especialista en patología de la construcción, autorizamos al Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA de la Universidad Santo Tomás, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad representado en este trabajo de grado, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera: • Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado / tesis en buscadores de indexación del país, del exterior y del CRAI-USTA, con las cuales tenga convenio la Universidad Santo Tomás. • Se permite la consulta, reproducción parcial, total o cambio de formato con fines de conservación, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor. De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. Cordialmente,

ARQ. YISETH NATALIA HERNÁNDEZ
AZA

C.C. 1`032.400.348 Bogotá D.C

E-mail: natah_2012 @hotmail.com

ING. DIEGO FERNANDO PEREZ
PESCA

C.C. 7`174.841

E-mail: diegoperezp@ustadistancia.edu.co

Resumen

El centro de distribución Éxito CEDI, se encuentra localizado en la localidad de Kennedy en la ciudad Bogotá D.C. La edificación presenta numerosas afectaciones y patologías tales como humedades severas en sus muros que propician la presencia de material vegetal, erosiones, eflorescencias, filtraciones provenientes de cubierta, deterioro de viga canal, cambios severos de temperaturas, entre otras.

El presente trabajo de grado, se divide en dos etapas principales; las cuales consisten en la etapa investigativa que involucra la recopilación de información del paciente y la bibliografía asociada, necesaria para contextualizar la investigación. Y la etapa de diagnóstico de la construcción objeto de este estudio mediante la ejecución de ensayos destructivos y no destructivos. El desarrollo de este documento está fundamentado y soportado en la información recopilada por medio de la inspección visual de la edificación, la recopilación de datos históricos y de diseño e información de las patologías presentes en los cerramientos cerámicos de acuerdo con la metodología definida en el formato de inspección, soportado por el registro fotográfico. Como fase final del proceso explorativo, se realizó la toma de muestras y el análisis de los resultados. A partir de los laboratorios y análisis realizados, se realizaron las conclusiones y recomendaciones con el objetivo de ofrecer alternativas de intervención para el control de las afectaciones presentes.

Abstract

Éxito CEDI, distribution center, is located in Kennedy in the city of Bogotá DC. The building has many affectations and pathologies such as severe humidity in its walls that generate the presence of vegetal material, erosions, efflorescence, leaks coming from the roof, deterioration in the beams, severe temperature changes, among others.

The present TPI, is divided in two main stages; they consist of the investigative stage that involves the collection of patient information and the associated bibliography, necessary to contextualize the research. And the diagnostic stage of the construction object of this study through the execution of destructive and non-destructive tests. The development of this document is based on and supported by the information collected during such as the visual inspection of the building, data collection and information of the pathologies present in the ceramic enclosures according to the methodology defined in the inspection format, supported by the photographic record. As a final phase of the exploratory process, samples were taken and the results analyzed. Based on the analyzes finally made, a series of conclusions and recommendations are made with the objective of offering intervention alternatives for the control of the current pathologies.

Contenido

1. Justificación	14
Objetivos	15
Objetivos Generales	15
Objetivos Específicos	15
2. Planteamiento del problema	16
Alcance del proyecto.....	17
3. Metodología propuesta	19
Fase I: Selección del paciente	19
Fase 2: Recopilación de la información	19
Fase 3: Inspección visual.....	20
Fase 4: Ensayos	20
Fase 5: Diagnostico	20
Fase 6: Propuesta de Intervención.....	21
4. Historia Clínica.....	22
Identificación y datos generales del paciente.....	23
Generalidades	26
Almacén	29
Procesos.....	29
Oficinas y acceso proveedores	30
Nueva bodega-canastillas.....	30
Sistema constructivo y estructural.....	30
Datos generales del entorno	32
Medioambiente.....	33
Información existente.....	34
Marco Legal	37
Datos Sísmicos	38
Estudio de Suelos	40
Documentos obtenidos por entidades del Estado sobre el Paciente.....	41
5. Marco de Referencia y Estado del Arte.....	43

6.	Antecedentes de la investigación.....	44
	Consideraciones teóricas	44
	Consideraciones conceptuales.....	45
	Humedades	46
	Manchas	47
	Desprendimientos de material.....	47
7.	Inspección visual	48
	Formatos de recolección de inspección visual	48
8.	Hallazgos: Registro de Patologías	50
	Registro fotográfico.....	50
9.	Técnicas de diagnóstico: exploración	53
	Ensayos no destructivos	53
	Las edificaciones y su época de construcción.....	53
	Análisis de grietas y defectos	55
10.	Consideraciones Conceptuales.....	56
	Metodología de diagnóstico	56
	Ensayo de permeabilidad de los muros mediante el uso de la pipeta Karsten.	56
	Ensayos destructivos	60
	Difracción de rayos X y pruebas de magnetismo.....	60
	Análisis De Resultados Muestra Ladrillo.....	68
11.	Diagnóstico	71
	Humedades	72
	Humedad por capilaridad	74
	Diagnóstico de los ensayos de difracción de Rx.	75
12.	Propuestas De Intervención	78
	Presupuesto.....	78
	Opción 1	79
	Opción 2	80
13.	Conclusiones	81
14.	Recomendaciones	82
	Referencias Bibliográficas	83

Anexos	84
--------------	----

Anexo 1: Estudio de suelos

Anexo 2: SINUPOT

Anexo 3: Formatos de inspección visual

Anexo 4: Ensayos de difracción de rayos X

Anexo 5: Planos

Índice de figuras

Figura 1 Contextualización geográfica del paciente	25
Figura 2 Mapa de localización.....	25
Figura 3: Zona de bodegas	26
Figura 4: Edificio administrativo	26
Figura 5 Plano de zonificación general.....	27
<i>Figura 6 Fachada Oriental_Av 68</i>	<i>28</i>
<i>Figura 7 Fachada Norte_Calle 9</i>	<i>28</i>
<i>Figura 8 Fachada Sur_Calle 8ª</i>	<i>28</i>
<i>Figura 9 Fachada Oeste_Zona de cesión.....</i>	<i>28</i>
Figura 10 Plano de zonificación zona de cavas	28
Figura 11 Almacén.....	29
Figura 12 Procesos.....	29
Figura 13 Oficinas y acceso proveedores	29
Figura 14 Nueva bodega_ canastillas	29
Figura 15: Zona de cavas	31
Figura 16: Nueva bodega.....	31
Figura 17 Mapa Zonas de respuesta sísmica de Bogotá D.C.....	39
Figura 18 Mapa de zonas geotécnicas de Bogotá D.C.....	39
Figura 19: Formato de inspección visual	49
<i>Figura 20 Zonificación por año de construcción</i>	<i>54</i>
Figura 21 Registro fotográfico de grietas y defectos de las piezas de ladrillo de la zona de cavas.	55
Figura 22 Evidencia fotográfica del ensayo: Zona de cavas.....	58
Figura 23 Evidencia fotográfica del ensayo: Zona de canastillas.....	58
Figura 24 Gráfica permeabilidad fachada de cavas.	59

Figura 25 Gráfica permeabilidad fachada de canastillas.	59
Figura 26 Evidencia fotográfica de la muestra.	61
Figura 27 Evidencia fotográfica de la muestra.	61
Figura 28 Evidencia fotográfica de la muestra.	62
Figura 29 Evidencia fotográfica de la muestra.	62
Figura 30 Especies presentes en la muestra Analizada.....	64
Figura 31 Resultados Ensayo de DRX muestra de muestra	64
Figura 32 Diagrama de resultados de Composición porcentual de la muestra Analizada.....	65
Figura 33 Diagrama de patrón resultante en la muestra y patrones teóricos de compuestos.....	65
Figura 34 Especies presentes en la muestra Analizada.....	66
Figura 35 Resultados Ensayo de DRX muestra de muestra	66
Figura 36 Diagrama de resultados de Composición porcentual de la muestra Analizada.....	67
Figura 37 Diagrama de patrón resultante en la muestra y patrones teóricos de compuestos.....	67

Índice de tablas

Tabla 1 Descripción general	23
Tabla 2 Datos generales del entorno	32
Tabla 3 Las edificaciones y su época de construcción	54
<i>Tabla 4 grado de permeabilidad en función del agua</i>	<i>57</i>
Tabla 5. Registro ensayo: Fachada de cavas.....	59
Tabla 6 Registro ensayo: Fachada de canastillas	59

Introducción

Este documento contiene el análisis preliminar realizado para la selección del Éxito CEDI como inmueble objeto de estudio de sus patologías presentes, partiendo de su localización Geotécnica, microzonificación sísmica, su ubicación Geológica, la disponibilidad de información y su edad.

El Éxito CEDI, construido en la década de 1970, ha sufrido cambios en sus acabados por una notoria falta de mantenimiento tanto preventivo como correctivo. Así pues, se realizará un diagnóstico con el fin de determinar las causas de las afectaciones más notorias, y por ende realizar recomendaciones y alternativas de intervenciones eficaces con el fin de prolongar la vida útil del paciente.

1. Justificación

El centro de distribución Éxito CEDI presenta patologías fácilmente identificables en las caras interiores y exteriores de los muros de cerramiento de la zona de bodegaje, principalmente en la fachada norte y occidental, zonas en las que se centralizará nuestro estudio.

El presente análisis, busca aportar una información clasificada y ordenada sobre la patología de los materiales en los elementos de mampostería del centro de distribución para sus planes de intervención y mantenimiento, así como establecer los tipos y origen de estos deterioros y su metodología de diagnóstico.

Objetivos

Objetivos Generales

Realizar el estudio patológico y el diagnóstico al paciente “Éxito CEDI” localizado en Bogotá D.C”, con base en la información recopilada mediante la historia clínica, la inspección visual, ensayos destructivos y no destructivos programados de acuerdo con la historia clínica y el análisis de resultados; todo esto con el fin de realizar la evaluación de la edificación y establecer las recomendaciones de Intervención.

Objetivos Específicos

Estudiar las lesiones que pueden afectar a las fachadas de ladrillo cara vista del centro industrial, mediante el estudio y análisis de fuentes con el fin de identificar todas las lesiones que se han ocasionado en las fachadas analizadas y tomar datos in situ como son croquis esquemáticos y lesiones observadas, con la finalidad de concluir el tipo de lesión y la causa que la ha originado.

Analizar los resultados obtenidos referentes a las diferentes lesiones que se han presentado en las fachadas analizadas y expuestas en cada una de las fichas de lesiones, con el fin de poder interpretar cómo afecta la antigüedad de las edificaciones a su conservación y alteraciones.

2. Planteamiento del problema

El Inmueble Éxito CEDI, será objeto del presente caso de estudio. La edificación presenta diversas afectaciones y patologías como son: humedades severas en sus muros que propician la presencia de material vegetal, erosiones, eflorescencias, filtraciones provenientes de cubierta, deterioro de viga canal, cambios severos de temperaturas, entre otras.

Por los motivos antes mencionados, se realiza el estudio patológico al inmueble Éxito CEDI, identificando las lesiones y deterioros de la edificación con el objetivo de elaborar un plan de intervención, en su caso, y un plan de mantenimiento y conservación que permitan ampliar la vida útil del edificio.

Alcance del proyecto

El presente análisis se compone de la Historia Clínica, formulación del diagnóstico y su respectiva propuesta de intervención. Este es un estudio académico, por tanto, se desarrolla desde los conceptos aprendidos durante la Especialización, aplicados al estudio realizado y a la verificación ocular en campo, soportados en planos arquitectónicos de levantamiento, registro fotográfico e inspección, fichas de identificación, calificación de lesiones.

El complejo industrial, construido hacia la década de 1970, cuenta con un área construida de 21332 m². Está compuesto por tres construcciones principales; la primera ubicada sobre el costado Oriental se refiere a oficinas administrativas, esta edificación tiene tres niveles, la segunda es la antigua bodega con 19 naves que comunican longitudinalmente el predio, y la tercera es la bodega anexa denominada “zona de canastillas” la cual aparece comunicada interiormente a través de la bodega antigua. Esta última fue construida en la parte posterior del predio hacia el año 2002. Nuestro ejercicio, se centrará en analizar y estudiar el área de bodegas, excluyendo en su totalidad el área administrativa.

Para avanzar con el estudio de la edificación, se inicia con la recopilación de los antecedentes constructivos de esta, luego se realiza una inspección visual con la cual se determinarán las principales patologías y el posible origen de ellas. Este estudio se basará en el planteamiento de hipótesis y corroboración de estas a través de observaciones y ensayos. De acuerdo con los resultados se establecerá un análisis y diagnóstico del paciente. Con este diagnóstico se propondrán soluciones que se darán a conocer con el grupo inversionista, propietario del complejo, quienes basados en los resultados y las propuestas dadas serán los encargados de realizar la fase de rehabilitación. Se debe tener en cuenta que este trabajo contempla un

presupuesto basado en una propuesta de mantenimientos correctivos y preventivos, los cuales hacen parte del ejercicio académico.

3. Metodología propuesta

Fase I: Selección del paciente

Para la selección del paciente se tuvieron en cuenta diversas condiciones tales como:

- El inmueble objeto de estudio, deberá contar con una serie de patologías que ameriten el desarrollo del presente estudio.
- El propietario consintiera las actividades, el acceso, tiempos y el uso de algunos recursos necesarios para la ejecución del presente estudio. Al propietario se le indicó las actividades a realizar y se le informó el alcance que algunas conllevan, como la necesidad de realizar diversos ensayos los cuales podrían ser de carácter destructivo y no destructivo.
- Elaboración de la Historia Clínica del Paciente
- Búsqueda y consolidación de Información Previa
- Verificación de Información
- Levantamiento y/o actualización de planos
- Vulnerabilidad Sísmica
- Identificación y calificación de lesiones y deterioros (fichas):
 - Formulación del Diagnóstico
 - Propuesta de Intervención
 - Propuestas de mantenimiento

Fase 2: Recopilación de la información

En esta fase se recopilará la información existente en cuanto a planos y memorias de tipo arquitectónico, técnicas constructivas, diseño estructural e hidrosanitario con las que se realizó la construcción del paciente, analizando también documentos de propiedad e información relevante para el presente estudio como año de construcción, historia, sistema constructivo, estilo arquitectónico, intervenciones realizadas e identificación del entorno.

