

Diagnostico Patológico Del Puente De La Iglesia Las Nieves De La Ciudad De Tunja

Isaura Patricia Jaime Ballesteros

Neyda Carolina López Piratova

Universidad Santo Tomas

Especialización Patología de la Construcción

Facultad de Ciencias y Tecnologías, Vicerrectoría General de Universidad Abierta y a

Distancia (VUAD)

2017

Diagnostico Patológico Del Puente De La Iglesia Las Nieves De La Ciudad De Tunja

Isaura Patricia Jaime Ballesteros

Neyda Carolina López Piratova

Trabajo de grado para optar al título de Especialistas en Patología de la Construcción.

Universidad Santo Tomas

Especialización Patología de la Construcción

Facultad de Ciencias y Tecnologías, Vicerrectoría General de Universidad Abierta y a

Distancia (VUAD)

2017

DEDICATORIAS

**A DIOS POR PERMITIRME ESTAR EN ESTE LUGAR
Y POR DARME TANTAS BENDICIONES,
A MI FAMILIA POR SU APOYO
EN TODOS LOS MOMENTOS DE MI VIDA
A MI HIJO POR EXITIR Y ENSEÑARME A
VER LA VIDA DE OTRA FORMA.**

ISAURA

**EN PRIMER LUGAR A DIOS POR ESTA NUEVA VIDA
A MI FAMILIA, MI PERFECTO ALIADO
A MIS AMIGOS, POR SER COMPLICES EN MIS METAS**

NEYDA

CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	10
2. OBJETIVO GENERAL	11
2.1 Objetivos específicos.....	11
3. JUSTIFICACIÓN	12
4. ALCANCE	14
5. METODOLOGÍA.....	15
5.1 Etapa 1. Historia Clínica	15
5.2 Etapa 2. Diagnóstico	16
6. MARCO TEORICO	17
6.1 Puentes	17
6.1.1 Partes de un puente.	17
6.1.2 Tipos de puente	18
6.2 Clasificación de los puentes	20
6.2.1 Puentes de acuerdo a su uso.....	20
6.3 Materiales utilizados en puentes coloniales	26
6.3.1 Elaboración del ladrillo.....	26
6.3.2 Secuencia de construcción de un puente de arco.	28
6.4 Fallas más frecuentes en los puentes.....	29
7. MARCO LEGAL	30
7.2 Normatividad de Patrimonio histórico de Tunja.....	33
7.3 Normatividad técnica	33
7.4 Normatividad de la mampostería	34

8.	HISTORIA CLINICA	35
8.1	Selección del Paciente. Puente De Iglesia Las Nieves, Tunja.	35
8.2	Localización.	36
8.3	Antecedentes.	37
8.4	Análisis general del entorno	39
8.4.1	Edificaciones u obras vecinas	40
8.4.2	Medio ambiente.	41
8.4.3	Geología.....	42
8.4.4	Topografía y pendientes.....	43
8.4.5	Sismicidad.....	44
8.4.6	Riesgos y Amenazas	44
8.4.7	Contaminantes cercanos.....	45
8.4.8	Otras características del entorno	46
8.5	Datos específicos del paciente.....	48
8.5.1	Descripción del puente.....	48
8.5.2	Esquema arquitectónico del puente	50
8.5.3	Sistema estructural y constructivo	53
8.5.4	Intervenciones previas	54
9.	DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL PUENTE	56
9.1	Análisis y descripción de elementos constitutivos del puente	56
9.2	Lesiones más relevantes	62
9.3	Reconocimiento de las lesiones.....	63
9.3.1	Humedades.....	64

9.3.2	Suciedades.....	66
9.3.3	Grietas	66
9.3.4	Organismos.....	67
10.	ENSAYOS REALIZADOS.....	68
11.	POSIBLES INTERVENCIONES.....	73
11.1	Alternativa 1. Tratamiento con impermeabilicen el ladrillo	73
11.1.1	Fase 1. Control de la humedad y secado de muros.	73
11.1.2	Fase 2. Limpieza de la mampostería.....	74
11.1.3	Fase 3. Restauración	75
11.1.4	Fase 4. Protección del mampuesto con impermeabilizante.	76
11.1.5	Presupuesto alternativa 1.....	77
11.2	Alternativa 2. Instalación de elementos electrónicos para control de humedades	78
11.2.1	Fase 1. Control de humedad.....	78
11.2.2	Fases 2 y 3 Limpieza y restauración.....	80
11.2.3	Protección del mampuesto	80
11.2.1	Presupuesto Alternativa No 2	81
12.	CONCLUSIONES	82
13.	RECOMENDACIONES GENERALES	84
14.	BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA.....	86
	ANEXO. FICHAS DE HISTORIA CLINICA	88

LISTA DE FIGURAS

Fig.1	Principales constituyentes y geometría de un puente arco.	21
Fig.2	Esquema de puente tipo arco.	22
Fig.3	Sección transversal de un puente arco de obra de fábrica.	23
Fig.4	Puente del Cold Spring Canyon, Santa Barbara (USA). ...	24
Fig.5	Puente de Fremont, Portland (USA).....	25
Fig.6	Puente de Tangermunde sobre el Elba, (Alemania).	25
Fig.7	Localización del Paciente	36
Fig.8	Dibujo a mano fachada de iglesia y dibujo articulación de puente	37
Fig.9	Fotografía entrada templo y fotografía plazoleta de las Nieves en ceremonia típica de la época.....	39
Fig.10	Fotografía plazoleta puente e iglesia.....	40
Fig.11	Descripción del mapa riesgos	44
Fig.12	Mapa riesgos zona del puente	45
Fig.13	Flujo vial plazoleta Muiscas	46
Fig.14	Entorno plazoleta Muiscas.	47
Fig.15	Fotografía fachada puente de las Nieves	49
Fig.16	Planta general puente de las Nieves.....	50
Fig.17	Fachada Puente de las Nieves Vista desde la plazoleta Muiscas.....	51
Fig.18	Construcción Iglesia las Nieves. Uso de concretos reforzados.....	54
Fig.19	Alzado componentes de diseño del Puente de las Nieves.....	56
Fig.20	Estribo o soporte puente, columnas	57

Fig.21	Detalle pared de enjuta.....	58
Fig.22	Detalle pretil.....	58
Fig.23	Detalle de calzada y viga concreto arco puente.	59
Fig.24	Detalle barandas puente peatonal.....	60
Fig.25	Detalle muro confinamiento de escaleras.	61
Fig.26	Detalle estado de escaleras y vista de rampa	62
Fig.27	Extracción de muestras para el análisis	68
Fig.28	Formación laminar del ladrillo.....	69
Fig.29	Coloración del ladrillo	69
Fig.30	Dimensionamiento y Estado de descascaramiento del ladrillo.....	69
Fig.31	Prueba de Compresión a la muestra.....	71
Fig.32	Galería exterior de ventilación.....	74
Fig.33	Lavado de fachada	74
Fig.34	Limpieza de grafitis	75
Fig.35	Esquema de funcionamiento de electroósmosis activa por impulsos de resonancia.....	79
Fig.36	Localización de cajas de control	79
Fig.37	Esquema de antes y despues	80

LISTA DE TABLAS.

Tabla.1 Características generales del entorno puente de las nieves.....	47
Tabla.2 Cuadro de áreas Puente de las Nieves.	48
Tabla.3 Cuadro de alturas Puente de las Nieves.	49
Tabla.4 Intervenciones realizadas.....	55
Tabla.5 Nivel de daño en estructuras.....	56
Tabla.6 Estado de deterioro	63
Tabla.7 Ubicación de las lesiones de los elementos afectados.....	63
Tabla.8 Medición del tamaño de unidades de mampostería.....	70
Tabla.9 Resultados del ensayo de absorción.	70
Tabla.10 Resultados del ensayo de densidad aparente.....	70
Tabla.11 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.....	71
Tabla.12 Fábricas de ladrillo en Tunja y sus alrededores.....	72
Tabla.13 Presupuesto alternativa No 1.....	77
Tabla.14 Presupuesto alternativa No 2.....	81

1. INTRODUCCION

Como elemento del Patrimonio cultural y religioso de la ciudad de Tunja, se destaca la Iglesia de las Nieves, cuya fachada se encuentra construida en mampostería a la vista. El acceso a este templo se realiza por rampa sobre carrera 9 sentido sur norte y el puente que comunica con la plazuela de los muisca; el puente construido en ladrillo, evidencia diferentes patologías las cuales van hacer objeto del presente estudio.

Al ser una construcción de gran importancia para la ciudad, es importante atender a las necesidades y mantener la arquitectura propia del lugar, por lo que en el presente trabajo nos enfocaremos a identificar las lesiones encontradas, las diferentes patologías y posibles alternativas de intervención.

El estudio de las características estructurales, arquitectónicas e históricas del puente, fueron analizadas, profundizando en el ladrillo a la vista material que predomina como acabado final de la construcción.

Teniendo en cuenta que el ladrillo es un material de uso tradicional en la región se establecerán posibles intervenciones que podrán ser usadas para la recuperación de la estructura original del Puente.

2. OBJETIVO GENERAL

Elaborar el diagnóstico patológico que presenta la infraestructura del puente de la Iglesia las Nieves, de la ciudad de Tunja, teniendo en cuenta que su arquitectura hace parte del patrimonio histórico, cultural y religioso del centro histórico de Tunja.

2.1 Objetivos específicos

- 2.1.1 Determinar el tipo de lesiones que se encuentran afectando el puente de la iglesia de las Nieves en la ciudad de Tunja y evaluar el grado de afectación patológica.
- 2.1.2 Realizar caracterización del material de fachada del puente de la Iglesia de las Nieves.
- 2.1.3 Elaborar diagnóstico patológico del puente de la Iglesia de las Nieves de la ciudad de Tunja
- 2.1.4 Exponer posibles soluciones para el tratamiento de las lesiones encontradas en el puente de las Nieves del Municipio de Tunja, sin realizar afectaciones bruscas a nivel arquitectónico o patrimonial.

3. JUSTIFICACIÓN

La relevancia que tuvo Tunja en el pasado, una de las más importantes de la época prehispánica, está construida y dividida en retícula española, deja un legado histórico y cultural de inigualable riqueza, que lo convierte en uno de los centros históricos con mayores valores en Colombia. A pesar de ello, muy diversas razones, han permitido que una parte significativa de ese patrimonio se haya perdido por completo y otra parte se encuentre fuertemente intervenida. Esto se hace especialmente visible en el patrimonio arquitectónico, pero también se evidencia en la pérdida del conocimiento de la historia, el sentido de pertenencia y algunas tradiciones y costumbres.

La preservación de los elementos patrimoniales de la ciudad de Tunja está protegida por el proyecto de recuperación del centro histórico de la ciudad de Tunja.