Fase 3: Inspección visual

Se realizará un recorrido de inspección en el inmueble con el fin de identificar las principales lesiones y deterioros de la edificación como: cultivos biológicos, eflorescencias, erosión, fracturas, entre otras; con el objetivo de elaborar un plan de intervención, mantenimiento y conservación que permitan ampliar la vida útil del edificio.

Fase 4: Ensayos

Con base en la información obtenida en las fases 1 y 2, se establecerá los tipos de ensayos destructivos y no destructivos y los análisis necesarios para la comprobación de las hipótesis planteadas.

Fase 5: Diagnostico

Una vez concluidos los ensayos programados y obtenidos los resultados se analizará toda la información obtenida y se establecerá si se corroboran las hipótesis planteadas en la fase anterior o si es necesario plantear nuevas hipótesis, realizar otras exploraciones, u otros ensayos adicionales. Este proceso se repetirá y analizará en esta fase hasta que se establezcan las causas del origen de las patologías presentadas.

Fase 6: Propuesta de Intervención

Con la información obtenida en el diagnóstico, se definirá el alcance de las intervenciones, teniendo en cuenta factores tecnológicos, económicos y normativos optimizando los componentes ambientales, social y de riesgo. Se establecerá la alternativa de intervención y los protocolos de mantenimiento. Se presentará el presupuesto y la programación de obra.

4. Historia Clínica

Datos específicos del estudio

El estudio es realizado por:

- Diego Fernando Pérez, Ingeniero civil.
- Yiseth Natalia Hernández Aza, arquitecta.

La evaluación del paciente se realiza durante el periodo de mayo de 2018 a enero de 2019.

El paciente hace parte del portafolio de inmuebles de un vehículo de inversión nacional quien otorgó permisos de estudio de las patologías presentes y la toma de muestras necesarias para avanzar con la investigación.

Identificación y datos generales del paciente

Tabla 1 Descripción general

DESCRIPCIÓN GENERAL	
Nombre del inmueble	Centro de distribución Éxito CEDI
Fecha de construcción	1973
Ciudad de ubicación	Bogotá D.C
Localidad	Kennedy
UPZ	113 Bavaria
Área total construida	21332 m2
Uso	Comercial
Pisos o niveles	Edificio administrativo: 3 niveles. Bodegas: 1 nivel.
Importancia (Cultural, histórica, Funcional, etc.)	La edificación hace parte del proceso de crecimiento industrial tanto de Bogotá, como del país. Su construcción estuvo impulsada por el significativo desarrollo que la gran cadena de almacenes colombianos “Cadenalco” generó durante el proceso de apertura accionaria y la estrategia de crecimiento y consolidación del comercio nacional en grandes superficies con precios fijos.

El paciente Éxito CEDI está ubicado en la localidad de Kennedy, en el barrio Lusitania. El predio hace parte de la UPZ 113 la cual tiene un área de 288 Ha y se localiza en un sector de la ciudad con algunas de los mejores emplazamientos en la estructura urbana, al encontrarse ubicada en un punto geográfico intermedio, en donde confluyen dos sistemas viales de gran jerarquía, permitiendo la conectividad funcional con otras partes de la ciudad por medio de corredores de la malla vial arterial como la Avenida de las Américas (AC 6ª), y la cr. 68. Además de estas condiciones de accesibilidad y comunicación, es importante señalar que esta UPZ se encuentra claramente dividida en 2 sectores, uno que se ubica al oriente del canal del río Fucha, en donde

se concentran actividades industriales, empresariales, comerciales y de servicios, que tienen una mayor relación con la zona industrial de Kennedy y Puente Aranda; sector en el que se ubica nuestro paciente, y por otra parte se encuentra la zona localizada al occidente del canal del río Fucha, que concentra un importante núcleo residencial.

La construcción del inmueble data del año 1973 por la gran cadena de almacenes colombianos Cadenalco, empresa fundada en 1922 y conocida comercialmente como “Almacenes Ley”. Hacia el año de 1.999 Almacenes Éxito se convirtió en el mayor accionista de Cadenalco convirtiendo así al Éxito CEDI en un Centro de Distribución e infraestructura logística en la cual desde su construcción, se almacenan productos para su posterior distribución.



Figura 3: Zona de bodegas

Fuente: Autor



Figura 4: Edificio administrativo

Fuente: Autor

Generalidades

El inmueble está compuesto por tres construcciones fundamentales, la primera ubicada sobre el costado oriental se refiere a oficinas administrativas, esta edificación tiene tres niveles comunicados por una escalera interna, la segunda es la antigua bodega con una nave que comunica longitudinalmente el predio, y la tercera es la bodega anexa la cual aparece comunicada interiormente a través de la bodega antigua, esta última fue construida en la parte posterior del predio en el año 2002. Las características constructivas de las tres zonas son similares, sin embargo y por su propio uso, tienen solo unas diferencias en diseño.

- | | |
|---|--|
|  Recibo de Mercancía |  Zonas Verdes |
|  Almacenamiento |  Cavas de Refrigeración |
|  Edificio Admón. |  Patio de Maniobras |

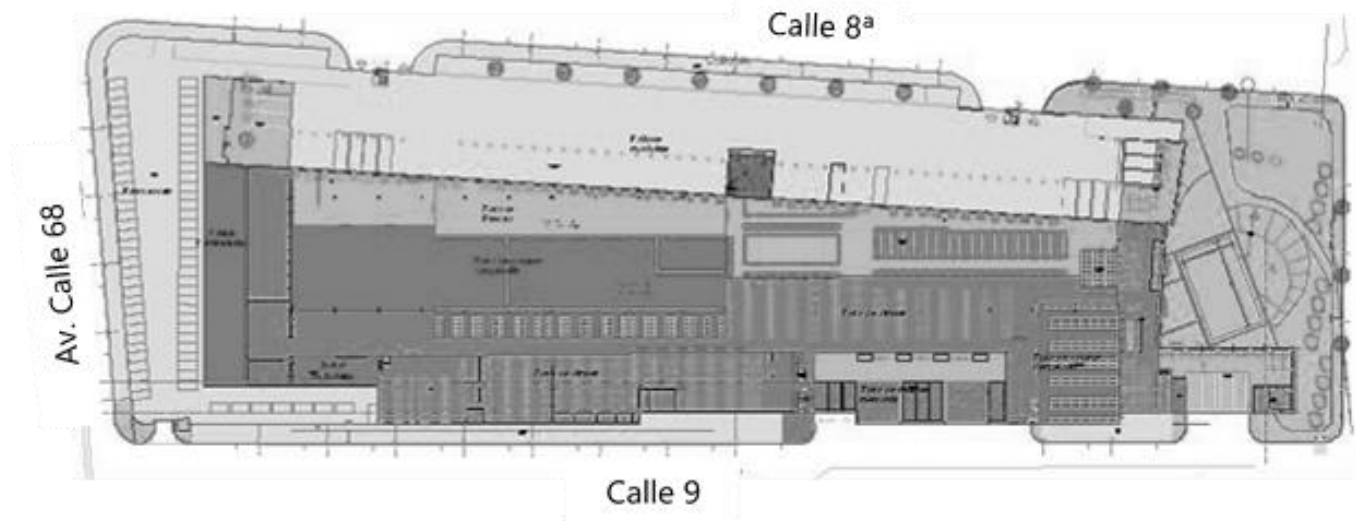


Figura 5 Plano de zonificación general

Fuente: Autor



Figura 6 Fachada Oriental_Av 68
Fuente: Autor



Figura 7 Fachada Norte_Calle 9
Fuente: Autor



Figura 8 Fachada Sur_Calle 8ª
Fuente: Autor



Figura 9 Fachada Oeste_Zona de cesión
Fuente: Autor

En el interior de la bodega se encuentran cinco construcciones las cuales contienen diferentes usos:

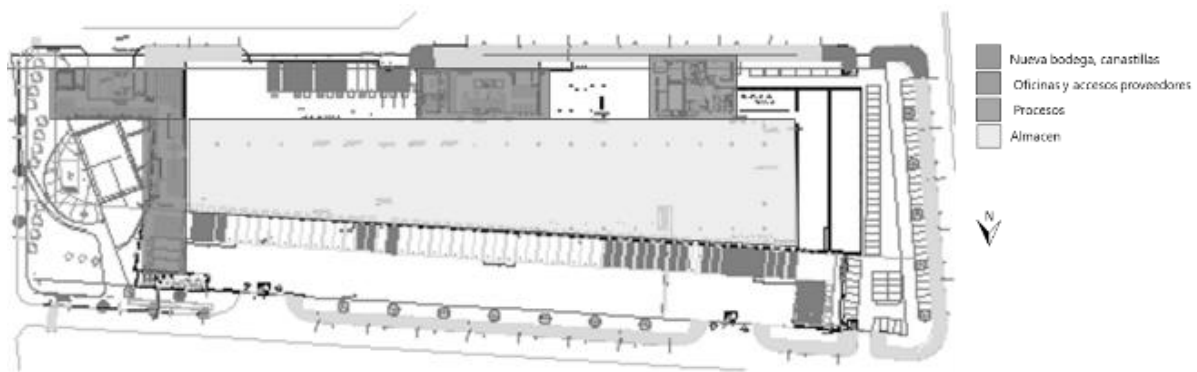


Figura 10 Plano de zonificación zona de cavas

Fuente: Autor



Figura 11 Almacén



Figura 12 Procesos



Figura 13 Oficinas y acceso proveedores



Figura 14 Nueva bodega_ canastillas

Almacén: Es una construcción de dos niveles bajo cubierta general de la bodega, allí se encuentra un área de almacén, planta de emergencia y tanque de ACPM entre otros. Está construida con estructura en concreto y cerramientos en mampostería ladrillo a la vista, además de placa de entepiso en concreto reforzado.

Procesos: Es una subdivisión de la bodega en la cual se lleva algunos procesos internos con productos, se encuentran localizada hacia el costado norte de la bodega y delimitada a través de muros panel de 10 cm, con los cuales se obtiene conservación de temperaturas, aislamiento

térmico y separación, además se caracteriza y diferencia porque sus paneles van desde la placa de contrapiso hasta la cubierta, separándose del resto de la bodega.

Oficinas y acceso proveedores: Es una construcción de dos niveles la cual contiene en su primer piso un área de recibo de proveedores, baños y una bodega de producto, en el segundo piso solo se tienen oficinas. Este edificio fue construido en estructura de concreto reforzado, cerramientos en ladrillo estructural, entrepiso y cubierta en Steel deck. Contiene en sus muros de cerramiento ventanería en lámina cold rolled y vidrio natural, puertas en madera etc. En la parte exterior una escalera metálica de un solo tramo como comunicación para el segundo nivel.

Nueva bodega-canastillas: Es una edificación anexa a la antigua bodega, la cual contiene áreas de almacenamiento, lavado de canastas y recibo de camiones. Tiene una construcción igualmente con estructura en concreto reforzado, cerramiento en mampostería y estructura de cubierta con cerchas metálicas y la placa de contrapiso. En una de sus áreas contiene una plataforma metálica para equipos de refrigeración hacia uno de los cuartos fríos de frutas y verduras.

Sistema constructivo y estructural

Estructuralmente el inmueble está dividido en dos secciones, la primera de estas está conformada por 19 naves constituidas estructuralmente por una base de contrapiso en concreto reforzado para uso industrial y de bodegaje, columnas de concreto reforzado con secciones de 40x40 y luces longitudinales de 11,50m promedio y luces transversales de 28m promedio, unidas por cerchas metálicas rectangulares con canales en lámina galvanizada que van transversalmente a la edificación. El área de bodega tiene un cerramiento en mampostería con ladrillo prensado a la vista de composición tipo sogá por 25cm, la cual posee en la parte superior vigas diagonales en concreto reforzado realizando un amarre estructural de las fachadas.



Figura 15: Zona de cavas

Fuente: Autor



Figura 16: Nueva bodega

Fuente: Autor

Normativa que lo rige: Ninguna, no existía una normativa de la época, ya que la primera reglamentación de construcción “antisísmica” fue emitida por el gobierno nacional en el año 1983. En cuanto al edificio de canastillas, este fue construido bajo los parámetros estipulados por la NSR 98.

Datos generales del entorno

Tabla 2 Datos generales del entorno

Generalidades		
DESTINACIÓN ECONÓMICA	Clase de suelo	Urbano no protegido
	Área de actividad	Industrial
	Tratamiento	Renovación urbana
	Tipo de tratamiento	De desarrollo
	Topografía	Plana
ADECUACIÓN AL USO URBANO	Servicios públicos	Básicos, más de tres complementarios
		Vehiculares pavimentadas
	Clase de vía	Arterial básico o principal
USO PREDOMINANTE	Influencia de la vía	Industrial
	Actividad económica	Industria transformadora
	Tipo de actividad económica	

Medioambiente

Temperatura: La temperatura superficial de Kennedy puede referirse a los datos registrados por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá, en la Estación Carvajal durante los años 2005: a 2016, el promedio de estos últimos seis años fue de 13,63 grados centígrados. *Fuente: LOCALIDAD KENNEDY Consejo Local de gestión del Riesgo y Cambio Climático*

Humedad relativa promedio: de 86% a 87% en los meses lluviosos, y de 79% a 81% en los meses secos; precipitación de 151 a 218 mm en los meses lluviosos y de 29 a 54 mm en los meses secos.

Precipitaciones: precipitación de 151 a 218 mm en los meses lluviosos y de 29 a 54 mm en los meses secos.

La velocidad del viento: ESE 11km/h. Ráfagas: 18 km/h.

Caracterización Geográfica: La localidad se encuentra ubicada sobre dos terrazas de diferentes niveles: la parte alta que corresponde a la zona oriental y la parte baja, conocida como El Tintal, que forma parte del valle natural de inundación del río Bogotá. La localidad es atravesada por los ríos Bogotá, Fucha y Tunjuelo y cuenta con los humedales de Techo, El Burro y La Vaca. Tiene un total de 3.855,45 ha (11,12 % del área total de la Ciudad, por lo que se ubica en el tercer puesto en extensión), el 98,1 % del área de la localidad corresponde a área urbana y 1,8 % es área rural, dentro del área total el 11,12% son áreas protegidas (428,96 ha).

Fuente: Agendas Locales Ambientales del Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

Nivel freático y escorrentías: Se encuentra en la zona riverena del río Fucha donde se presenta escorrentía subsuperficial de las aguas lluvias que buscan el cauce principal.

Información existente

- Planos:

Arquitectónicos: Se cuenta con levantamiento arquitectónico realizado por los autores.

Estructurales: Se cuenta con los planos estructurales de las ampliaciones realizadas a la edificación.

- Estudios de Suelos: Contamos con el estudio de suelos realizado para el centro comercial plaza central, el cual se ubica a 544mt. de la edificación. Este estudio data del año 2006.

- Archivos de mantenimiento o Intervenciones anteriores: no existen registros.

-Planos récord, bitácora, archivos fotográficos: Se cuenta con registro fotográfico del complejo desde el año 2004

Información de distintos propietarios: en el año 1968 la compañía Pérez v. y CIA limitada (eperezve) realizó la venta del predio a Gran Cadena De Almacenes Colombianos S.A. Cadenalco quienes posteriormente transfirieron el predio a fiduciaria Corficolombiana S.A. vocera del Patrimonio Autónomo Estrategias Inmobiliarias.

- Información de diseñadores y constructores: Sin registro.

- Fenómenos o eventos que hayan afectado a la obra: Sismos ocurridos desde su construcción hasta la fecha.

Historial Arquitectónico

- **Forma:** Ortogonal rectangular
- **Estilo:** Moderno industrial
- **Materiales:** estructura en concreto y cerramientos en mampostería de ladrillo a la vista, además de placa de entrepiso en concreto reforzado. La cubierta está compuesta por una estructura de cerchas y correas metálicas con tejas de asbesto #6. La conformación de las naves de cubierta del área de bodega es transversal rematando a canales metálicas con bajantes en cada apoyo de estructura.
- **Intervenciones realizadas:** Hacia el año 2005 se realizó la ampliación de las cavas de almacenamiento, anexando a estas la zona de canastillas. Consiste en una edificación anexa a la antigua bodega, la cual contiene áreas de almacenamiento, lavado de canastas y recibo de camiones. Tiene una construcción igualmente con estructura en concreto reforzado, cerramiento en mampostería y estructura de cubierta con cerchas metálicas y la placa de contrapiso. En una de sus áreas contiene una plataforma metálica para equipos de refrigeración hacia uno de los cuartos fríos de frutas y verduras.
- **Constatación del estado Exterior:** El estado de conservación de la edificación es regular, se evidencia la ausencia de rutinas de mantenimiento preventivas y correctivas. Sobresalen las patologías presentes en los muros de cerramiento de la zona de bodegas,

en los que se evidencia la presencia severa de humedades, eflorescencias, organismos biológicos, erosión, lavado diferencial y pátinas de suciedad.

En cuanto al estado de la cubierta; esta presenta un avanzado estado de deterioro.

Presenta picaduras de óxido en las juntas de las secciones que componen la viga canal, taponamiento de bajantes, falla en las uniones de la viga canal y las bajantes, presencia de material vegetal en claraboyas y tejas y fractura de estas; así como la ausencia de ganchos y amarres en los elementos que la componen.

Historial estructural

Forma: La configuración en planta es regular

Materiales: Concreto reforzado y muros en mampostería en ladrillo prensado a la vista de composición tipo soga por 0,25m, con vigas diagonales en concreto reforzado realizando un amarre estructural de las fachadas.

Detalles: Pórticos armados en una sola dirección. Columnas de concreto reforzado con secciones de 40x40 y luces longitudinales de 11.50m promedio y luces transversales de 28m promedio, unidas por cerchas metálicas rectangulares con canales en lámina galvanizada calibre 18 con desarrollo de 1,20 m que van transversalmente a la edificación.

- Constatación de la fidelidad de los planos respecto a la normativa de la época de la construcción: No hay registro de planos.

En cuanto al edificio de canastillas, este fue construido bajo los parámetros estipulados por la NSR 98.

- Configuración: simétrica.
- Componentes de la mezcla: sin datos
- Proporciones: sin datos
- Especificaciones: concreto armado
- Detalles: ninguno
- Configuración en planta: regular
- Configuración en altura: regular
- Constatación del estado de los elementos metálicos: algunos presentan corrosión leve
- Intervención: ninguna en la estructura de concreto o acero. Solo se presenta mantenimiento de pañete y pintura

Marco Legal

El centro de distribución Éxito CEDI en el momento de su construcción (año 1973) no fue cobijado bajo ninguna norma, debido a que en Colombia antes de 1984 no existía una reglamentación sísmica resistente que permitiera un diseño estructural de las edificaciones referentes a un marco de seguridad y funcionalidad; estas edificaciones fueron diseñadas posiblemente, bajo el ACI (American Concrete Institute) 318 y 317 de 1967.

En la actualidad el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10 (Ley 400 de agosto de 1997, modificada ley 1229 de 2008 y Decretos reglamentarios 926 de marzo de 2010) establecen que las construcciones existentes que se clasifican como edificaciones Indispensables (edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo) deben ser revisadas estructuralmente, de tal forma que tengan las mismas garantías de funcionamiento que tendría una edificación nueva diseñada y construida con la norma actual.

Datos Sísmicos

- Forma: configuración en planta regular
- Materiales: concreto reforzado
- Detalles: pórticos armados
- Zona de Respuesta Sísmica: El paciente se localiza en la zona Aluvial 200. Para determinar la zona se utiliza las coordenadas obtenidas por el programa SINUPOPT y se procede a realizar la localización en el mapa de “Zonas de Respuesta Sísmica”.



Figura 17 Mapa Zonas de respuesta sísmica de Bogotá D.C.

Fuente: <http://www.idiger.gov.co/rsismico>

- Zona Geotécnica: El paciente se localiza en la zona Aluvial. Para determinar la zona se utiliza las coordenadas obtenidas por el programa SINUPOPT y se procede a realizar la localización en el mapa de “Zonas Geotécnicas”.

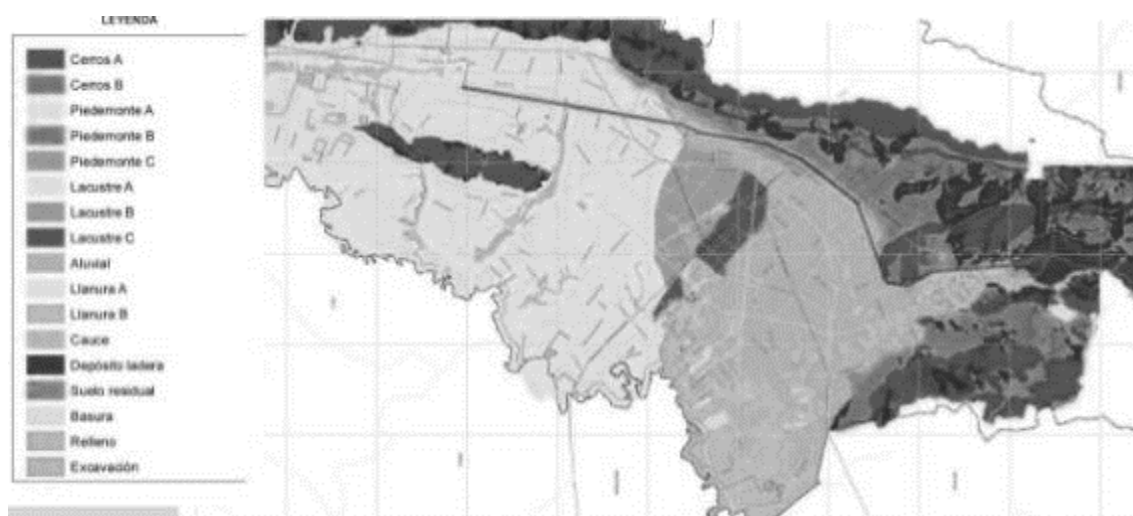


Figura 18 Mapa de zonas geotécnicas de Bogotá D.C.

Fuente: <http://www.scg.org.co/wp-content/uploads/MCZSB-Geotecnico-2010.pdf>

Estudio de Suelos

Se cuenta con un estudio de suelos denominado "Estudio de suelos Centro Comercial Plaza Central " el cual se realizó en el 2013 cuyo fin era la construcción del centro comercial plaza central, el cual se ubica en el costado occidental de la carrera 62 entre calles 11 y 13, en la ciudad de Bogotá. Para la exploración del subsuelo se realizaron un total de 16 sondeos, de los cuales 8 alcanzaron una profundidad de 16m bajo la superficie actual, una alcanzó una profundidad de 40m y las seis restantes alcanzaron una profundidad de seis metros a siete metros bajo el nivel de la superficie.

De forma general, el perfil estratigráfico encontrado, se puede describir así:

<u>TIPO DE SUELO</u>	<u>NIVEL PERFORACIÓN</u>
<u>Rellenos de recebo</u>	<u>0,8-2,1 m</u>
<u>Arcilla negra dura</u>	<u>1,0 -1,7 m</u>
<u>Arcilla gris dura de consistencia alta</u>	<u>1,2- 2,8 m</u>
<u>Arena fina gris</u>	<u>1,7-3,3 m</u>
<u>Limos arcillosos de color café</u>	<u>4,3 y 5,3 m</u>
<u>Arena limosa fina, café, de densidad media</u>	<u>6,4 m</u>
<u>Alcanzando el nivel de perforación en todos los sondeos se encuentran</u>	<u>17 m</u>

El estudio de suelos antes mencionado se puede ver en el anexo 1 del presente documento.

El predio en estudio, se encuentra localizado dentro de la zona aluvial 200, colinda sobre la calle 13 con lacustre aluvial 200, de acuerdo a la microzonificación de Bogotá, decreto 523 de 2010.

El suelo se puede caracterizar como tipo F, de acuerdo con la definición de la NSR-10.

Se puede concluir que el terreno presenta un alto nivel freático que podría producir socavaciones, variaciones de los límites de Atterberg en suelos arcillosos, disminuyendo su capacidad portante y facilitando la expansividad en terrenos arcillosos. Sin embargo, la edificación no presenta ninguna de las patologías mencionadas. Las afectaciones encontradas obedecen al proceso de ascensión capilar del agua subterránea que favorece la disgregación de los componentes de las fábricas, debilitando su capacidad resistente y produciendo patologías tales como la aparición de eflorescencias y erosión y el agrietamiento de las piezas de mampostería.

Documentos obtenidos por entidades del Estado sobre el Paciente

Por parte del Planeación Distrital se obtuvieron los siguientes certificados mediante el programa Sinupot Ver anexo 2.

- Coordenadas de localización: X: 94964.92 Y:103960.60

- Estratificación: 0 Acto Administrativo: DEC394 de 28-JUL-17

- Efecto Plusvalía: El predio mencionado no es objeto del cobro por concepto de plusvalía

- Licencia: El Predio cuenta con registro de 3 licencias, de las cuales dos son aprobadas y 1 desistida.

Licencia 320416: Licencia de ampliación con número de licencia LC03-2-0356 del 7 de julio de 2.003

Licencia 740664: Licencia de ampliación con número de licencia LC07-4-0712 del 31 de agosto de 2.007

Licencia 941831: Licencia de construcción con número de licencia RES09-4-1558 del 19 de noviembre de 2.009 la cual fue desistida.

- Documentos Licencias: no hay documentos

- Bienes de Interés: no tiene bienes de interés.

Zonas de Amenaza: No se encuentra en zona de amenaza por inundación ni en zona de amenaza por remoción de masa.

- Legalizado: se determina el uso permitido para el predio donde se encuentra el paciente, este determina que el lote tiene uso industrial.

- Consolidado:

Norma Código Sector: 1 Sector Demanda: C Decreto: 620-29/12/2006

Reserva Vial (POT190): El predio se encuentra en zona de influencia directa del corredor de la Avenida del Congreso Eucarístico, la cual es una vía de la malla vial arterial tipo V-2 de 40 metros de ancho mínimo entre líneas de demarcación, diseñada según DEC de 26/06/2004. A los predios que se encuentran en zona de reserva por malla vial arterial les aplican las disposiciones contenidas en los artículos 178 y 179 del decreto 190 de 2004 "Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los decretos distritales 619 de 2000 y 469 de 2003."

Corredor Ecológico Ronda: el predio no se encuentra afectado por corredor ecológico de ronda.

ZAC (POT190) Informe de predios en el área de sectores urbanos especiales.