La iglesia de las Nieves un punto de peregrinación y romería, que es visitada constantemente, adicionalmente frente a esta iglesia se localiza la plazoleta Muiscas, que es punto de manifestaciones culturales, recreativas y artísticas; por lo anterior el puente que comunica estos dos lugares es un elemento estructural y arquitectónico de gran importancia, el cual requiere un mantenimiento periódico con el fin de conservar los inicios de la arquitectura religiosa de los años 60 que se extiende de la fachada de la iglesia las Nieves al puente.

Debido a su constante exposición a eventos culturales, sociales y religiosos, la ausencia de baños públicos, ha convertido el puente en un lugar propenso al vandalismo; el desconocimiento del valor patrimonial de la iglesia, la falta de recursos para la conservación y el mantenimientos de los inmuebles, factores como agentes ambientales y aumento de la contaminación producto del tránsito vehicular, han conllevado a varias lesiones y al deterioro de los elementos arquitectónicos de este importante lugar.

Cuando aparecen grietas, humedades, desprendimientos, entre otras lesiones, estas no han aparecido de forma casual, esto obedece a que sufren un proceso patológico originado por una o varias causas.

Por todo lo anterior se deben tomar medidas preventivas y correctivas para el cuidado, protección, conservación y restauración de los elementos propios de la arquitectura de este importante lugar de romería y parte del centro histórico de la ciudad de Tunja.

4. ALCANCE

Con el diagnóstico patológico del puente de la Iglesia Las Nieves de la ciudad de Tunja se pretende realizar una evaluación, diagnóstico patológico y propuestas de intervención del puente donde se determinan los factores físicos, químicos, mecánicos y biológicos que tienen impacto sobre la estructura, además de una inspección visual detallada de la misma, reportando la apariencia general de todas las lesiones, identificando las áreas afectadas, evaluando su nivel de daño con el fin de determinar la terapia o intervención apropiada que se debe realizar en el puente.

Esta investigación contempló la caracterización del ladrillo a través de ensayos no destructivos tales como absorción, densidad, ensayo de compresión; se hizo uso de la observación y pruebas no invasivas para establecer los resultados obtenidos.

Al destacarse el ladrillo como material predominante de la construcción del Puente de las Nieves e identificar las lesiones que presenta este material ante ataques de los agentes atmosféricos y agentes externos en la ciudad de Tunja se adquieren posibles alternativas de protección del mismo, estos conocimientos permitirán la buena utilización del material en proyectos futuros y permitirán brindar posibles alternativas ante detonantes y enemigos de este material que por su esbeltez, colores y economía hacen llamativas las construcciones.

5. METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo por dos profesionales, estudiantes de Patología de la Construcción de la Universidad Santo Tomas, una Ingeniera Civil: Neyda Carolina López y Arquitecta: Isaura Patricia Jaime Ballesteros; quienes realizaron seguimiento a las lesiones encontradas y aquellas que se presentaron durante el estudio.

Para ello se utilizó la siguiente metodología, dividida en tres grandes etapas que son: Historia clínica y diagnóstico e intervención.

5.1 Etapa 1. Historia Clínica

Inicialmente se realizaron visitas previas en las cuales se observaron las lesiones del paciente, por tal motivo se realizó el estudio de auscultamiento (Historia Clínica), obteniendo una recopilación de la información general y específica del paciente.

Como información necesaria para el estudio, se realizaron los permisos pertinentes en la Casa cural de la Iglesia de las Nieves, análisis del sector mediante el estudio de la zona teniendo en cuenta la planimetría de la ciudad de Tunja y el Plan de Ordenamiento territorial.

Los permisos para la revisión, toma de muestras y mediciones fueron directamente solicitados al Párroco Padre Jesús Belén Díaz, teniendo en cuenta de realizar los ensayos durante días y horarios en los cuales no estaba en servicio la iglesia.

Como proceso de recopilación de información en el campo, se realizó levantamiento arquitectónico, localización y reconocimiento del sitio, visitas programadas al sitio donde se realizó registro fotográfico; la inspección preliminar buscó identificar el nivel de daño general

que tiene la estructura y el tipo de ensayos y acciones a seguir para el planteamiento de hipótesis. Posteriormente se realizaron actividades como búsqueda de información, clasificación y análisis.

5.2 Etapa 2. Diagnóstico

En esta etapa se buscó identificar el nivel de daño y sus causas para poder sugerir recomendaciones para intervenir la edificación.

La recopilación de la información, los ensayos de campo, el conocimiento del material y de su relación con el entorno determinarán los indicios sobre las posibles causas de las diferentes lesiones; posteriormente en el procesamiento de la información se realizó comprobación de hipótesis, pruebas y resultados de seguimiento.

La información se diligenció en fichas, que permitieron identificar puntualmente cada uno de los sectores afectados, esto facilitó tabular la información con el fin de determinar y evaluar el nivel de afectación.

5.3 Etapa 3. Intervención

Una vez realizado el diagnóstico se procede a dar pautas para la intervención, en diferentes aspectos tales como materiales, técnicas y procedimientos para mitigar los daños encontrados en el paciente.

6. MARCO TEORICO

6.1 Puentes

De acuerdo a múltiples significados podemos deducir que un puente es una construcción que permite salvar un accidente geográfico como un río, un cañón, un valle, una carretera, un camino, una vía férrea, un cuerpo de agua o cualquier otro obstáculo físico. El diseño de cada puente varía dependiendo de su función y de la naturaleza del terreno sobre el que se construye.¹

6.1.1 Partes de un puente.

Un puente tradicional diferencia, además de los cimientos, dos partes esenciales: la superestructura y la infraestructura, y en ellas, pueden desglosarse los siguientes componentes básicos:

- Tramo
- Bastión
- Ménsula
- Relleno
- Asiento
- Losa de acceso
- Luz (entre bastiones)

¹ <https://es.wikipedia.org/wiki/Puente>

- Contraventeo
- Tablero, Viga transversal
- Apoyos fijos y de expansión
- Arriostrados laterales o vientos
- Otras secciones: Goznes, juntas de expansión, marcos rígidos, placas de unión, vigas de diversas categorías y superficie de rodamiento.

En cuanto a la estructura arquitectónica, en un puente se pueden distinguir:

- Andén.
- Arcada (arcos).
- Cabeza de puente.
- Estribos y manguardias.
- Ojo.
- Pila, pilar, pilote, zampa.
- Antepecho, barandilla.
- Tajamar
- Zapata.

6.1.2 Tipos de puente

Básicamente, las formas que adoptan los puentes son tres, que, por otra parte, están directamente relacionadas con los esfuerzos que soportan sus elementos constructivos. Estas configuraciones son:

Puentes de viga. Están formados fundamentalmente por elementos horizontales que se apoyan en sus extremos sobre soportes o pilares. Mientras que la fuerza que se transmite a través de los pilares es vertical y hacia abajo y, por lo tanto, éstos se ven sometidos a esfuerzos de compresión, las vigas o elementos horizontales tienden a flexionarse como consecuencia de las cargas que soportan. El esfuerzo de flexión supone una compresión en la zona superior de las vigas y una tracción en la inferior

Puentes de arco. Están constituidos básicamente por una sección curvada hacia arriba que se apoya en unos soportes o estribos y que abarca una luz o espacio vacío. En ciertas ocasiones el arco es el que soporta el tablero (arco bajo tablero) del puente sobre el que se circula (arco bajo tablero), mediante una serie de soportes auxiliares, mientras que en otras el arco es del que pende el tablero mediante la utilización de tirantes (arco sobre tablero). La sección curvada del puente está siempre sometida a esfuerzos de compresión, igual que los soportes, tanto del arco como los auxiliares que sustentan el tablero. Los tirantes soportan esfuerzos de tracción.

Puentes colgantes. Están formados por un tablero por el que se circula, que pende, mediante un gran número de tirantes, de dos grandes cables que forman sendas catenarias y que están anclados en los extremos del puente y sujetos por grandes torres de hormigón o acero. Con excepción de las torres o pilares que soportan los grandes cables portantes y que están sometidos a esfuerzos de compresión, los demás elementos del puente, es decir, cables y tirantes, están sometidos a esfuerzos de tracción.²

² (http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0053.2/contenido/9_clasificacion_puentes.htm)

6.2 Clasificación de los puentes

6.2.1 Puentes de acuerdo a su uso

Un puente es diseñado para ferrocarriles, tráfico automovilístico o peatonal, tuberías de gas o agua para su transporte o tráfico marítimo. En algunos casos puede haber restricciones en su uso. Por ejemplo, puede ser un puente en una autopista y estar prohibido para peatones y bicicletas, o un puente peatonal, posiblemente también para bicicletas.

Para el presente estudio se define Puentes Peatonales

Los puentes peatonales son utilizados únicamente por personas, para cruzar sobre caminos u otros obstáculos que de otra forma presentan dificultades o son peligrosos. Estos tipos de puentes son comunes en áreas urbanas en donde las autopistas o vías tienen demasiado tráfico como para permitir a las personas un acceso sencillo. Con frecuencia se construyen con una variedad de materiales que incluyen concreto, acero o madera.³

Otro de los aspectos a tener en cuenta en la clasificación de los puentes son los materiales, en los cuales se pueden construir de acuerdo a su uso, clima y luz. En la antigüedad, se utilizaba principalmente madera y posteriormente roca. Más recientemente se han construido los puentes metálicos, material que les da mucha mayor fuerza. Los principales materiales que se emplean para la edificación de los puentes son:

- Piedra
- Madera
- Acero

³ http://www.ehowenespanol.com/tipos-puentes-segun-info_576783

- Hormigón armado (concreto)
- Hormigón pretensado
- Hormigón potenzado
- Mixtos

De acuerdo al enfoque del estudio Puentes de Mampostería, en la antigüedad se utilizaba la piedra, en inicios del siglo XX se empieza a utilizar materiales como el ladrillo o el concreto en masa. El ladrillo, para el constructor de puentes, es un pequeño sillar con el que se pueden hacer arcos de dovelas yuxtapuestas; por tanto la morfología de los puentes de ladrillo es la misma que la de los puentes de piedra. El puente de piedra es el puente histórico por excelencia. Actualmente el arco de piedra como técnica para hacer puentes es solamente historia; ya no se construyen puentes de este tipo porque resultan excesivamente costosos, salvo casos excepcionales en parques o lugares naturales protegidos, con una intención puramente paisajística, y muchos de ellos son de concreto enchapados de piedra.