Estación de telecomunicaciones: se localiza una estación de telecomunicación según lo registrado en la Base de Datos Geográfica Corporativa, la cual a la fecha NO CUENTA CON PERMISO APROBADO por parte de la Secretaría Distrital de Planeación.

5. Marco de Referencia y Estado del Arte

La base teórica y conceptual sobre la que se sustenta el presente proyecto está determinada por parámetros de carácter informativo y normativo.

En cuanto al carácter informativo, se ha recopilado información referente a los tipos de lesiones de acuerdo a su localización y el uso específico de la zona en la que se presenta, teniendo como punto de partida las fachadas compuestas de ladrillo cara vista, así como el origen de las patologías, con el fin de detallar las afectaciones de manera individual y determinar las posibles intervenciones.

En cuanto al capítulo normativo, se verifican las condiciones de las bodegas en cuanto a cumplimiento de normativa vigente definiendo un panorama base en cuanto a sismo resistencia para así complementar las conclusiones del presente documento.

6. Antecedentes de la investigación

Consideraciones teóricas

Para el proceso de documentación y recopilación de información y tras realizar una exhaustiva revisión en diferentes textos sobre patología en fachadas, han sido varios los que se han considerado importantes para la realización del presente trabajo.

LITERATURA	AUTOR	RESUMEN
Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos	Juan Monjo Carrió	Se exponen las definiciones necesarias sobre patologías, tipologías de lesiones y causas y estudio patológico, su diagnosis y sus reparaciones.
Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, referente al Tomo I de conceptos generales y fundamentos	Carles Broto	Trata sobre los aspectos generales del diagnóstico y reconocimiento de lesiones y de las causas de alteración de la durabilidad de los materiales, en la cual, en cuanto a los aspectos generales y reconocimiento de lesiones, se exponen unas definiciones de patologías, tipos de lesiones y de causas y estudio patológico. En cuanto a la parte referente a las causas de alteración de la durabilidad de los materiales, primeramente, se indican los factores principales que provocan las alteraciones en los materiales y las diferentes causas que han originado las

lesiones, siendo estas causas:
físicas, mecánicas y químicas.

Documentos de referencia

- ASTM D2486-06 Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).
- HIGHSCORE PLUS ONLINE 9.16 Rietveld Algorithm.
- HIGHSCORE PLUS ONLINE 9.17 Scherrer Algorithm.
- ASTM D934 – 08 Standard Practices for Identification of Crystalline Compounds in Formed Deposits by X-Ray Diffraction.
- J.P. ROUSSEEUW, Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis, J. Comp. Appl. Math (1987), 20, 53 - 65.
- H.M. RIETVELD, Line profiles of neutron powder-diffraction peaks for structure refinement, Acta Cryst. , 22, 151 - 152.
- GUÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE SUELOS, Ronald Vargas Rojas (Proyecto FAOSWALIM, Nairobi, Kenya-Universidad Mayor de San Simón, Bolivia).
- TABLAS DE MUNSELL,
<http://www.vcsu.edu/cmsfiles/327/b2fc4f5ebb.pdf>

Consideraciones conceptuales

A partir del tipo de afectación que se detecta se distinguen las siguientes:

Humedades

Filtraciones generalizadas: Se producen cuando la excesiva porosidad abierta del ladrillo o del mortero, o los defectos de adherencia entre ambos materiales hacen extensiva la penetración de agua de forma indiferenciada por paños enteros de cerramiento. A veces, la filtración se denota por la humectación de los cascotes contenidos en el fondo de la cámara de aire formada por el trasdosado, y la correspondiente mancha en los paramentos interiores.

Filtraciones provenientes de elementos incorporados: Nos referimos a las que tienen su origen en defectos de estanqueidad de las terrazas o de jardineras formadas con la misma fábrica que las fachadas y revestidas de láminas u otros productos impermeabilizantes.

Filtraciones por fisuras o grietas debidas a causas diversas: Las fisuras y grietas, ya sean debidas a movimientos térmicos o a causas estructurales, constituyen a menudo vías incontroladas de penetración del agua.

Filtraciones localizadas en puntos singulares de la obra: Son las más habituales. Suelen coincidir con juntas entre la fábrica y el recercado de las aberturas (jamba-vierteaguas, juntas entre piezas de vierteaguas, marco de ventana-fábrica), remate superior de la barandilla de cubierta, etc.

Puentes térmicos: En la soluciones convencionales más al uso, los tramos de las jambas de las ventanas y a menudo los antepechos constituyen nítidos puentes térmicos, al no interponerse ningún material específico de aislamiento térmico entre el paramento interior y el exterior y, por supuesto, no

disponer del necesario grueso de material para reducir suficientemente la transmisión térmica, propiciando con ello la formación de humedades de condensación en los paramentos interiores de dichas zonas de cerramiento.

Manchas

Eflorescencias: Generalmente formadas a partir de la recristalización en la superficie del paramento de obra vista de sales solubles arrastradas por la humedad de la obra inicial, del terreno o de la lluvia que es absorbida por los materiales de la fábrica. En jardineras incorporadas, las sales pueden provenir de los compuestos selenitosos presentes en los abonos incorporados a las tierras.

(Guitian, 1993)

Desprendimientos de material

Criptoflorescencias: Cuando el aumento de volumen de las moléculas de sal al recristalizar ejerce un efecto de acuñamiento en el material cerámico que provoca la rotura y desprendimiento de un cierto grosor exterior de las piezas afectadas. (VerduchA, 1998)

7. Inspección visual

La inspección visual se realiza mediante un recorrido por el exterior e interior del paciente, para identificar las patologías y lesiones que este presenta. Esta información se recopila en formatos los cuales contienen la ubicación del elemento a inspeccionar, el tipo de daño que se encontró, acompañado de un registro fotográfico.

Formatos de recolección de inspección visual

La identificación de los elementos más afectados se agrupará por zonas y la sintomatología encontrada se registrará en formatos donde se indicará la ubicación, el tipo de daño o patología encontrada, sus medidas y una descripción, todo ello debe estar soportado con el correspondiente registro fotográfico.

Figura 19: Formato de inspección visual

INSPECCIÓN TÉCNICA LEVANTAMIENTO PATOLÓGICO					
Fecha de Visita	DÍA	MES	AÑO	FICHA N°	
Nombre del Inmueble:				Inspector:	
Dirección				Cliente	
Ciudad				Localización	☐ RURAL ☐ URBANO
Área				Uso Principal	☐ COMERCIAL ☐ LOGÍSTICO ☐ RESIDENCIAL ☐ EQUIPAMIENTO
1. VALORACIÓN PATOLÓGICA					
LESIONES					
FÍSICAS	☐ HUMEDAD	☐ DESPRENDIMIE	☐ EROSIÓN	☐ PATINAS DE SUCIEDAD	
MECÁNICAS	☐ GRIETAS	☐ FISURAS	☐ DEFORMACIONES	☐ LAVADO DIFERENCIAL	
QUÍMICAS	☐ OXIDACIÓN	☐ CORROSIÓN	☐ EFLORESCENCIAS	☐ ORGANISMOS VIVOS	
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN					
SINTOMATOLOGÍA			LOCALIZACIÓN		
FOTOGRAFÍA N°			FOTOGRAFÍA N°		
CAUSA			CRITICIDAD: ☐ BAJA ☐ MEDIA ☐ ALTA		
DIRECTA	INDIRECTA		CONDICIÓN DE ESTABILIDAD: NO HAY RIESGO DE ESTABILIDAD		
			PREDIAGNOSIS		
PREVENCIÓN/ INTERVENCIÓN					

Los resultados obtenidos de esta fase se presentan en el anexo 3.

8. Hallazgos: Registro de Patologías

En el proceso de inspección visual se evidenciaron las siguientes patologías que se detallan a continuación:

Registro fotográfico

Fuente: Autor

No. Fotografía: **1**

Ubicación: Fachada norte, recibo de mercancías

Descripción: Ensuciamiento por lavado diferencial.



No. Fotografía: **2**

Ubicación: Fachada norte, recibo de mercancías

Descripción: Presencia de material vegetal.



No. Fotografía: 3

Ubicación: Cavas de almacenamiento

Descripción: Presencia de eflorescencias.



No. Fotografía: 4

Ubicación: Cavas, cuartos técnicos

Descripción: Lavado diferencial: Pátina de suciedad.



No. Fotografía: 5

Ubicación: Cavas de almacenamiento

Descripción: Erosión mecánica.



No. Fotografía: 6

Ubicación: Fachadas

Descripción: Acción de compuesto orgánicos volátiles.



No. Fotografía: 9

Ubicación: Zona de devoluciones

Descripción: Presencia de eflorescencias y material vegetal; así como de humedad constante.



No. Fotografía: 10

Ubicación: Zona de devoluciones

Descripción: Sobresale la presencia de eflorescencia blanca y desmoronamientos.



No. Fotografía: 11

Ubicación: Bajantes/ Viga canal

Descripción: Las vigas canal y las bajantes que complementan el sistema de cubierta, evidencian un avanzado deterioro, presencia de corrosión y deficiencias en el encuentro entre viga y canal lo que facilita el ingreso de aguas lluvias.



No. Fotografía: 12

Ubicación: Cubierta

Descripción: Se evidencia que las partes que componen la cubierta presentan fracturas, acumulación de material orgánico, pérdida de elementos de anclaje, saturación de vigas canal y rotura de vidrios.



9. Técnicas de diagnóstico: exploración

El proceso explorativo se basa en la ejecución de ensayos destructivos y no destructivos, con los cuales se busca determinar las características más relevantes de los elementos que presentan patologías.

Ensayos no destructivos

- La ejecución de ensayos no destructivos, sobre los materiales del edificio a analizar, no va a suponer ninguna alteración permanente en las propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. En el presente caso de estudio se emplearon las siguientes técnicas:

- Inspección visual:

Teniendo como punto de partida la ficha de lesiones, el proceso de inspección inicia con la toma de datos. Se realiza la inspección en varias visitas en días diferentes, con el fin de poderse apreciar variaciones en las lesiones que presentan las fachadas, logrando así recopilar información sobre el nivel de mantenimiento, la existencia de lesiones y otros detalles de cada una de las fachadas analizadas. Como punto de partida, se hace una observación general, detallando las lesiones que se consideraron de mayor relevancia. El estudio se enfocará en las fachadas de ladrillo cara vista de la zona de cavas de almacenamiento y se concluirá en el edificio de canastillas, analizando:

Las edificaciones y su época de construcción

Con el fin de analizar las afectaciones asociadas a la vida útil del material y como afecta su conservación e incide en las alteraciones evidenciadas.

Teniendo en cuenta la información contenida en SINUPOT y sus licencias de construcción, encontramos que:

Tabla 3 Las edificaciones y su época de construcción

Edificio cavas



Año de construcción 2002

Edificio canastillas



Año de construcción 1973

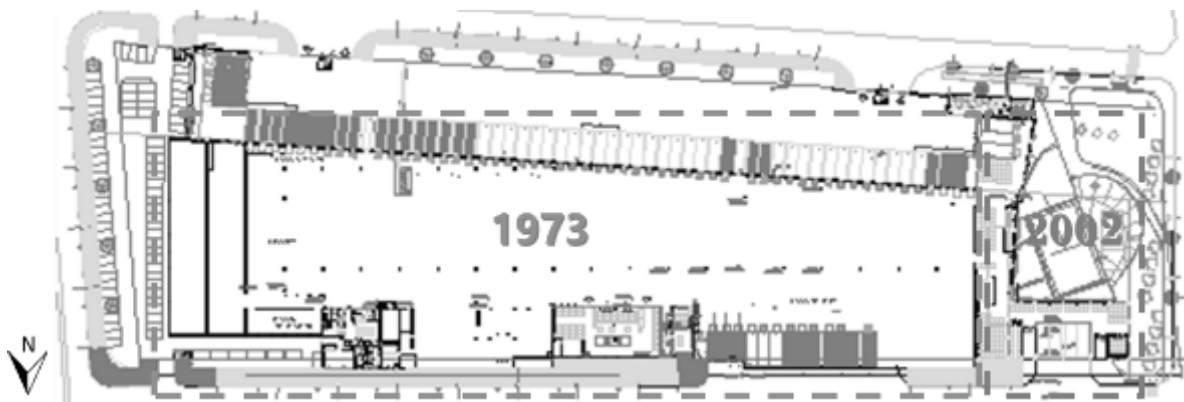


Figura 20 Zonificación por año de construcción

Análisis de grietas y defectos

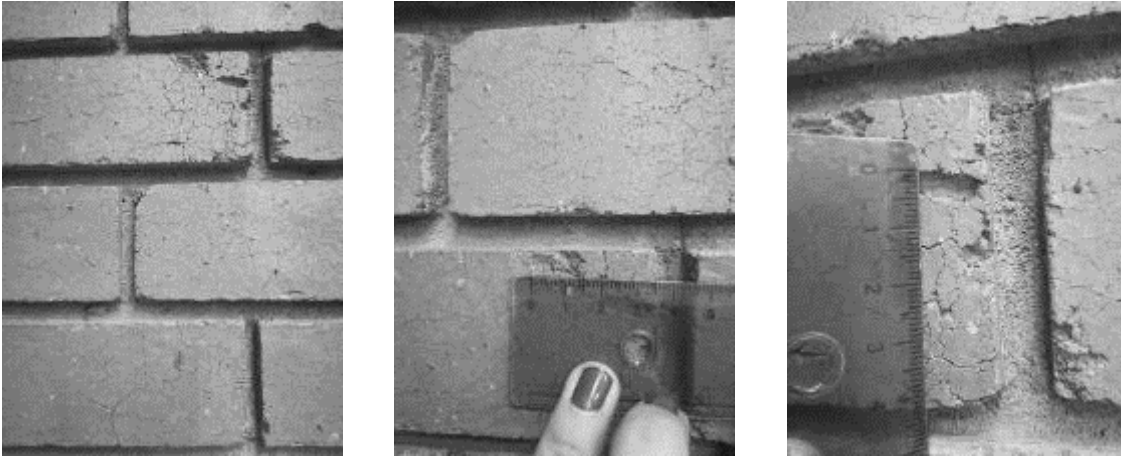


Figura 21 Registro fotográfico de grietas y defectos de las piezas de ladrillo de la zona de cavas.

En ocasiones la rotura del ladrillo está motivada por defectos de fabricación del propio material en donde la pieza de arcilla no fue bien cocida.

Un tiempo de cocción demasiado corto o una temperatura inadecuada hacen que la pieza cerámica no alcance la resistencia necesaria.

La consecuencia es que el ladrillo quedará con una estructura frágil y se irá agrietando por la lluvia, el viento y la contaminación.

Un moldeado inadecuado es la causa de que pueden aparecer también exfoliaciones y laminados. El resultado, suele producir el decapado de las piezas. (Broto, 2005)

10. Consideraciones Conceptuales

Metodología de diagnóstico

Una lesión puede tener una o varias causas, por lo que es imprescindible la identificación de las mismas en un proceso patológico y resulta fundamental realizar un estudio tipológico de las mismas, ya que, como se verá más adelante con más detalle, estas causas pueden agruparse en dos grandes tipos, directas e indirectas.

Las directas son aquellas que constituyen el origen inmediato del proceso patológico, tales como esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, etc., e indirectas cuando se trata de errores y defectos de diseño o ejecución, que necesitan la unión de una causa directa para iniciar el proceso patológico, tales como errores en los detalles constructivos o en la elección de los materiales, defectos en la fabricación de los mismos o en su aplicación.

Ensayo de permeabilidad de los muros mediante el uso de la pipeta Karsten.

La permeabilidad del agua es una propiedad del material que está directamente relacionada con el grado de penetración o difusión del agua en su interior a través de su sistema poroso. El fenómeno físico que explica esta difusión se conoce como acción o actividad capilar, y se genera por la aparición de una tensión superficial en el líquido cuando este situado en un capilar (tubo de pequeño diámetro). (Ortega Andrade, 1989).

Instrumentación

Tubo karsten para ensayo de penetración.

Masilla plástica

El ensayo descrito consiste en un tubo en forma de L de 1 cm² de sección el cual acoplamos a un paramento mediante una masilla impermeable. El tubo cuenta con una graduación en milímetros en la vertical. Tras llenar el tubo con agua se toma la medición del agua absorbida cada tantos minutos.

Se propone en dicha publicación un grado de permeabilidad en función del agua que penetra en 10 minutos (tabla 4):

Tabla 4 grado de permeabilidad en función del agua

Fuente: www.patologiasconstruccion.net

Penetración en cm ³ en diez minutos	Estimación
Más de 3,0	Permeabilidad muy alta
De 2,4 a 3,0	Permeabilidad alta
De 1,0 a 2,4	Mediana permeabilidad
De 0,4 a 1,0	Baja permeabilidad
De 0,2 a 2,4	Impermeabilidad relativa
De 0,1 a 0,2	Impermeable
Menos de 0,1	Sin actividad capilar

Documentos de referencia

Manual de patología de la edificación: Tomo 3, Lesiones debidas a las humedades. Patología de cubiertas y fachadas. Departamento de tecnología de la edificación de la escuela universitaria de arquitectura técnica de la Universidad Politécnica de Madrid.

Procedimiento

La base circular del tubo Karsten se fija a la superficie del sustrato a evaluar por medio de una masilla plástica. Una vez instalado, se vierte agua en él empleando, por ejemplo, una pipeta, hasta alcanzar el nivel deseado. Según sea la altura de la columna de agua existente dentro del tubo, se ejercerá sobre la superficie del sustrato una presión que equivale al efecto de una lluvia acompañada de vientos cuya velocidad es posible calcular empleando la siguiente fórmula:

$$v \text{ [m/s]} = (1.600 \times q)^{0,5} \text{ en la cual la presión } q \text{ se expresa en [kN/m}^2\text{]}.$$

Considerando que 1cm de altura de columna de agua corresponde a una presión de 0,098 kN/m², es posible establecer las siguientes relaciones:

Velocidad del viento Altura de columna de agua [km/h] [cm]

Paso a paso:

Determinar las zonas donde se realizará el ensayo.

Las superficies de ensayo deben estar limpias y secas.

Conectar el tubo con masilla impermeable de modo de que se garantice la estanqueidad al exterior y solo se pueda producir la filtración por la zona de contacto.

Llenar lentamente el tubo con agua destilada hasta la primera graduación, pausar y comprobar si hay fugas. Continuar llenando el tubo deteniéndose dos segundos en cada graduación para seguir comprobando que no haya fugas.

Anotar la absorción en los siguientes intervalos: 5-10-20-30 y 60 minutos tomando el nivel de agua en el tubo.

Realizar el gráfico de absorción/tiempo con los datos obtenidos.



Figura 22 Evidencia fotográfica del ensayo: Zona de cavas
Tubo de Karsten para ensayo de penetración: Permeabilidad muy alta.



Figura 23 Evidencia fotográfica del ensayo: Zona de canastillas
Tubo de Karsten para ensayo de penetración: Permeabilidad alta.

Resultados

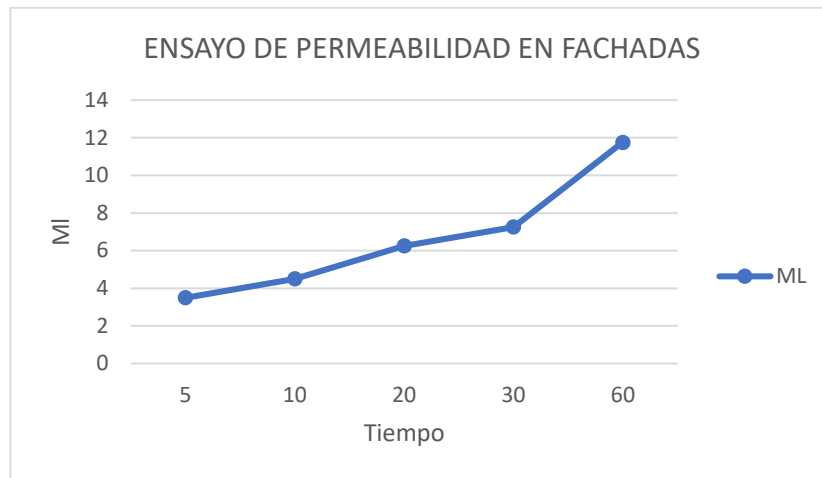


Figura 24 Gráfica permeabilidad fachada de cavas.

TIEMPO	ML
5	3,5
10	4,5
20	6,25
30	7,26
60	11,76

Tabla 5. Registro
ensayo: Fachada de
cavas.

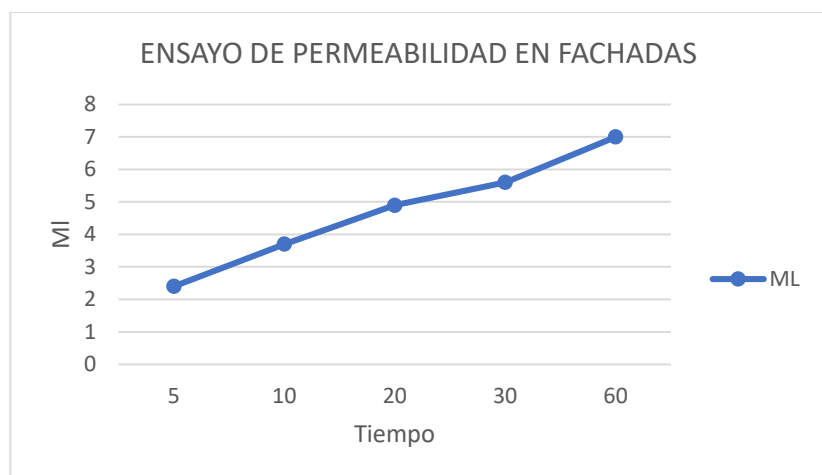


Figura 25 Gráfica permeabilidad fachada de canastillas.

TIEMPO	ML
5	2,4
10	3,7
20	4,9
30	5,6
60	7

Tabla 6 Registro ensayo:
Fachada de canastillas

De acuerdo con la enciclopedia broto, el proceso de ensuciamiento depende de ciertos agentes atmosféricos, pero también del material utilizado para la ejecución de la misma. (Broto, Pag 51, Edición 2006)

Se ha dicho también que la porosidad del material es un factor determinante para la absorción del agua de lluvia, y con ella de partículas ensuciantes y, por tanto, para la posible acumulación de suciedad en una fachada.

Ensayos destructivos

Difracción de rayos X y pruebas de magnetismo

Este ensayo se realiza con el fin de detectar los componentes presentes de dichos recubrimientos en cada una de las muestras estudiadas; a las muestras se les realizaron pruebas de magnetismo, dando resultados positivos en los dos casos.

Los resultados presentados en el ensayo representan cantidades en peso porcentual (%) del material cristalino dentro del compuesto, tomando como rango de medida (0.1 % a 100%) y perteneciente exclusivamente a la muestra.

Metodología

Instrumentación

- Difractómetro Phillips X'Pert Pro Panalytical
- Generador de rx con tubo empíreo de cobalto para la detección de ángulos
- Detector pix-cel d1 de gran capacidad con rejilla variable.
- Goniómetro con geometría (configuración geométrica (Bragg-Brentano θ - θ)).
- Muestra en polvo 2 θ : 10° - 90°
 - Velocidad de barrido: 0.5 segundos por paso
 - Análisis por medio del programa X'pert High Score plus, tomando como referente los patrones de difracción del Inorganic Crystal Structure Database (ICSD)

Estado de muestra

La caracterización mineralógica se realizó a dos (2) muestras, con un peso aproximado de dos gramos (2 g) para las muestras raspadas de la probeta, muestra 1 está asociado al código de color 8/4 10YR según tablas de Munsell. suficiente para realizar el análisis, la misma presenta una textura de agregados finos angulares (AF), para las dos muestras estudiadas, el color reflejado por la muestra 2 está asociado al código de color 3/2 10R según tablas de Munsell, mientras que para la muestra. (INCITEMA, 2018)

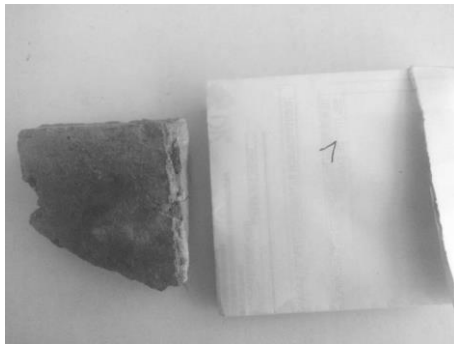


Figura 26 Evidencia fotográfica de la muestra.

Prueba de magnetismo: débilmente ferromagnética.

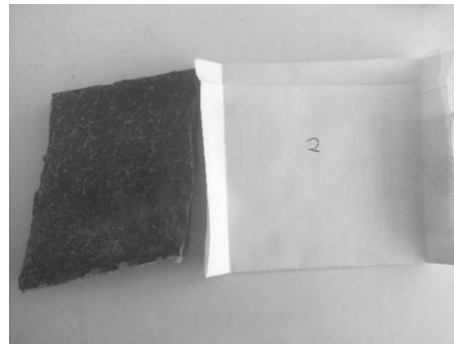


Figura 27 Evidencia fotográfica de la muestra.

Prueba de magnetismo: débilmente ferromagnética.

Fuente: Ensayos de difracción de rayos X, anexo 1. INCITEMA.

Preparación de la Muestra

Para la preparación de ejemplar en polvo, la muestra se pulverizó hasta alcanzar tamaños menores a $44\mu\text{m}$ (Sieve # 200). A las muestras se le realizaron pruebas de campos magnéticos, la prueba que consiste en depositar una pequeña cantidad de la muestra representativa sobre un vidrio, apoyado sobre un imán, si el material presenta propiedades ferromagnéticas se generarán líneas de campo y atracción o atracción magnética del material hacia el imán, para la muestra estudiada el material presente en las probetas presenta características ferromagnéticas en algunas partes de las muestras. (INCITEMA, 2018)

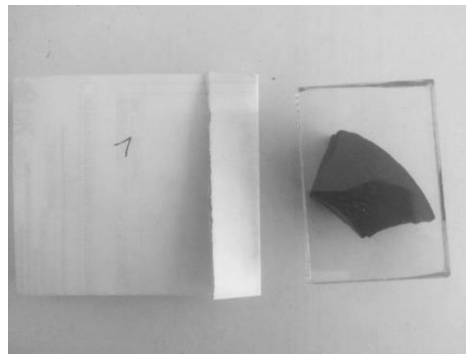


Figura 28 Evidencia fotográfica de la muestra.

Evidencia fotográfica prueba realizada a muestra débilmente ferromagnética.

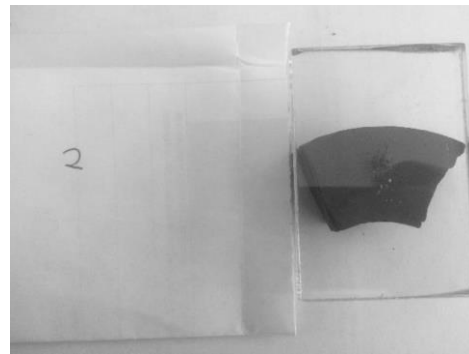


Figura 29 Evidencia fotográfica de la muestra.