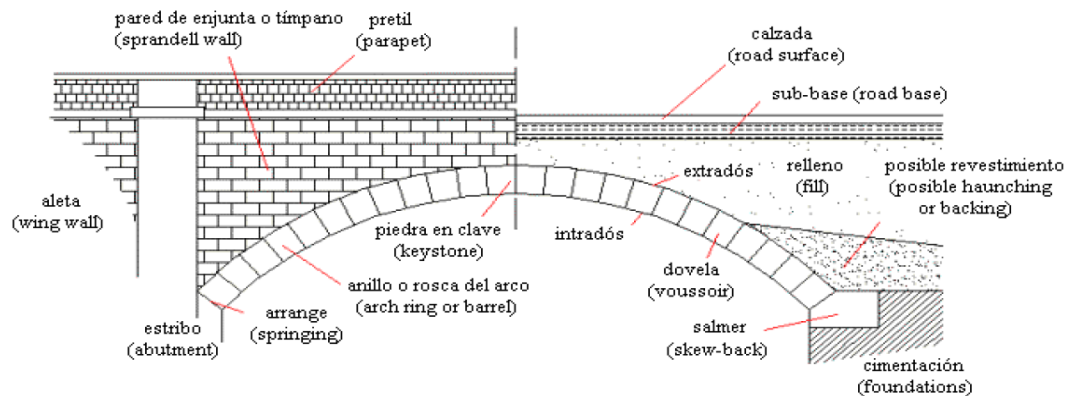


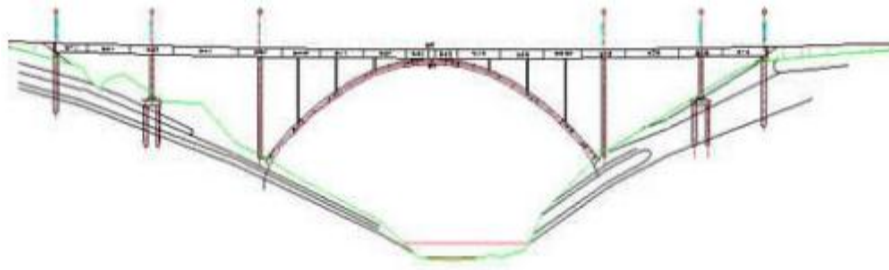
Fig.1 Principales constituyentes y geometría de un puente arco.

(Fuente: Ensayo hasta rotura de un puente arco de obra de fábrica construido en laboratorio 2002)

La construcción de los puentes de piedra es bastante simple, todas estas cualidades hacen del arco el sistema estructural más perfecto, y casi podríamos decir que único, para construir puentes con los materiales de construcción durables que se conocían hasta la aparición del hierro: la

piedra y el ladrillo. Por ello, mientras sólo existieron estos materiales, no hubo ningún cambio sustancial en los puentes de arco.

El arco es una estructura resistente que, gracias a su forma, salva una determinada luz mediante una pieza lineal curva o poligonal, sometida básicamente a esfuerzos de compresión, evitando o reduciendo los esfuerzos de flexión a valores poco significativos en su comportamiento estructural. Es por tanto la estructura más adecuada para los materiales aptos para resistir compresiones, porque en él, las tracciones se pueden evitar o reducir al mínimo.



*Fig.2 Esquema de puente tipo arco.
(Fuente: Ensayo hasta rotura de un puente arco de obra de fábrica construido en laboratorio 2002)*

Para conseguir este comportamiento basado en las compresiones, la forma del arco debe coincidir, o aproximarse en lo posible, a la línea generada por la trayectoria de una de las posibles composiciones de las fuerzas que actúan sobre él, es decir, a una línea anti-funcular del sistema de estas fuerzas. La línea anti-funcular es la inversa de la línea funicular, que es la forma que adopta un hilo flexible cuando se le aplica un sistema de fuerzas. Por cada sistema de fuerzas, habrá infinitas líneas funiculares, una por cada longitud diferente del hilo.

Los extremos del arco, por condiciones de equilibrio del anti-funcular de las cargas, deben ser inclinados y, por tanto, las fuerzas que se transmiten a los apoyos son igualmente inclinadas esto significa que los apoyos del arco deben soportar además de fuerzas verticales, fuerzas horizontales de gran magnitud, condición básica para que el efecto arco se produzca. Si no hay

coacción horizontal se tendrá una viga curva, no un arco.

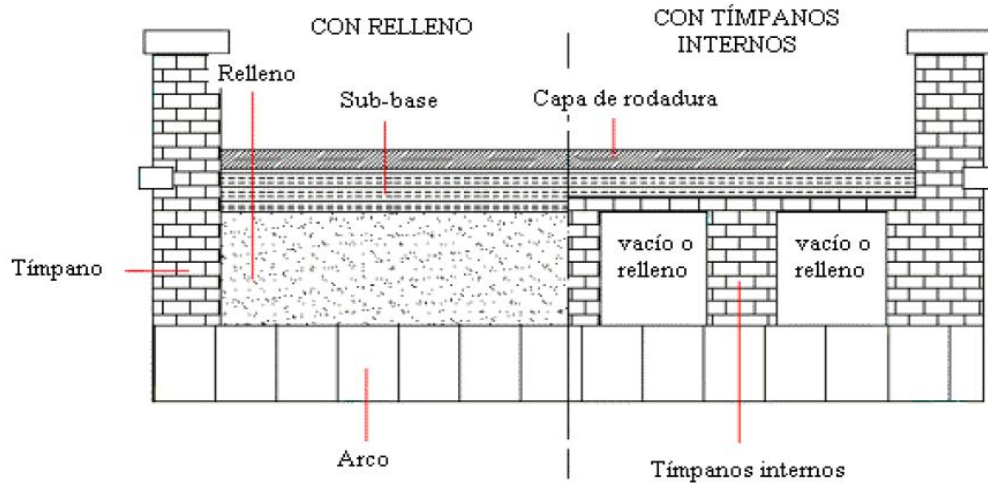


Fig.3 Sección transversal de un puente arco de obra de fábrica. Con o sin tímpanos internos (Fuente: Ensayo hasta rotura de un puente arco de obra de fábrica construido en laboratorio 2002)

La forma ideal de trabajar del arco, que es mediante esfuerzos axiales únicamente, evitando las flexiones, permite reducir al máximo la cantidad de material que necesita la estructura.

Para que la estructura funcione como tal, no sólo se requiere la forma arqueada, es necesario que en sus apoyos haya una restricción horizontal. Esta coacción horizontal da lugar a unas reacciones horizontales, que requieren buenas propiedades mecánicas del terreno de cimentación para que pueda soportar estas acciones. La transmisión de los empujes horizontales ha sido siempre una de las mayores dificultades de los puentes arcos en particular.

Se describen a continuación cada uno de ellos:

- El arco empotrado. Es el que teóricamente tiene flexiones más pequeñas para una determinada carga, pero es el más hiperestático, y por lo tanto al que más le afecta el fenómeno de la temperatura, fluencia, retracción, asentamiento de apoyos, etc. Es además el que requiere de unas cimentaciones mayores.

- El arco biarticulado. Tienen forma de la luna en cuarto siguiendo la ley de los momentos flectores; por ello tiene peralte máximo en el clave y mínimo en arranques, donde están situadas las articulaciones.
- El arco tri-articulado. Es isostático, por lo tanto, las flexiones en él no se ven afectadas por las deformaciones de los apoyos, ni por los fenómenos de fluencia, retracción o temperatura; únicamente se ven afectados si las deformaciones son muy grandes y el arco pierde su forma.

Según la posición de la rasante del pavimento respecto del arco, se clasifican así:

- El puente de tablero superior. Es el que tiene el tablero por encima del arco; siendo esta tipología la más frecuente



*Fig.4 Puente del Cold Spring Canyon, Santa Barbara (USA). Longitud del vano: 365 m.
(Fuente: Evaluación estructural de un puente a través de una prueba de carga estática 2005)*

- El puente de tablero intermedio. Tiene el tablero a una altura intermedia entre los arranques y el clave del arco. Éste, para no invadir la plataforma, se tiene que desdoblar en dos cuchillos laterales, o situarse en el eje del tablero; el cual se colgará del arco en la zona central y se apoyara en él, en los extremos



*Fig.5 Puente de Fremont, Portland (USA), 1973. Longitud del vano: 383 m.
(Fuente: Evaluación estructural de un puente a través de una prueba de carga estática 2005)*

○ El puente de tablero inferior. Se le puede llamar también arco superior, tiene el tablero a la altura de los arranques del arco; esta disposición se utiliza para evitar uno de los inconvenientes de los arcos, que es la transmisión de fuerzas horizontales al terreno; para ello se solidarizan el arco y el tablero, y éste sirve de tirante al arco, resistiendo la fuerza horizontal de sus extremos mediante una tracción en él. Aunque no siempre se da esta situación, los puentes de este tipo, que actualmente se diseñan, se hacen pensando en aprovechar este comportamiento.



*Fig.6 Puente de Tangermunde sobre el Elba, (Alemania). Longitud del vano: 185
(Fuente: Evaluación estructural de un puente a través de una prueba de carga estática 2005)*

6.3 Materiales utilizados en puentes coloniales

Con respecto a los métodos de construcción se sabe que al principio de la época colonial los materiales fueron simples y pobres, se usó adobe y tapial para los muros, paja y artonados de madera para las cubiertas de los edificios. Algún tiempo después los muros se volvieron más gruesos y los arquitectos cubrieron sus edificios con bóvedas de cañón y bóvedas hechas de mampostería.

La durabilidad, resistencia e indestructibilidad de los puentes antiguos en arco se debe a que fueron edificados en un solo cuerpo y en lo masivo de sus cimientos.

Los puentes de mampostería, especialmente aquellos elaborados en ladrillo, son los han sufrido menores cambios y modificaciones a través del tiempo.

El ladrillo es un elemento de arcilla que es utilizado comúnmente en las construcciones, puede ser a nivel de estructura, soportando cargas o simplemente como diseño de fachadas o elementos decorativos.

El ladrillo, que comúnmente se realiza de arcillas, es el resultado de someter a este material plástico, a un proceso de amasado y secado que se vitrifica mediante cocción a altas temperaturas. Tiene dos formas de secado, una de ellas secado natural y otra el secado mediante horno.

6.3.1 Elaboración del ladrillo

La producción de ladrillos puede llevarse a cabo de tres formas:

Artesanal: Ladrillo fabricado con procedimientos predominantes manuales, el amasado o moldeado es hecho a mano. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad.

Semi-Industrial: Es el ladrillo fabricado con procedimientos manuales, donde el proceso de moldeado se realiza con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye, a baja presión, la pasta de la arcilla. El ladrillo producido semi-industrial se caracteriza por presentar una superficie lisa.

Industrial: es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea, y prensa o extruye la pasta de la arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad.

En la elaboración se distinguen dos procesos el de secado y la cocción, el proceso de secado consiste en el desprendimiento del agua unida físicamente a la pasta dentro de este proceso hay un proceso conocido como pre secado, el cual consiste en dejar durante un tiempo el ladrillo recién moldeado en el mismo lugar donde fue hecho para que pierda humedad y sea posible su manipulación.

El proceso de cocción consiste en someter los ladrillos previamente secados a condiciones de alta temperatura por tiempos prolongados en hornos, con el fin de que adquieran sus propiedades mecánicas y físicas, ya que la arcilla sin cocer tiene propiedades muy bajas. Con este proceso no solo consiguen las propiedades físicas y mecánicas sino también la apariencia final.