Evidencia fotográfica prueba realizada a muestra débilmente ferromagnética.

Posteriormente el polvo fue predispuesto en un porta muestras redondo aplicando una presión constante hasta obtener una superficie pareja y plana del polvo compactado, a continuación, se sella y separa del preparador de muestras, finalmente la porta muestra se deposita en el soporte de porta muestras y se procede a realizar el ensayo.

Fuente: Ensayos de difracción de rayos X. INCITEMA.

Cuantificación de fases

El método Rietveld hace uso eficiente de toda la información contenida en el patrón y lo convierte en un efectivo procedimiento de análisis y cuantificación, el proceso de refinamiento, lo que permite extraer la máxima cantidad de información contenida en el diagrama. Debido a la importancia que tiene el estudio de estructuras poli cristalinas por difracción, el método de Rietveld permite refinar tanto la estructura atómica como la estructura cristalina de la red. El modelo matemático del método Rietveld es el siguiente:

$$y(hkl)=L(hkl)*|F(hkl)|^2*f(2\theta-2\theta(hkl))*p(hkl)A+Yb_i$$

Donde:

(hkl) representa los índices de Miller de hkl .

$Y(hkl)$ representa la intensidad de background en el punto correspondiente al índice de Miller seleccionado.

(hkl) representan los factores de corrección de Lorentz, polarización y multiplicidad.

$P(hkl)$ representa la orientación preferencial de cada uno de los planos analizados.

A representa el factor de absorción de radiación y otros fenómenos asociados como la fluorescencia.

(hkl) representan el factor estructural correspondiente a cada uno de los picos analizados en el patrón de difracción. (RIETVELD, 1967)

Cada uno de estos valores es tomado en cuenta teniendo como referencia los datos arrojados por el patrón de difracción y cuidadosamente refinados con el fin de obtener el resultado con mayor precisión posible en el ensayo.

Resultados (INCITEMA, 2018)

Espectro obtenido y especies encontradas Hollín blanco

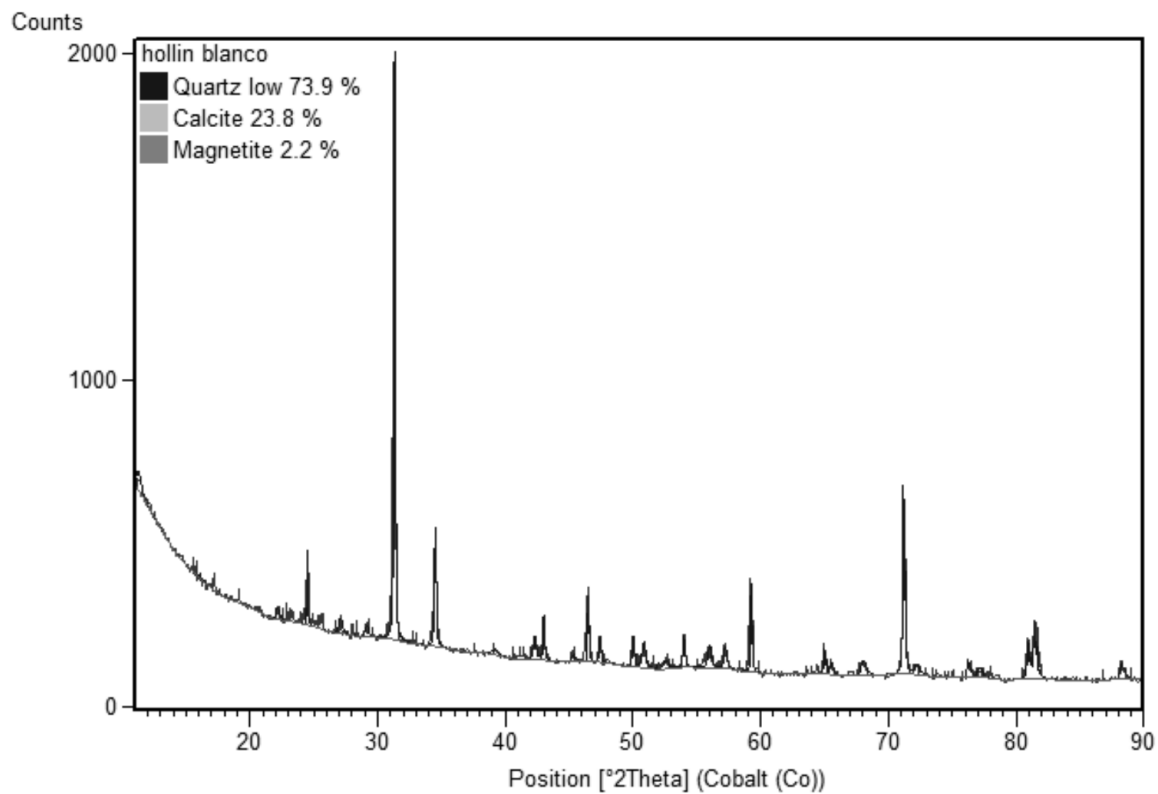


Figura 30 Especies presentes en la muestra Analizada

No.	Visible	Ref. Code	Compound Name	Chemical Formula	Score	Scale ...	Display Color	Quality	Subfiles	Crystal System
1	☐	96-101-1177	Quartz low	Si6.00 O6.00	36	0.277	Blue	=	User I...	Hexagonal
2	☐	96-101-0963	Calcite	Ca6.00 C3.00 O18.00	13	0.110	Lime	=	User I...	Hexagonal
3	☐	96-900-0927	Magnetite	Fe24.00 O32.00	No Mat...	0.000	Gray	=	User I...	Cubic

Figura 31 Resultados Ensayo de DRX muestra de muestra

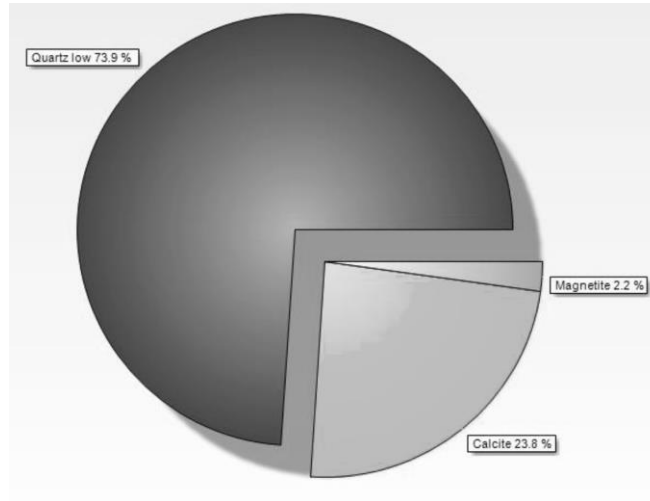


Figura 32 Diagrama de resultados de Composición porcentual de la muestra Analizada

Comparación patrones teóricos y patrón obtenido Hollín blanco

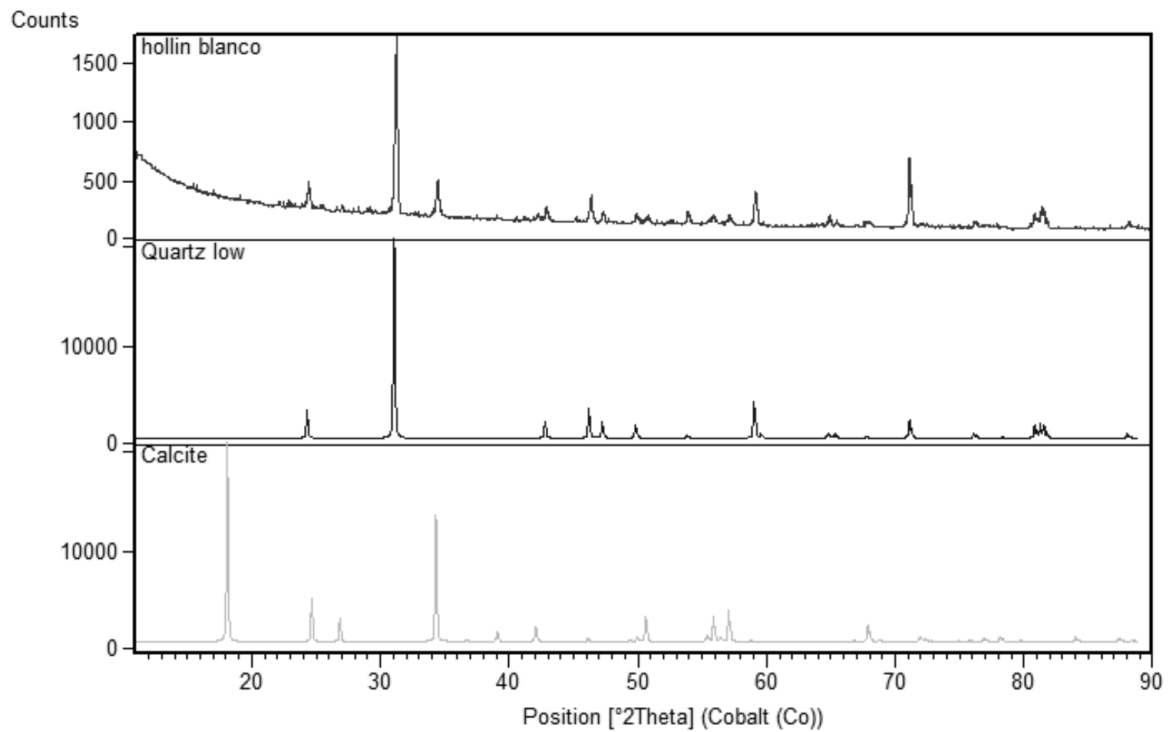


Figura 33 Diagrama de patrón resultante en la muestra y patrones teóricos de compuestos.

Espectro obtenido y especies encontradas Hollín negro

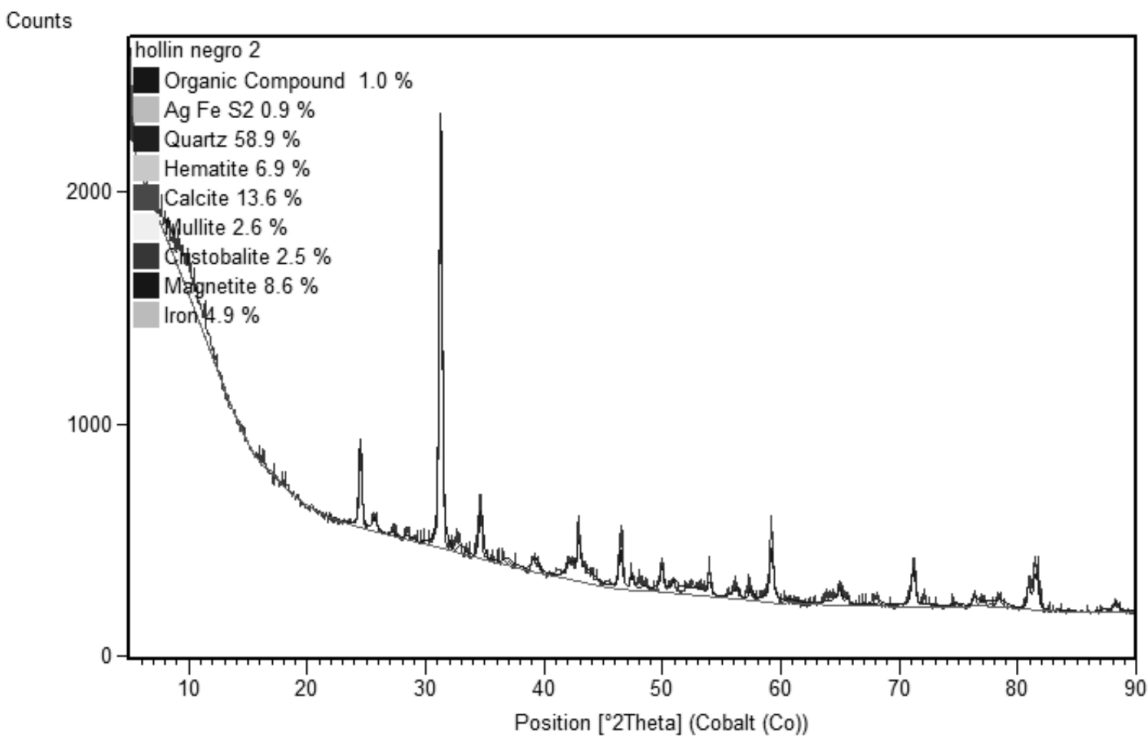


Figura 34 Especies presentes en la muestra Analizada

No.	Visible	Ref. Code	Compound Name	Chemical Formula	Score	Scale...	Display Color	Quality	Subfiles	Crystal System
1		96-901-4005	Carbon	C10.00	23	0.156	Blue	=	User I...	Hexagonal
2		96-150-9338	Ag Fe S2	Ag4.00 S8.00 Fe4.00	4	0.016	Lime	=	User I...	Tetragonal
3		96-500-0036	Quartz	Si3.00 O6.00	58	0.859	Mar...	=	User I...	Hexagonal
4		96-591-0083	Hematite	Fe12.00 O18.00	10	0.030	Aqua	=	User I...	Hexagonal
5		96-900-1298	Calcite	Ca5.62 Mg0.38 C6.00 O18.00	28	0.133	Fuc...	=	User I...	Hexagonal
6		96-900-1322	Mullite	Al4.80 Si1.20 O9.60	3	0.035	Yellow	=	User I...	Orthorhombic
7		96-900-1579	Cristobalite	Si4.00 O8.00	6	0.028	Red	=	User I...	Tetragonal
8		96-900-2330	Magnetite	Fe24.00 O32.00	11	0.072	Blue	=	User I...	Cubic
9		96-901-2711	Iron	Fe4.00	No Mat...	0.000	Lime	=	User I...	Cubic

Figura 35 Resultados Ensayo de DRX muestra de muestra

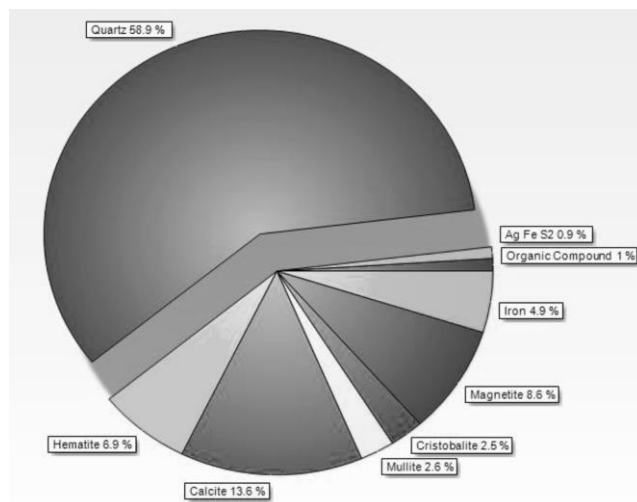


Figura 36 Diagrama de resultados de Composición porcentual de la muestra Analizada.

Comparación patrones teóricos y patrón obtenido Hollín negro

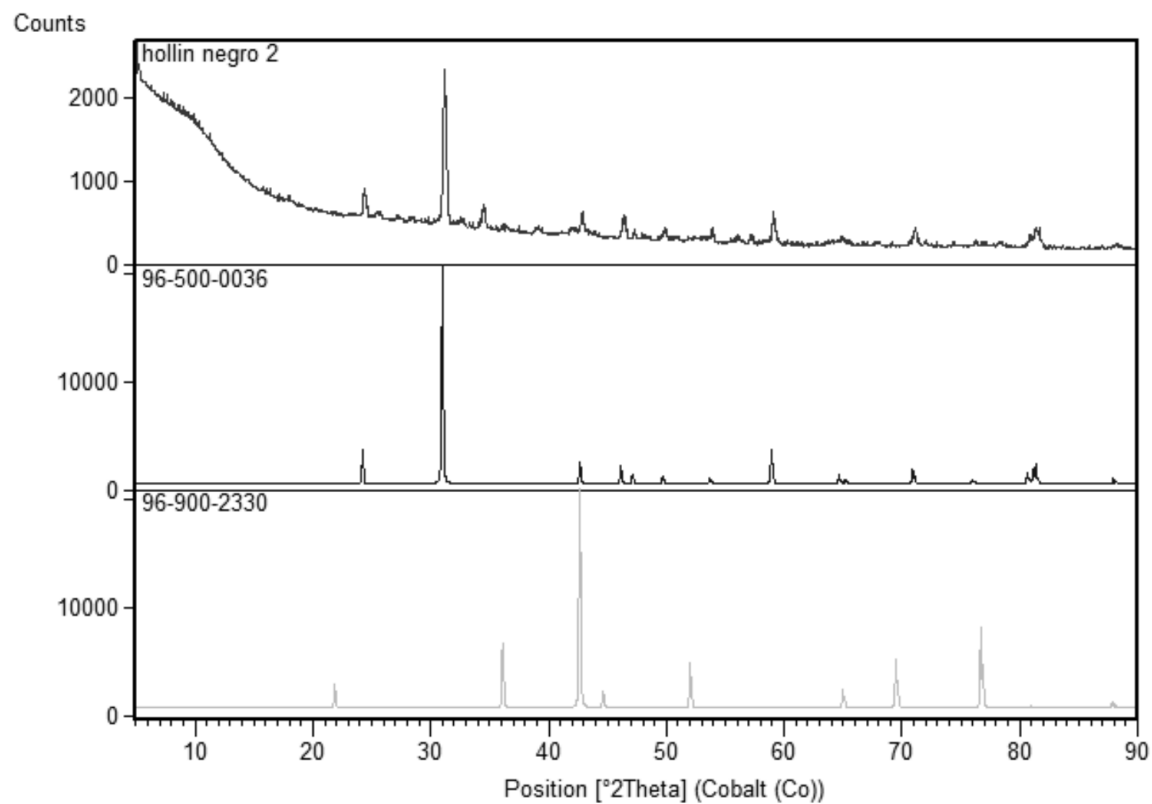


Figura 37 Diagrama de patrón resultante en la muestra y patrones teóricos de compuestos.

Análisis De Resultados Muestra Ladrillo

Resultados

Para un mejor análisis de los resultados obtenidos de la prueba de difracción de rayos X; se tendrán en cuenta las 2 muestras estudiadas diferenciadas por su característica visual más notable así: primer análisis; muestra de ladrillo con notorios residuos blancos. Segundo análisis; muestra de ladrillo con notoria coloración negruzca (hollín).

Para la primera muestra las probetas estudiadas evidencian la presencia de óxidos de silicio tipo cuarzo en la mayoría de la muestra. El óxido de silicio o dióxido de silicio (SiO_2) es un compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente sílice. Es uno de los componentes de la arena común conocida, como tal es un compuesto de fácil consecución y que forma parte de la materia prima usada en la fabricación de ladrillos y otros lementos relacionados con materiales de construcción como vidrio; hornos y otros.

Por otro lado el análisis revelo la presencia de carbonatos de calcio tipo calcita. Esta es una sustancia muy abundante en la naturaleza, formando rocas, como componente principal, también es muy común en la superficie terrestre. Un indicador de que la pieza estudiada está expuesta a humedad se denota cuando remanentes de óxidos de calcio (CaO) comúnmente conocida como cal viva; entran en contacto con agua junto con una fuente de carbono como el CO_2 generando una reacción que se evidencia por la aparición de manchado color blanquecino.

El análisis de la segunda muestra cambia un poco al presentarse un comportamiento diferente. Si bien también se registra una cantidad importante de óxidos de silicio tipo cuarzo (material

descrito anteriormente); los materiales secundarios o acompañantes en esta muestra son las hematitas; y así mismo un óxido de hierro que le da la coloración roja al ladrillo. No podemos omitir que existen otros componentes que demuestran que el ladrillo está en contacto con humedad como el carbonato de calcio (descrito anteriormente también) y la presencia de componentes orgánicos cristalinos con los cuales se explica en gran parte la coloración negra en su superficie; ahora; existe una pequeña cantidad de óxidos de hierro tipo magnetita, acompañado de hierro metálico. Estos últimos componentes se evidenciaron al realizar las pruebas de magnetismo. Estas pruebas fueron llevadas a cabo por el laboratorio como análisis adicional para corroborar la presencia de los elementos descritos. su presencia puede estar relacionada a hechos externos de posibles reacciones del mismo material. (INCITEMA, 2018)

Como parte curiosa y relevante del análisis de difracción de rayos X se reportaron pequeñas cantidades de sulfatos de plata. Fue algo que llamo la atención ya que este elemento no es muy común y así mismo valioso como para que sea intencionalmente usado en la fabricación de mampuestos. Así mismo no beneficia en nada la naturaleza o funcionalidad de los ladrillos al reaccionar con humedad.

Como tal los resultados son muy cercanos a los esperados determinando la naturaleza de los mampuestos y de los materiales que para la época eran comúnmente usados en la fabricación de estos elementos. Ahora; resaltando el factor época (década de los 70 cuando se construyeron las bodegas inicialmente); donde la normativa de elaboración de materiales de construcción no era exigente; y donde cualquier fuente o mina o yacimiento podía ser usado para tal fin; no es descabellado encontrar variedad de minerales y elementos haciendo parte de las construcciones aún vigentes el día de hoy y en consecuencia mostrando las reacciones de tipo patológico en las estructuras en las que fueron instalados.

Ahora; dados los hallazgos y su naturaleza; las reacciones a la humedad son muy comunes y se asemejan de muy buena manera a los estudios ya realizados en otras muestras. Por lo anterior se puede concluir que las afectaciones son solo de tipo estético; y que no van a afectar drásticamente a la estructura; obviamente si son intervenidas y eliminadas con una intervención específica.

11. Diagnóstico

Cuando se tiene una lesión o patología en una edificación, se deberá realizar el “diagnostico” es decir, llegar a una conclusión de cuál es su proceso, su origen, sus causas, su evolución, sus síntomas y su estado actual. Por lo tanto, a este conjunto de incidencias se denominará “proceso patológico”, que pueden agruparse de un modo secuencial, es decir, siguiendo el orden descrito.

Siguiendo esta secuencia temporal del proceso patológico se pueden distinguir tres partes diferenciadas: el origen, la evolución y el resultado final.

Teniendo en cuenta que el resultado de los análisis de laboratorio corroboró la composición de los mampuestos con afectación y que desde esos datos podemos analizar más específicamente las causas de la patología; procederemos a hacer un diagnóstico apoyados o basados en la demás información levantada y recopilada para tal fin. Mencionado lo anterior; se procederá a establecer como se da el proceso de afectación o patología del paciente seleccionado tomando como base las inspecciones realizadas y las evidencias de patologías más relevantes. El fin del diagnóstico es ser muy preciso en cuanto a que las causas de las afectaciones de la mampostería y cuáles son las causas directas e indirectas del proceso patológico.

El proceso de exploración y registro de patologías tuvo como punto de partida las fichas de diagnóstico que nos permitió recopilar la siguiente información:

1. Datos de las lesiones
2. Ubicación de la lesión
3. Tipo de lesión
4. Resultados de ensayos destructivos y no destructivos

5. Localización

Las fichas de las lesiones encontradas en el paciente se detallan en el anexo 3 de este documento y los planos donde se ubican dichas lesiones se encuentran en el anexo 5.

Al haber realizado una inspección inicial a la edificación completa buscando la totalidad de las afectaciones; se determinaron los puntos más críticos y sobre los cuales se requerían trabajos o arreglos urgentes. Teniendo en cuenta que el presente documento se enfoca en las patologías presentes en la mampostería cara vista, se consideró de vital importancia identificar las localizaciones precisas de estas; fue muy importante determinar en planos el lugar específico de las lesiones objeto de este TPI.

Humedades

Se trata de una lesión física, ya que el problema patológico se basa en un hecho físico. Se entiende por tal, cuando en un material o elemento constructivo aparece de forma incontrolada un porcentaje de humedad superior al deseado.

Se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones para la consolidación del diagnóstico:

Se realizó una verificación detallada del origen de las filtraciones de aguas lluvias. El objetivo fue la exploración visual de la cubierta y así mismo la determinación del estado de las bajantes. Es necesario resaltar que las bajantes de aguas lluvias se encuentran embebidas dentro de elementos estructurales, encontrando que los canales están contruidos con láminas galvanizadas figuradas calibre 18, con desarrollo de 1,20 m, y las bajantes son en tubería galvanizada. Se

realizaron regatas en muro en los puntos de la unión bajante y canal, encontrando que la unión entre estos dos elementos es deficiente; teniendo en cuenta que la bodega cuenta con muros perimetrales tipo sándwich, y que las bajantes se encuentran dentro de las columnas, el ingreso de aguas lluvias se hace directamente al interior de los muros dificultando su evaporación, asegurando la humedad constante de los muros en épocas de lluvia, lo cual ha propiciado la presencia de material vegetal y la fractura de algunas piezas de mampuesto.

El mojado de la fachada por escorrentía, dependerá de la intensidad de la lluvia y la naturaleza de la fachada, en la cual, parte del agua batiente quedará retenida por la superficie, comenzando a deslizarse de acuerdo con la ley de la gravedad, en dirección al suelo. Tras el impacto de las gotas de lluvia sobre esta, el agua que no es rechazada permanece sobre el paramento deformada, en la cual, son atraídas por el material de revestimiento en función de las fuerzas debidas a la tensión superficial y a las atracciones moleculares.

Cuando la coronación de un edificio recibe lluvia, el agua se irá absorbiendo durante un cierto período de tiempo hasta que el material comience a saturarse hacia abajo, lo que dará origen a una película de agua escurrida que fluirá a favor de la gravedad y que, a la vez, irá siendo succionada a lo largo de su trayectoria descendente. La lluvia es absorbida al principio y, cuando el material es incapaz de apropiarse de más humedad, o cuando la intensidad de la lluvia es superior a la tasa de absorción surgirá el flujo discurrente cuyo desarrollo es muy variable, disminuyendo progresivamente de intensidad por diversos motivos, entre las que se encuentran: aumento de la viscosidad, según va incorporando material arrastrado; disminución del aporte de agua conforme va descendiendo de nivel absorción por el material de revestimiento, absorción por la pátina de suciedad, etc.

El agua deslizante produce una ligera erosión físico-química sobre el material, lo que va a favorecer la fijación de determinados caminos de esorrentía, producidos estos debido a las características del propio líquido, a los obstáculos y rugosidades de la fachada, y también por la suciedad depositada y transportada. (López García, 2015)

La entrada de agua es el origen de diversas lesiones que deterioran los materiales, por este motivo la mayor parte de las fachadas fabricadas en ladrillo suelen estar revestidas, aunque son numerosos los ejemplos en los que la mampostería se deja vista en toda la fachada, escenario que facilita la penetración de agua generando una mayor degradación debida al depósito de suciedad y crecimiento de vegetación como es el caso de nuestro paciente.