Muchos constructores han adoptado el ladrillo como uno de los materiales más importantes y más usados, su aplicación no se reduce a un simple cerramiento sino que empieza a cumplir funciones estructurales, para esto el ladrillo debe cumplir con diferentes normas y técnicas establecidas, la mayoría se fabrican en sitios que no tienen control industrial sino que son elaborados de forma artesanal y no tienen ningún control de calidad.

En el Departamento de Boyacá se vienen realizando actividades por parte de Corpoboyacá para evitar la contaminación con los hornos en los que se fabrican los ladrillos, haciendo hornos amigables con el medio ambiente y capacitando a sus propietarios en la fabricación; es importante resaltar que la mayoría de estos hornos no cumple con estándares de calidad y de ahí la importancia de las capacitaciones para poder producir ladrillos y bloques de buena calidad.

Para que un ladrillo se considere bueno debe poseer las siguientes características generales: estar bien moldeado, ser poroso, no contener sales solubles para no propiciar eflorescencias, tener un sonido metálico al ser golpeado con un martillo o un objeto similar, esto es muestra que está bien cocido y no tener defectos como fisuras.

En el ladrillo se pueden fácilmente identificar dos propiedades: las físicas relacionadas a con la estética del material como el color y la textura; y las propiedades de ingeniería relacionadas con la resistencia a la compresión y variabilidad dimensional

6.3.2 Secuencia de construcción de un puente de arco.

Desde esta cimentación, los pilares son levantados hasta la base de los arcos, después se fabrican los marcos provisionales, normalmente con maderas y tablas. Desde cada arco de un puente multi-arco se transmitirán unas cargas sobre sus vecinos, por esto, es necesario construir todos los arcos al mismo tiempo (y al mismo ritmo), para que las fuerzas que se produzcan, se compensen entre arcos consecutivos. Las cargas que producen los arcos de los extremos del puente son transmitidas al terreno por los cimientos en los taludes laterales del río o cañón, o bien con grandes cuñas formando rampas a las entradas en el puente, que también pueden estar formadas por más arcos. La mayoría de arcos son construidos simultáneamente en el marco

provisional, cuando la estructura básica de cada arco está construida, el arco se estabiliza con un relleno interior de albañilería entre los arcos formando unas paredes a los laterales del puente, que pueden ser dispuestas en horizontal formando también los muros laterales. Una vez formadas estas dos paredes se rellena el interior con material suelto y cascajo. Finalmente se constituye la vía y se construyen los muros o barandas.⁴

6.4 Fallas más frecuentes en los puentes

A nivel de fallas que se presentan en los puentes, pueden ser:

- Fallo debido a corrosión
- Falla por la fatiga de los materiales
- Falla al viento
- Falla por causa de un diseño estructural inadecuado
- Falla por terremotos
- Falla por un procedimiento inadecuado de construcción
- Fallos fueron por sobrecarga o impacto
- Falla por materiales defectuosos
- Falla en la cimentación.

⁴ www.wikipedia.org y RENATA CECILIA HERNÁNDEZ DURINI Universidad de San Carlos de Guatemala y

7. MARCO LEGAL

En primer lugar en cuanto al marco legal es importante tener en cuenta la ubicación del Puente de la Iglesia de las Nieves descrito en el Plan Especial de Manejo y Protección del Centro Histórico y su zona de influencia de la ciudad de Tunja, por esto se debe tener en cuenta la normatividad del Ministerio de Cultura con respecto a inmuebles declarados bien nacional, de igual manera la normatividad técnica en el caso de diseñar y proponer alternativas de intervención para el mantenimiento o restauración del puente.

Es importante hacer una referencia legal, de las leyes nacionales que protegen este tipo de patrimonios que dan recomendaciones para su conservación.

7.1 Normatividad Nacional

En Colombia se inicia a partir de siglo XX con legislación y documentación para la conservación integral, rehabilitación y conservación del patrimonio cultural.

- El manual de manejo de sitios culturales del patrimonio mundial indica que “El patrimonio cultural tangible es uno de los más importantes recursos no renovables del mundo, se necesita de un esfuerzo especial para compensar el desequilibrio entre nuestras propuestas necesidades y de su protección”⁵
- Ley de 163 del 30 de diciembre de 1959, por la que se dictan medidas sobre la defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la nación en 1933; la séptima conferencia internacional americana, acuerda fijar como monumentos inmuebles además de los de origen colonial y prehispánico, a los que estén relacionados

⁵ CITA . JOKILEHTO, Jukka y FEILDEN, Bernard M. Manual de los sitios del Patrimonio Cultural ICCRO. UNESCO. ICOMOS. Bogotá; Actualizada Instituto Colombiano de Cultura-Colcultura- 1995. P 30

con la lucha por la independencia y con el periodo inicial de la organización de la república. Se estipula además colaborar con la defensa y conservación de muebles e inmuebles que conforman el patrimonio de origen eclesiástico.

- LEY GENERAL DE CULTURA 397 DE 1997: Título II, Artículo 11, Régimen para los Bienes de Interés Cultural. Numeral 2: Intervención.
- LEY 1185 DE 2008: Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997.
- Artículo 7, numeral 2: Intervención.
- DECRETO 763 DE 2009: por el cual se reglamenta parcialmente lo correspondiente al patrimonio cultural de la Nación de naturaleza material
- Capítulo V: Intervención de BIC.
- Artículo 40: Principios generales de intervención.
- Artículo 41: Tipos de Obras para BIC inmuebles.
- Capítulo VI: Registro de profesionales para la supervisión.
- RESOLUCIÓN 0983 DE 2010: Por la cual se desarrollan algunos aspectos técnicos relativos al patrimonio cultural de la Nación de naturaleza material.
- Capítulo Sexto, Artículo 26 y 27: Intervenciones Mínimas.
- Capítulo Séptimo: Requisitos para autorizar la intervención de BIC.
- RESOLUCIÓN 1359 DE 2013: Por la cual se delimita el área afectada y la zona de influencia de los bienes de interés cultural del ámbito nacional que no cuenten con estas áreas definidas.
- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA 1991” 6

⁶ Consejo Superior de la Judicatura, Sala Administrativa Centro de Documentación Judicial (CENDOJ) Constitución Política de Colombia 1991. Actualizada con los actos legislativos 2010. Diseño, Diagramación e Impresión Imprenta Nacional de Colombia. 2010.

- ARTÍCULO 8°. Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.
- ARTÍCULO 63. Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables.
- ARTÍCULO 72. El patrimonio cultural de la Nación está bajo la protección del Estado. El patrimonio arqueológico y otros bienes culturales que conforman la identidad nacional, pertenecen a la Nación y son inalienables, inembargables e imprescriptibles. La ley establecerá los mecanismos para readquirirlos cuando se encuentren en manos de particulares y reglamentará los derechos.
- ARTÍCULO 82. Es deber del Estado velar por la protección de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual prevalece sobre el interés particular.
- ARTÍCULO 95. La calidad de colombiano enaltece a todos los miembros de la comunidad nacional. Todos están en el deber de engrandecerla y dignificarla. El ejercicio de los derechos y libertades reconocidos en esta Constitución implica responsabilidades. (...).
Son deberes de la persona y del ciudadano:
- Numeral 8. Proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.
- ARTÍCULO 101. (...) También son parte de Colombia, el subsuelo, el mar territorial, la zona contigua, la plataforma continental, la zona económica exclusiva, el espacio aéreo, el segmento de la órbita geoestacionaria, el espectro electromagnético y el espacio donde actúa, de conformidad con el Derecho Internacional o con las leyes colombianas a falta de normas internacionales.

7.2 Normatividad de Patrimonio histórico de Tunja

El Ministerio de Cultura dentro de su plan especial de manejo genera la resolución No 0428 del 27 de marzo de 2012 por la cual se aprueba el plan especial de manejo y protección del centro histórico de Tunja y su zona de influencia, declarado bien de interés cultural del ámbito nacional

Decreto No. 0051 del 07 de Febrero de 2014 - Por el cual se establecen directrices para la intervención de inmuebles en zonas de reserva para futura afectación para espacio público declaradas en el PEMP del Centro Histórico de Tunja

Decreto No. 0045 del 22 de Enero de 2013 - Por medio del cual se conforma y reglamenta el Comité Técnico Asesor de Patrimonio para el Centro Histórico de Tunja y su Zona de Influencia

7.3 Normatividad técnica

Antes de 1984 la práctica de la ingeniería estructural se basaba en normas vigentes en otros países, que tuvieran reconocida aceptación. Fue hasta el 7 de junio de 1984, cuando por medio del decreto 1400 se generó la primera normativa colombiana de construcciones sismo resistentes, que surgió como respuesta a la tragedia en víctimas y daños materiales que constituyó el sismo de Popayán del 31 de marzo de 1983,

Sin embargo, ya en 1978 el Instituto Colombiano de Productores de Cemento, ICPC, había realizado una traducción oficial del código del ACI de 1977 (ACI 318-77), bajo licencia de sus autores.

Actualmente la normatividad a implementar para la estructura es la Norma Sismo Resistente

NSR-2010.

Dadas las condiciones del puente puede ser evaluado junto a la estructura de la iglesia las Nieves o puede evaluarse como elemento independiente, y en dicho caso se tendrá en cuenta la Norma Código Colombiano De Diseño Sísmico Para Puentes Versión 14.

7.4 Normatividad de la mampostería

Para este proyecto tomaremos el puente de acceso a la iglesia de las Nieves, puente que está construido en mampostería a la vista y presenta diferentes patologías las cuales estudiaremos, analizaremos y daremos un concepto para su protección y mantenimiento.

En nuestro país existen normas técnicas para la elaboración de los ladrillos y su comercialización

- NTC 296: Ingeniería civil y arquitectura, dimensiones modulares de unidades de mampostería de arcilla cocida. Ladrillos y bloques cerámicos.
- NTC 1000: Metrología, Sistema internacional de unidades ISO 1000
- NTC 4017: Métodos de muestreo y ensayo de unidades de mampostería y otros productos de arcilla.
- NTC 4051: Productos cerámicos para construcción, definiciones y términos.
- NTC 4205-2: Unidades de mampostería de arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos.
- NTC 4076: Unidades de concreto bloques y ladrillos para mampostería no estructural.
- NTC 4205-3: Unidades de mampostería de arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos.

8. HISTORIA CLINICA

8.1 Selección del Paciente. Puente De Iglesia Las Nieves, Tunja.

El paciente fue seleccionado teniendo en cuenta las directrices y conocimientos aprendidos durante los módulos de las cátedras del posgrado ESPECIALIZACION DE PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION, en temas relacionados con el módulo de mampostería, específicamente en el ladrillo; teniendo en cuenta que este material es frecuentemente usado en la región por sus características y por su fácil producción en el medio.

La ciudad de Tunja es una de las ciudades colombianas donde a pesar de la destrucción de gran parte del patrimonio histórico, todavía se destacan inmuebles de ladrillo, piedra y otros materiales característicos de las épocas coloniales y republicanas, algunos en buen estado y otros en peligro de perderse.