Una vez validado el alto grado de permeabilidad de la fachada mediante el ensayo de pipeta de karsten, se determinó que el ladrillo tiene un alto grado de absorción lo que indica un nivel de porosidad alto que permite el fácil tránsito de agua al interior del material propiciando lesiones como la erosión.

Humedad por capilaridad

Hace referencia a toda aquella que aparece en los cerramientos como consecuencia de la ascensión del agua a través de su estructura porosa por el fenómeno de la capilaridad. Dicho fenómeno puede aparecer en cualquier cerramiento, tanto horizontal como vertical, que esté constituido por materiales porosos, de estructura capilar y con algún punto de contacto con el agua, venga ésta desde el suelo, desde jardineras adosadas a fachada, desde plataformas horizontales exteriores donde pueda acumularse el agua o cualquier otro punto hasta donde pueda llegar agua. Hay que tener en cuenta que, en función de la estructura capilar, la fuerza

de ascensión del agua puede ser muy importante, por lo que, cuanto más fino es el poro, más altura alcanza el agua, aunque de forma más lenta, siendo el tamaño óptimo para la penetración capilar el de las grietas y poros grandes, en la cual, a partir de un cierto tamaño de huecos, ya no se produce la succión capilar. (Carrió, 2010)

En principio, un material es más susceptible de capilaridad cuanto más poroso sea, aunque influyen otros factores como la superficie específica interna, las tensiones superficiales de cada material, etc. Se distinguen puntos susceptibles donde se puede encontrar esta lesión, para el caso del presente trabajo es en los arranques de muros desde el terreno. La acumulación de agua de lluvia y la capilaridad de los propios materiales constructivos del cerramiento, facilitan la aparición de la "microcapilaridad" debido a las pequeñas dimensiones de esta. Esta lesión, sobre todo, acaba en otras de desprendimientos o erosiones físicas. Estos problemas de humedad por capilaridad se producen debido a que no existe ningún elemento que haga la función de impermeabilidad entre el elemento que tiene estructura capilar y el elemento que pueda contener el agua, que en este caso corresponde al terreno y a la placa de contrapiso del espacio público.

Diagnóstico de los ensayos de difracción de Rx.

Se realizó toma de muestras de las dos fachadas del paciente que presentan las principales patologías con el fin de determinar la caracterización de estos materiales. Los resultados obtenidos muestran una importante presencia de elementos que reaccionan muy claramente con la humedad y que se muestran físicamente al pasar el tiempo. Ninguno de los resultados muestra elementos que puedan dañar gravemente la estructura ni materiales que puedan afectar los elementos de confinación como vigas o columnas.

Los resultados obtenidos mediante difracción de rayos x realizados a los residuos blancos revelaron la presencia de carbonatos de calcio tipo calcita, un indicador de que la pieza estudiada está expuesta a humedad constante, cuando remanentes de óxidos de calcio (cal viva), entra en contacto con agua junto con una fuente de carbono como el CO_2 estos compuestos generan una reacción de re carbonatación en su estructura generando dichos componentes que se identifican fácilmente por mostrar eflorescencias blanquecinas.

En la fachada que presenta un hollín negro existen componentes secundarios que también demuestran que el ladrillo está en contacto con humedad como el carbonato de calcio y la presencia de componentes orgánicos cristalinos los cuales en gran parte explican dicha coloración negra en su superficie, existe una pequeña cantidad de óxidos de hierro tipo magnetita, acompañado de hierro metálico componentes que fueron evidenciados en las pruebas de magnetismo llevadas a cabo por el laboratorio, su presencia puede estar relacionada a hechos externos de posibles reacciones de los materiales que componen la fachada como lo son los ángulos de sujeción de fachada.

Como tal se confirma el diagnostico. Se presenta afectación de mampostería de muros no estructurales y confinados por reacción de agua presente y constante con elementos y/o minerales propios de los mampuestos presentes desde la fabricación y cocción de las piezas.

Como ya se ha mencionado, en todas las fachadas analizadas se ha visualizado suciedad por lavado diferencial debido a la escorrentía del agua de lluvia por las bajantes, canales, etc., arrastrando la suciedad depositada por el viento en estas partes debido a la incorrecta evacuación por la insuficiente pendiente, falta de goterón, incorrecta resolución de encuentros, falta de sellado de

juntas, y fallas de hermeticidad, ocasionando en la mayor parte de fachadas analizadas unos churretones.

En la mayoría de ocasiones, dichos churretones eran sucios, de tonalidad marrón e incluso algunos negruzcos por agentes contaminantes medioambientales, así como también por la geometría de la fachada, la porosidad de los ladrillos y juntas de mortero y también debido a la corta duración de las precipitaciones o a la débil intensidad de esta, depositándose la suciedad en los poros y juntas de dichos ladrillos. Por el contrario, en raras ocasiones, también se han apreciado algunos churretones limpios de tonalidad blanquecina cuando la superficie de la fachada era lisa y menos porosa.

12. Propuestas De Intervención

Con los datos recopilados de la inspección visual y de los ensayos realizados se determinan las principales afectaciones que tiene la edificación, tal como se indica en las fichas de diagnóstico y en los planos de levantamiento de daños; las propuestas de alternativas de intervención para dar solución a los daños se presentan a continuación:

Presupuesto

Se presentan dos presupuestos, uno para cada propuesta, lo anterior partiendo desde los márgenes de inversión necesarios para solucionar las patologías evidenciadas.

La primera opción involucra un margen de inversión menor teniendo como punto de partida la intervención total de la cubierta. En este caso, se contempla un mantenimiento correctivo que soluciona de manera temporal las patologías existentes.

La segunda opción, contempla el cambio completo de la cubierta y las partes que la componen. Esta opción, además de involucrar un costo de inversión significativo, involucra procesos de ejecución que requieren alinearse con la operación del inmueble, pues será necesario restringir el uso de áreas puntuales de acuerdo a la logística de instalación. Esta opción contempla la corrección definitiva de las patologías y los problemas de diseño que impactan a la edificación.

Opción 1

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	PRESUPUESTO	
				VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1	MANTENIMIENTO DE FACHADAS				
	Lavado de muros en mampostería. Limpiador: rinse a base más aditivos para lavar y				
1,1	desmanchar fachadas	M2	396	\$ 38.000	\$ 15.048.000
12	Hidrofugante para fachadas: 10 años.	M2	396	\$ 17.300	\$ 6.850.800
2	CUBIERTA				
2,1	Señalización y aislamientos	UND	1	\$ 435.000	\$ 435.000
	Desmonte, retiro y disposición final de cubierta				
2,2	existente	M2	9000	\$ 12.500	\$ 112.500.000
2,3	Suministro e instalación de cubierta provisional	GLB	1	\$ 4.500.000	\$ 4.500.000
	Suministro e instalación de teja termoacústica standing seam tipo sandwich con aislamiento de 38mm, Hunter Douglas, panelmet, Metecno, Aceso o similar. (Incluye todos los accesorios y equipos para su correcta instalación: dit de				
2,4	fijación recomendado por el fabricante.	M2	9000	\$ 90.000	\$ 810.000.000
	Suministro e instalación de caballete/cumbrera, con longitud de 4 mt, (Incluye todos los accesorios, impermeabilizantes y equipos para				
2,5	su correcta instalación y hermeticidad.	M2	1000	\$ 33.000	\$ 33.000.000
2,6	Suministro e instalación de remate gotero	M2	1000	\$ 21.000	\$ 21.000.000
	Suministro e instalación de flanches contra muro, cal. 24 tratados con anticorrosivos, alquidico en encuentros laterales contra muros y				
2,7	encuentro de cumbreras contra muros.	MT	100	\$ 31.500	\$ 3.150.000
	Alistamiento de estructura para instalación de tejas: instalación de platina de 1/8" x 1 1/2" de 8,5 cm de largo en la parte superior de las				
2,8	cerchas	UND	12300	\$ 5.900	\$ 72.570.000
	Limpieza, rehabilitación y mantenimiento de				
2,9	canales y soscos.	MT	253	\$ 18.000	\$ 4.554.000
	Impermeabilización de puntos de anclaje mediante ruana de membrana asfáltica sika o				
2,10	similar.	GLB	1	\$ 3.970.000	\$ 3.970.000
2,11	Aseo y limpieza general	UND	1	\$ 750.000	\$ 750.000
SUB TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 1.006.483.800

Opción 2

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	PRESUPUESTO	
				VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1	MANTENIMIENTO DE FACHADAS				
1,1	Lavado de muros en mampostería. Limpiador: rinse a base más aditivos para lavar y desmanchar fachadas	M2	396	\$ 38.000	\$ 15.048.000
12	Hidrofugante para fachadas: 10 años.	M2	396	\$ 17.300	\$ 6.850.800
2	CUBIERTA				
2,1	Corte y desmonte de tramos en mal estado de canal metálica	M	200	\$ 435.000	\$ 87.000.000
2,2	Suministro e instalación de canal en lámina galvanizada cal. 18 con desarrollo de 120cm	M	200	\$ 12.500	\$ 2.500.000
2,3	Suministro e instalación de cubierta provisional	M	66	\$ 4.500.000	\$ 297.000.000
2,4	Regata en muro para sello entre canal y muro	M	171	\$ 90.000	\$ 15.390.000
2,5	Limpieza y sondeo de bajantes	M	57	\$ 33.000	\$ 1.881.000
2,6	Sellado entre muro y teja. Incluye: mortero 1:4, impermeabilizante y manto asfáltico.	M	120	\$ 21.000	\$ 2.520.000
2,7	Cambio de flanche metálico. Incluye: regata a muro para asegurar el sellado contra el mismo.	M	1800	\$ 31.500	\$ 56.700.000
2,8	Limpieza y reparación de canal metálica. Incluye: Reforzamiento de emplames por la parte superior en las partes corroidas.	M	210	\$ 5.900	\$ 1.239.000
2,9	Desmonte, cambio y disposición final de teja eternit ·6 libre de asbesto. Incluye vidrio de 5mm y ganchos.	M2	156	\$ 18.000	\$ 2.808.000
2,10	Suministro e instalación de caballetes	UND	90	\$ 3.970.000	\$ 357.300.000
2,11	Aseo y limpieza general	UND	1	\$ 750.000	\$ 750.000
SUB TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 484.889.800

13. Conclusiones

De los resultados obtenidos y de los objetivos planteados se extraen las conclusiones que se han considerado más importantes.

Con respecto a los objetivos generales planteados durante la estructuración de este documento, se concluye que mediante el estudio y análisis de la información recopilada sobre los tipos de lesiones y las causas que las originan, se ha logrado realizar la evaluación de la edificación y establecer las recomendaciones de Intervención.

Tras las inspecciones realizadas a estas fachadas de ladrillo cara vista, cabe destacar que este tipo de material no suele dar señales de grandes lesiones, sino que sus alteraciones más comunes tienen que ver con la acción normal de agentes externos a través del paso del tiempo, así como los agentes atmosféricos, siendo estos la mayoría de veces los causantes de producir las lesiones más significativas e invasivas.

Durante el proceso de diagnóstico del paciente se determinó la necesidad de intervenir las partes implicadas en su deterioro: Cubierta, control de capilaridad, mantenimiento de muros afectados, y control de humedades que penetran del exterior por la vulnerabilidad presente actualmente producida por agentes externos.

Teniendo en cuenta el uso de la edificación y el estado de sus cerramientos, consideramos que la mejor propuesta de intervención es la opción 2. A pesar de que el costo de inversión es considerablemente más alto que la primera opción, esta intervención impacta positivamente la vida útil del edificio manteniendo su estabilidad, ya que esta asegura la corrección definitiva de las patologías y los problemas de diseño, principales actores en su proceso patológico.

14. Recomendaciones

Se recomienda de manera urgente la implementación de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para todas las edificaciones donde se tengan en cuenta tiempos de ejecución y periodos de vida útil de todos sus materiales.

Las intervenciones en los muros para eliminar eflorescencias son de tipo estético. Si bien no hay afectaciones mayores por estas manchas; dado el uso de la edificación; si es muy importante contar con zonas de almacenamiento libres de humedades, hongos y erosión.

Las intervenciones parten de la eliminación de las causas de las patologías antes de ejecutar cualquier trabajo sobre las lesiones. Desde ese punto de vista las primeras intervenciones a adelantar deberán centrarse en las intervenciones de bajantes y canales de conducción de aguas lluvias antes que hacer arreglos en las lesiones descritas.

Referencias Bibliográficas

- Broto C., (2005) Enciclopedia broto de patologías de la construcción.
- Fombella G., (1997) Eflorescencias en las fachadas de ladrillo cara vista.
- Guitian F. (1993) Eflorescencias en el sistema ladrillo -mortero. Instituto de cerámica. Universidad de Santiago de Compostela.
- García V., (1988) Guía para el estudio de velos y eflorescencias en ladrillos de construcción. Instituto universitario de Tecnología Cerámica de Castellón.
- ASTM D2486-06 Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).
- HIGHSCORE PLUS ONLINE 9.16 Rietveld Algorithm.
- HIGHSCORE PLUS ONLINE 9.17 Scherrer Algorithm.
- ASTM D934 – 08 Standard Practices for Identification of Crystalline Compounds in Formed Deposits by X-Ray Diffraction.
- Rousseeuw J. (1987) Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis,
- H.M. RIETVELD, Line profiles of neutron powder-diffraction peaks for structure refinement, Acta Cryst. , 22, 151 - 152.
- GUÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE SUELOS, Ronald Vargas Rojas (Proyecto FAOSWALIM, Nairobi, Kenya-Universidad Mayor de San Simón, Bolivia).

Anexos