El Puente de las Nieves, como una de las construcciones de la ciudad, hizo del ladrillo un emblema urbano y se encuentra en notable deterioro. El puente objeto de investigación de este proyecto se encuentra enmarcado en plan Bicentenario que se llevará a cabo en la ciudad de Tunja, descrito en el Plan Especial de Manejo y Protección del Centro Histórico y su zona de influencia en el cual se proyecta realizar recorridos turísticos dentro del centro histórico con diferentes paraderos ubicados de forma estratégica en zonas relevantes de la ciudad como lo son: Plazoleta de las Nieves, Plazoleta de San Francisco, Plaza Bancaria, Bosque de la Republica, Colegio El Rosario, Pila del Mono y Parque Pinzón. Los inmuebles declarados bien nacional que se encuentran dentro de este recorrido serán estudiados, restaurados y protegidos para que el recorrido sea agradable al turista.

8.2 Localización.

El puente de las Nieves, se encuentra ubicado en la ciudad de Tunja Municipio del Departamento de Boyacá, está incluido dentro del área del centro histórico. Ubicado en la Carrera 9 # 25 - 74. Con Latitud: $5^{\circ}48'13.32''$ y longitud: $-73^{\circ}2'4.56''$

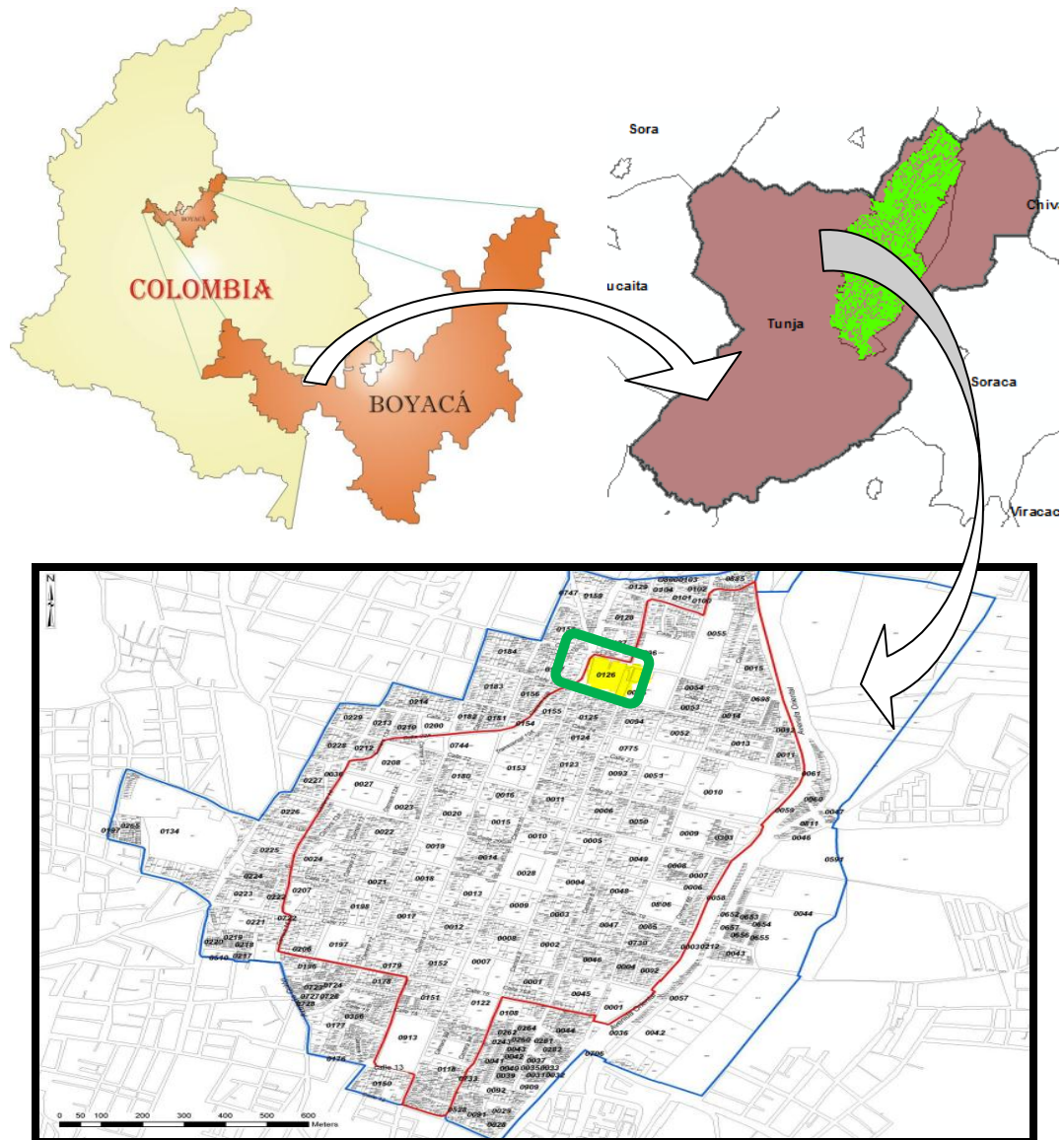


Fig.7 Localización del Paciente: Fuente. Google 2016

8.3 Antecedentes.

El centro histórico de Tunja fue declarado Patrimonio Nacional en 1959, de ahí en adelante se han declarado lugares específicos como lo son la Casa Cultural Gustavo Rojas Pinilla, en 1986 y la Plaza de Mercado en 1990.

La iglesia colonial fue construida en el año 1600 por orden de la familia Sanabria. La construcción actual de la Iglesia de las Nieves, obedece a una reconstrucción de la iglesia inicial, debido a que la anterior amenazaba con caerse en un costado. La actual iglesia inició su construcción el 26 de febrero de 1961, por la comunidad de los Padres Salesianos quienes modernizaron la iglesia, conservando las principales joyas artísticas, pictóricas y escultóricas, como herencia hispánica.

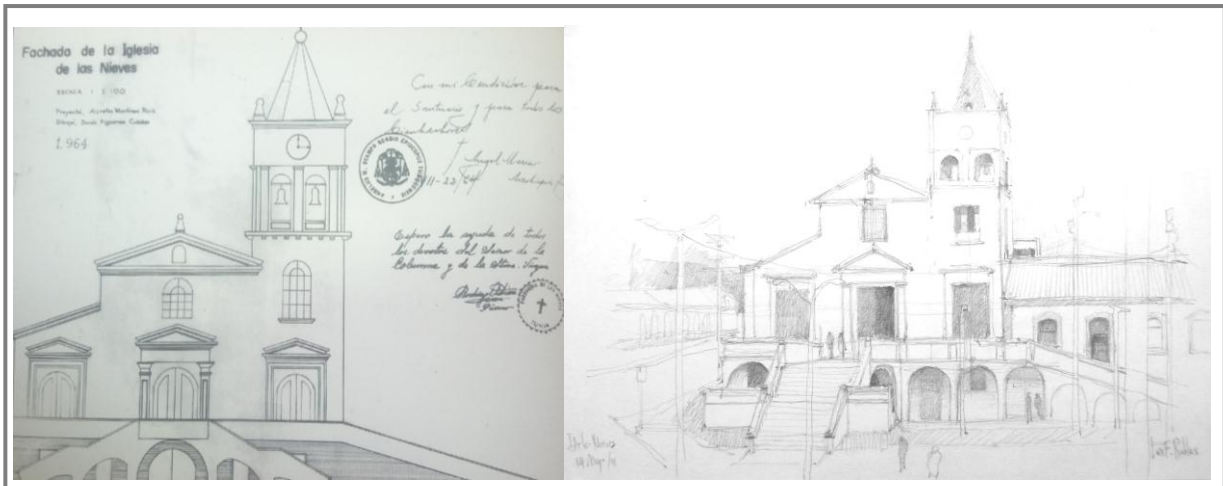


Fig.8 Dibujo a mano fachada de iglesia y dibujo articulación de puente
(Fuente: Historia salesiana Tunja. Sep./2003)

El puente pertenece a la Iglesia de las Nieves, bajo el manejo de la comunidad salesiana. Este puente comunica la parroquia con la plazuela Muisca donde se desarrollan encuentros sociales, políticos y culturales. El año antes de la celebración del centenario de la ciudad (1939) no

existía la plazuela Muiscas; la comunidad salesiana propuso al entonces gobernador de la época Doctor José Joaquín Castro Martínez la construcción de la plazuela para la realización de celebraciones religiosas y comerciales del sector, quien reconoció la importancia de la obra y la cual se llevó a buen término.

En 1930 en Tunja se establece una reglamentación de las edificaciones que se construirían dentro de la ciudad. Esta medida se articularía con el plan desarrollado en 1932, en el que se definiría el límite de crecimiento que requería la ciudad. Esta última medida se relaciona con los acontecimientos que estaban sucediendo en la capital, con el trazado de nuevas urbanizaciones y el control de proyectos particulares.

La construcción de barrios o viviendas en serie fue una de las medidas adoptadas en Tunja, como en el caso del barrio Popular, el cual se establecería como el primero con estas características, ejecutado en los años cincuenta. El crecimiento de la ciudad sería a partir de los ejes viales. Otro elemento que define el crecimiento de la ciudad es la incorporación del ferrocarril (sector oriental de la ciudad), que ocasiono un borde de algunas manzanas que hasta este momento no se habían consolidado.

Este mayor flujo de personas, a partir del ferrocarril y los inicios de la industrialización incorpora otros equipamientos adicionales como la plaza de mercado y el Teatro Municipal, la construcción de parques y plazuelas, la creación de la fábrica de licores, ubicada en primer lugar en la parroquia de Las Nieves (trasladada posteriormente a su ubicación actual).

El puente de la iglesia de las nieves, integrado a la nueva plazuela llamada plazuela de los muiscas. Por lo anterior este se puente se convierte un elemento representativo de la arquitectura contemporánea de los años 60.

La plazuela Muiscas tiene una relación tanto con el templo como con la historia natural de la

ciudad. La manzana urbana donde se ubica la plazoleta, aunque fue construida y planeada desde la colonia, nunca se consolidó totalmente, pues claramente se observa en fotografías aéreas en el paso de la cárcava, pasando antes por ahí una quebrada, que posteriormente fue rellenada.



Fig.9 Fotografía entrada templo y fotografía plazoleta de las Nieves en ceremonia típica de la época (Fuente: Historia salesiana Tunja. Sep./2003)

Teniendo en cuenta lo anterior y como comunicación entre plazoleta e iglesia, inicialmente se desarrollaron las rampas para acceder a la iglesia como se muestra en la figura 13, posteriormente en los años 60 se rediseña un elemento urbano que respondiera a los niveles que se localizan en el terreno, creándose el Puente de las Nieves.

8.4 Análisis general del entorno

El entorno de toda construcción es el concepto fundamental para entender la obra, en este caso la iglesia de las Nieves fue el principal generador de la arquitectura del puente dando una identidad propia al lugar, enalteciendo el uso del ladrillo en su fachada y la relación directa con

la plazoleta Muisca la cual se convierte en uno de los principales espacios de relación con las demás construcciones y su uso propiamente dicho.

8.4.1 Edificaciones u obras vecinas

El lugar de localización del puente es el ingreso al centro histórico de la ciudad de Tunja, lo rodean vías en doble sentido con un flujo vehicular, debido a que a la cercanía del Colegio Salesiano de Tunja, la sede central de la EPS Cafesalud y la plazoleta Muisca. En el mismo sector se encuentra el asilo de Tunja y viviendas de 2 y 3 niveles.

En el sector también se han adelantado recientemente construcciones de edificaciones de más de 5 niveles con sótanos y semisótanos.

La plazoleta Muisca también denominada como plazoleta de las Nieves es siempre conocida por su amplia variación tanto en eventos culturales como de comercio de minoristas como ferias de artículos artesanales hace que el puente se convierta en protagonista en la relación cultural y religiosa de la ciudad.



Fig.10 Fotografía plazoleta puente e iglesia. Fuente. Google 2016

8.4.2 Medio ambiente.

La ciudad de Tunja, localizada en el Valle del Alto Chicamocha en la región del Altiplano Cundiboyacense, sobre la Cordillera Oriental de los Andes en el centro del país, se encuentra a 2830 metros sobre el nivel del mar, la meseta hacia el centro y sur de la ciudad donde se encuentra el Centro Histórico y las Colinas donde alcanza los 3000 metros en los barrios de la zona occidental.

De clima frío la ciudad de Tunja presenta una temperatura media es de 13°C, aunque se presentan variaciones extremas desde los 4°C en las madrugadas y hasta 23°C al medio día con presenta una humedad relativa variable del 74% al 82%.

Los valores anuales de precipitación media registrados por la estación UPTC corresponden a 702,9 mm; en la estación de Villa Luisa se registran valores de 1031,8 mm, en Villa de Leyva valores de 1094 mm y valores de 861,9 mm en la estación de Belencito.

Se presentan registros de evaporación altos que se concentran en el período seco, es decir de diciembre a marzo con valores medios totales mensuales que se encuentran en el rango de 115 y 125 mm de evaporación. Para el resto de los meses de período húmedo la variación se encuentra entre 82 y 100 mm. El total de evaporación media en el municipio de Tunja es de 1240,3 mm/año.

Durante la temporada húmeda los valores de brillo solar son los más bajos y para la temporada seca con valores más altos. El valor total medio anual de brillo solar para la zona es de 1969,5 horas.

8.4.3 Geología

El área de estudio se encuentra ubicada en la Cordillera Oriental y hace parte de la meseta Cundiboyacense. Las formaciones presentes en la zona hacen parte de la secuencia conformada por rocas de origen sedimentario depositadas durante el Cretácico, Terciario y Cuaternario entre las cuales encontramos: Formación Churuvita (Ksch), Formación Conejo (Kscn), Grupo Guadalupe (Ksg), Formación Guaduas (Tkg), Formación Cacho (Tpc), Formación Bogotá (Tpb), Formación Tilata (TQt) y los diferentes depósitos cuaternarios.

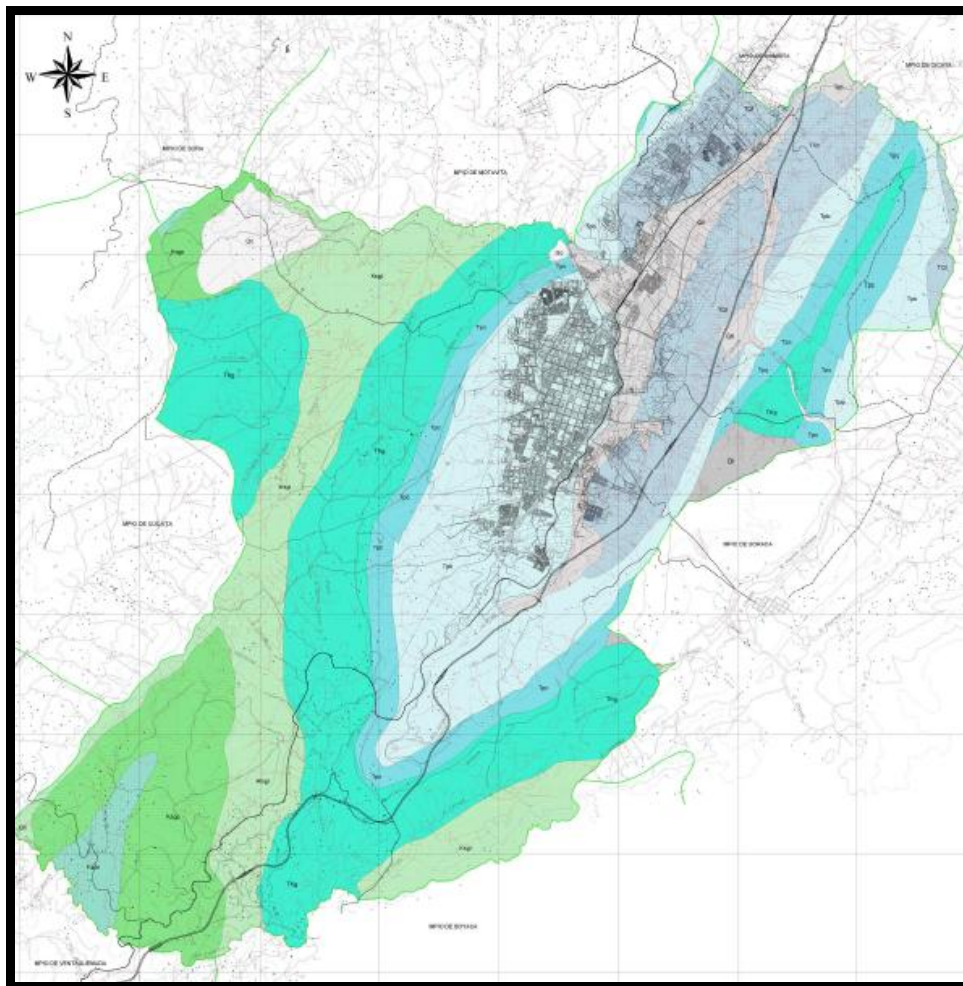


Fig.15. Plano geológico Ciudad de Tunja. (Fuente. Actualización POT 2014)

8.4.4 Topografía y pendientes

La topografía observada permitió clasificar el terreno así:

- *Terreno Plano:* Con pendientes ente el 0 y el 3%, localizado en los sectores: NE del Casco Urbano, en las riveras del Río Jordán, Vereda Pirgua y Hacienda el Cazadero.
- *Terreno Semiplano:* Con pendientes entre el 3 y el 7%, localizado en los sectores: Vereda Tras del Alto, sector Hacienda Oratorio y zona Este del Casco Urbano.
- *Terreno Ligeramente Ondulado:* Con pendientes entre el 7 y el 12%, localizado la parte media de la quebrada La Colorada, Sector Occidental de la Vereda Pirgua, Vereda la Hoya, Vereda Barón Germania y zona centro del Casco Urbano
- *Terreno Ondulado:* Con pendientes entre el 12 y el 25%, localizado en los sectores: Vereda Pirgua, Tras del Alto, Vereda La Colorada, Vereda Chorro blanco, Vereda la Hoya y Vereda Barón;
- *Terreno Quebrado:* Con pendientes entre el 25 y el 50%, localizado en los sectores: zona centro - oriental del Municipio, parte occidental del Casco Urbano, sector central Vereda de Pirgua y zona sur-occidental del Municipio.
- *Terreno Escarpado:* Con pendientes entre el 50 y el 75%, localizado en sectores aislados poco representativos.
- *Terreno Muy Escarpado:* Con pendientes superiores al 75%, que se encuentran en sectores muy aislados del Municipio.

8.4.5 Sismicidad

Los eventos sísmicos más frecuentes en la región, son de origen tectónico y dado la disposición de los ejes de plegamiento (Norte-Sur), las ondas sísmicas más destructivas son aquellas que siguen en dirección paralela a los esfuerzos principales de plegamiento en dirección Este-Oeste. El análisis estructural del proyecto debe contemplar esta situación aplicando la influencia del sismo más crítico en esa dirección y por tanto modulando las estructuras con la mayor rigidez en ese sentido. Para el presente estudio no se realizó análisis de vulnerabilidad sísmica.

8.4.6 Riesgos y Amenazas

El puente comunica a la iglesia de las nieves con la plazoleta del mismo nombre. La plazoleta fue construida sobre una cárcava, lo que presenta una amenaza cercana de grado medio por inestabilidad por baja capacidad portante según el POT. Esta amenaza es más notoria en la plazoleta, el puente esta cimentado sobre terreno (cl) lo cual ha garantizado su estabilidad.

LEYENDA MAPA DE AMENAZAS - ZONA URBANA



TIPO DE AMENAZA	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	GRADO	HECTÁREAS	% DEL ÁREA URBANA
INESTABILIDAD DE TALUDES	Área donde se han cambiado las condiciones originales del talud por ejecución de obras civiles. (Vías)		Medio Alto	4,48	0,23
INESTABILIDAD POR BAJA CAPACIDAD PORTANTE	Construcciones sobre áreas no aptas por ser relleno de cárcavas o del sistema de drenajes naturales.		Medio	72,93	3,69

Fig.11 Descripción del mapa riesgos zona del puente de acuerdo a Actualización POT 2014

LEYENDA MAPA DE AMENAZAS - ZONA URBANA					
TIPO DE AMENAZA	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	GRADO	HECTÁREAS	% DEL ÁREA URBANA
INUNDACIONES	Área de inundación en la ronda de los ríos Jordán y La Vega, con período de retorno cada 7 años.		Alto	277,77	14,06
	Área del valle, más retrado del río, limitante con laderas; presenta períodos de retorno cada 20 años.		Medio Bajo	98,73	4,99
	Áreas puntuales de inundación dentro del perímetro urbano por mal funcionamiento del sistema de drenaje.		Medio Bajo	1,7	0,09
EROSIÓN	Erosión difusa o por escorrentía superficial en láminas o surcos.		Medio Bajo	78,17	3,95
	Erosión por escorrentía superficial concentrada (Cárcavas)		Medio	123,88	6,27
	Erosión por escorrentía sub-superficial		Medio Alto	218,5	11,06
INESTABILIDAD DE TALUDES	Área donde se han cambiado las condiciones originales del talud por ejecución de obras civiles.		Medio Alto	4,48	0,23
INESTABILIDAD POR BAJA CAPACIDAD PORTANTE	Construcciones sobre áreas no aptas por ser relleno de cárcavas o del sistema de drenajes rurales.		Medio	72,89	3,69
SOFUSIÓN	Área de posible afectación por los fenómenos de tubificación.		Medio Alto	380,03	19,23
INCENDIO FORESTAL	Área con cobertura arbórea que presenta susceptibilidad de quemarse.		Medio	6,94	0,35
	Área de posible afectación por fallas propias o inducidas de las estructuras y redes eléctricas de alta tensión.		Medio	152,34	7,71
INSTALACIONES POTENCIALMENTE PELIGROSAS	Área de posible configuración por fallas propias o inducidas de las estructuras y redes de gas.		Alto	254,45	12,87
	Expendios de combustibles		Medio Alto	-	-
	Subestación eléctrica		Medio	-	-

NOTA: Según el mapa de riesgo sísmico, levantado por INGEMINAS, todo el territorio de Turija se encuentra localizado en una zona de amenaza media respecto de movimientos telúricos.

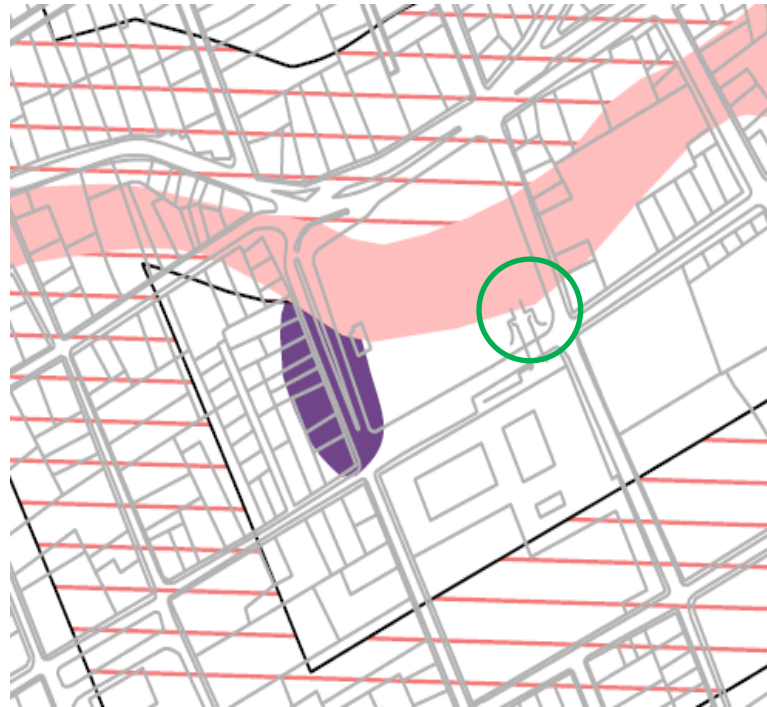


Fig.12 Mapa riesgos zona del puente de acuerdo a Actualización POT 2014

8.4.7 Contaminantes cercanos

El puente está rodeado de vías principales que comunican el norte de la ciudad con el centro histórico, estas vías tienen un tráfico alto por lo que se generan gran polución de partículas que se suspenden en el aire, almacenan en la lluvia y son trasportados por los vientos. Esta situación deteriora ostentablemente los materiales de fachada, generando manchas sobre la mampostería.

Otro contaminante es el excremento de las palomas que se albergan en el templo religioso y que llegan a tener una relación directa con el puente generando suciedad que se almacena en las porosidades del mampuesto.



Fig.13 Flujo vial plazoleta Muiscas. (Fuente: Google 2016)

Como se puede observar en la imagen. El flujo vehicular es constante, multidireccional y en horas pico genera congestionamientos. Toda esta contaminación directa e indirectamente incide en el ensuciamiento de la fachada.

8.4.8 Otras características del entorno

Como se observa en la figura 14 el entorno del puente además de caracterizarse por estar en la zona del centro histórico se establece como punto de encuentro, el cual se rodea de instituciones e hitos reconocidos de la ciudad.



Fig.14 Entorno plazoleta Muiscas. (Fuente Google 2016)

A continuación se resumen las características del entorno del puente de las nieves.

Tabla.1 Características generales del entorno puente de las nieves. (Fuente: autores)

Actividades del sector		Vías de acceso		Servicios públicos			Vías tipo de material	
					SI	NO		
Residencial	x	Principales	x	Acueducto	X		Asfalto vida ppal.	X
Comercial	x	Secundarias	x	Alcantarillado	X		Concreto	X
Institucional	x	Peatonales	x	Energía	X		Recebo	
Industrial		Trasporte publico	x	Gas natural	X		Tierra	
Agrícola		Transporte privado	x	Alumbrado publico	X		Sin asfalto	
Mixto	X						Otro	

8.5 Datos específicos del paciente

El puente de las nieves se encuentra ubicado en el municipio de Tunja, Departamento de Boyacá, se encuentra dentro de la zona catalogada como zona de patrimonio histórico y área de influencia de la ciudad de Tunja.

Construido aproximadamente en el año 1961 como parte complementaria de la Iglesia las Nieves, a cargo de la comunidad salesiana. Una de las primeras obras en emplear concretos reforzados y mampostería a la vista. El puente es de uso peatonal, cuenta con accesos por la plazoleta de los Muiscas y el Colegio Salesiano comunicado mediante rampa que se conserva de la anterior edificación.

Teniendo en cuenta la edad del paciente, 56 años, se realizará para este caso se trata de una aplicación patológica de tipo **geriátrico**.

8.5.1 Descripción del puente

El puente es de carácter patrimonial, es una obra civil privada de uso público. El área total del puente incluyendo la rampa escalones y cambios de nivel corresponde a 286.30 m², distribuidos de la siguiente manera:

Tabla.2 Cuadro de áreas Puente de las Nieves. (Fuente: Autores)

Espacio	Área (m ²)	Ancho promedio (m)	Largo promedio (m)
Rampa	119,60	5.20	23.00
Escaleras	29,70	4.50	6.60
Descansos	39.00	3.00	13.00
Losa superior del puente	98.00	7.05	13.90

La construcción en estudio presenta un solo piso de alturas variable que oscila entre los 4.0 m y 4,5 m, medida desde el nivel del andén de la vía por la carrera novena, hasta la parte superior de la placa.



Fig.15 Fotografía fachada puente de las Nieves (Fuente: Autores)

La parte de las escalinatas de acceso está distribuida en varios niveles como se indica a continuación.

Tabla.3 Cuadro de alturas Puente de las Nieves. Fuente: los autores

Espacio	Altura (m)
Rampa	0,15- 4.50
Arranque carrera 9	0,15
Descanso	1.60
Arranque Plazoleta Muisca	-0,90

8.5.2 Esquema arquitectónico del puente

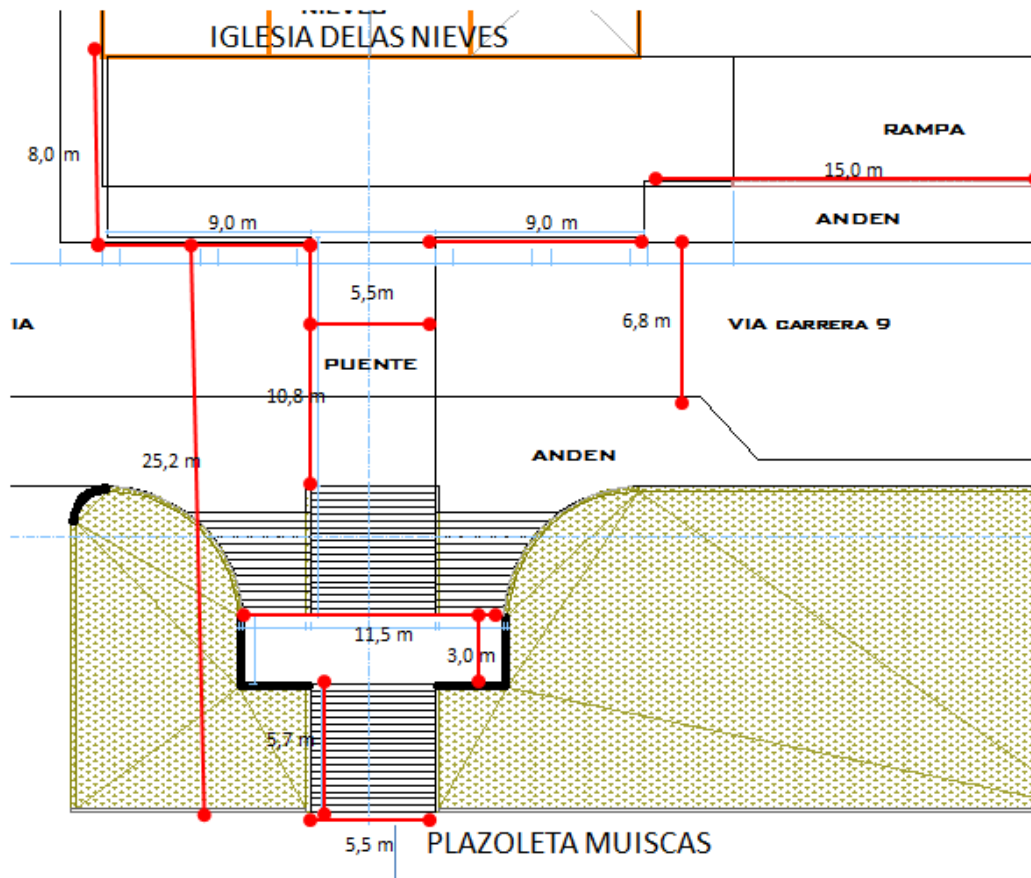


Fig.16 Planta general puente de las Nieves. (Fuente: Autores)

El puente de las Nieves es el elemento que permite el acceso del visitante a la iglesia por la plazoleta Muiscas la cual se encuentra a un nivel más bajo de la entrada de la iglesia.

El puente de las Nieves utilizó para su construcción una arquitectura por sistemas de concreto reforzado tradicional con columnas y vigas en arco, además su principal elemento de fachada es el ladrillo a la vista. La arquitectura de ladrillo a la vista es utilizada a partir de los años 30 en la mayoría de las construcciones convirtiéndose en un sistema sobre el cual existe amplia experiencia constructiva en Colombia. El uso principal del ladrillo en el Puente de las Nieves sirve como elemento de transición entre la plazoleta Muiscas que se desarrolla como respuesta a

las fachadas de las viviendas de la arquitectura moderna con el centro histórico de la ciudad de Tunja.

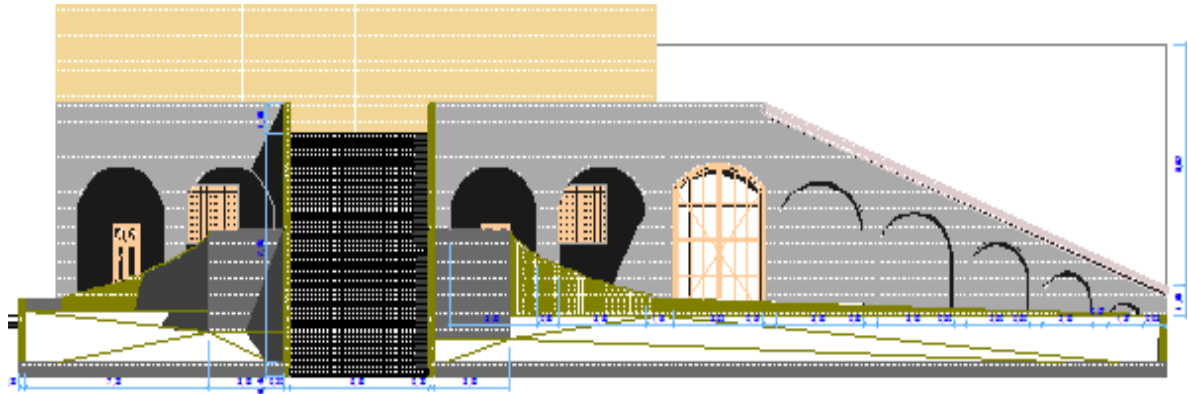


Fig.17 Fachada Puente de las Nieves Vista desde la plazoleta Muiscas. (Fuente: autores)

El puente de las Nieves se encuentra conformado por los siguientes elementos:

ESTRIBO. Conformado por las columnas en concreto reforzado y recubiertas en ladrillo a la vista, su ubicación en un nivel más bajo permite el desarrollo del espacio bajo la iglesia, espacio que es utilizado como osario, además permite proteger y servir de cubierta del andén correspondiente a la carrera 9.

Las columnas perimetrales miden 0,35 x 0,35 m y las columnas principales que sostienen la placa del puente tienen una medida de 0,80 x 0,80 m.

TIMPANO O PARED DE ENJUNTA. Elemento muro en ladrillo a la vista en el puente de las nieves forma cajón con el fin de mejorar el sostenimiento del techo en bajo placa y nivelar la calzada o superficie de rodadura.

El tímpano sobresale sobre la placa del puente y estas a su vez son confinadas con muro en ladrillo las cuales conforman la baranda.

PRETIL. Elemento en ladrillo a la vista permite darle movimiento a la fachada del puente.

En la unión entre la placa y la baranda se resalta elemento de ornamentación creado con ladrillo a la vista con un giro de 45 grados de dos hiladas.

CALZADA o CAPA DE RODAMIENTO. Conformada por tablón tableta de gres. Tiene la función resistir y suavizar el tráfico peatonal.

CIMENTACION. Conformada por zapatas en concreto reforzada con una profundidad de 2m. Zapatas cuadradas de aproximadamente 1.5 x 1.5 m.

ACCESOS. El puente de las nieves tiene dos accesos. Uno de ellos conformado por escalinata en niveles y con un solo descanso, el otro una gran rampa que permite el acceso a personas discapacitadas a la iglesia y que además permite conformar en la parte de abajo el acceso secundario al Colegio Salesiano y a osario del mismo por carrera 9.

ESCALERAS. Comunica la plazoleta de las Nieves con placa del puente, con una diferencia de nivel de 5,60 m; la escalera se desarrolla en cuatro tramos donde tres de ellos llegan a un nivel de 2,80 m tomando como punto de arranque la vía carrera 9, llegando a un descanso y toma la dirección paralela de tramo que desembarca en la placa del puente.

La huella y contrahuella se encuentra enchapada en tableta de gres, la huella no posee ninguna clase de voladizo.

Por debajo de la escalinata se ubica una bodega con ventanas en lámina teniendo su acceso sobre el andén izquierdo de la carrera 9, con puerta de una sola hoja en lámina

BARANDAS. Conformada por muros en ladrillo a la vista a lo largo del cuerpo del puente y de sus accesos.

El remate de la baranda se encuentra fabricado en ladrillo con una inclinación leve como forma de protección a las aguas lluvias y haciendo las veces de pasamanos.

SISTEMA DE ILUMINACION Y SEÑALAMIENTO: Son instalaciones adicionales que sirven para ofrecer mayor protección y seguridad al peatón, en el puente de las nieves se observa que el alumbrado público se encuentra a una altura que permite la visual todo el espacio y no hacen parte de la estructura del puente sino del alumbrado vial.

SISTEMA DE DRENAJES: Son los sistemas que son utilizados para escurrir la superestructura de las aguas pluviales, impidiendo la acumulación de agua en el tablero se localizan en los lados laterales de las barandas del puente estos se ubicaron como solución improvisada.

8.5.3 Sistema estructural y constructivo

El elemento principal que se destaca en esta construcción es el ladrillo, recubriendo todos los elementos estructurales o formando parte de ellos; generalmente con éstos materiales se construyen puentes en arco, ya que sólo resisten esfuerzos de compresión y su duración es ilimitada. Los puentes de ladrillo están formados por bóvedas cilíndricas, sirven para salvar luces de cierta importancia (debido a que no pueden alcanzar grandes luces). El sistema estructural de la bóveda o de cúpula se deriva del arco formado por dovelas yuxtapuestas de ladrillos, apoyados en estribos de mampostería.

No se encuentran referencias documentadas de la construcción del puente, sin embargo en conversación telefónica con el residente de la obra (Ricardo Manrique), informa que el puente esta cimentado sobre zapatas, construido con sistema de pilas, vigas en arco y muros en gravedad para los laterales. Esta información es aceptada como cierta al encontrar una foto de la

construcción de la iglesia donde se evidencia la utilización de refuerzo para las columnas y también se puede evidenciar que las vigas en arco están construidas con concreto.



*Fig.18 Construcción Iglesia las Nieves. Uso de concretos reforzados
(Fuentes: Historia Salesiana Tunja. Sep/2003 y propia)*

8.5.4 Intervenciones previas

No existe un registro oficial de las intervenciones que se han realizado al puente. Las intervenciones locales que se presentan en la parte norte del puente obedecen a tratamientos para corregir los empozamientos, tratamientos de humedades por capilaridad y reemplazo de piezas deterioradas. El retiro de piezas obedece a una solución rudimentaria que se tomó por parte de la comunidad salesiana cuya finalidad es ampliar los pases de agua, para evitar empozamientos.

No se han presentado eventos que hayan afectado anteriormente la obra tales como fuego, choques, impactos, fatiga, explosiones, sobrecargas, vientos, sismos, entre otros, por lo cual no se ha intervenido estructuralmente el puente.

Tabla.4 Intervenciones realizadas. (Fuente: Autores)

INTERVENCION	DESCRIPCION
	<p>REEMPLAZO DE PIEZAS</p> <p>Se observa que se han realizado cambios de piezas, sin tener en cuenta la compatibilidad de las piezas. Se notan los cambios de color y material.</p>
	<p>PROTECCION CON PAÑETE PARA LOS ARRANQUES DE MURO</p> <p>Se observa que como tratamiento a la humedad usando pañete en una altura de 1,20 m. Pero es evidente que no se realizó un pretratamiento que permita la adherencia al material base y no se controló eficientemente la humedad.</p>
	<p>CONSTRUCCION DE PASES Y GARGOLAS</p> <p>Para el manejo de los empozamientos se generaron pases con gárgolas, lo cual es una solución temporal que traslada el problema a la parte exterior</p>

9. DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL PUENTE

9.1 Análisis y descripción de elementos constitutivos del puente

A continuación se presenta el diagnóstico de cada uno de los componentes del puente de las nieves. Dicho diagnóstico se basa en los manuales y normas de INVIAS, refiriéndose a los aspectos de Tipo de daño, Descripción del daño, Posibles causas del daño y Nivel de severidad.

Los aspectos indicados son evaluados y definidos en campo basado en inspecciones visuales.

Tabla.5 Nivel de daño en estructuras. Fuente: Manual para mantenimiento de red vial-Ministerio del Transporte 2015.

Calificación	Descripción
0	Sin daño o con daño insignificante
1	Daño pequeño, pero no se requiere reparación
2	Existe daño, el componente funciona como se diseño
3	Daño significativo, se requiere pronta reparación
4	Daño grave, se necesita inmediata reparación
5	Daño extremo, falla total o riesgo de falla total del componente
6	Desconocida.

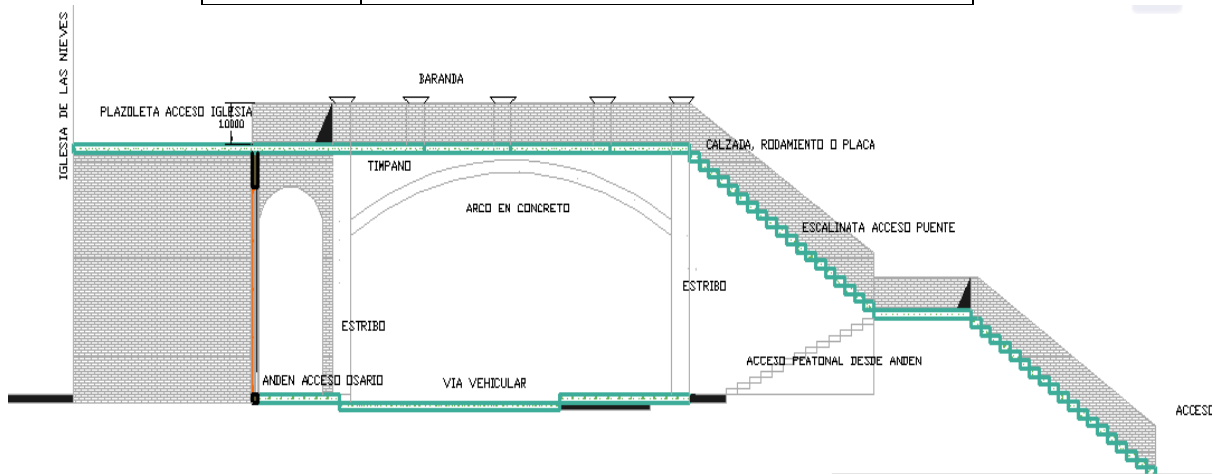


Fig.19 Alzado componentes de diseño del Puente de las Nieves. (Fuente: Autores)

ESTRIBO. Conformado por las columnas en concreto reforzado y recubiertas en ladrillo a la vista.

Tipo de daño: Deterioro de ladrillo en la base de las columnas base

Descripción del daño: Consisten la presentación de humedades, descascaramiento de columnas, manchas.

Posibles causas del daño: Contaminación de vehículos, animales.

Nivel de severidad: 3 correspondiente a daño significativo, se requiere reparación



Fig.20 Estribo o soporte puente, columnas.(Fuente: Autores)

TIMPANO O PARED DE ENJUNTA. Elemento muro en ladrillo a la vista en el puente de las nieves forma cajón con el fin de mejorar el sostenimiento del techo en bajo placa y nivelar la calzada o superficie de rodadura.

Tipo de daño: Deterioro de ladrillo

Descripción del daño: Consisten la presentación de humedades y manchas

Posibles causas del daño: Falta de drenaje, empozamientos y filtración de agua en la placa o capa de rodamiento.

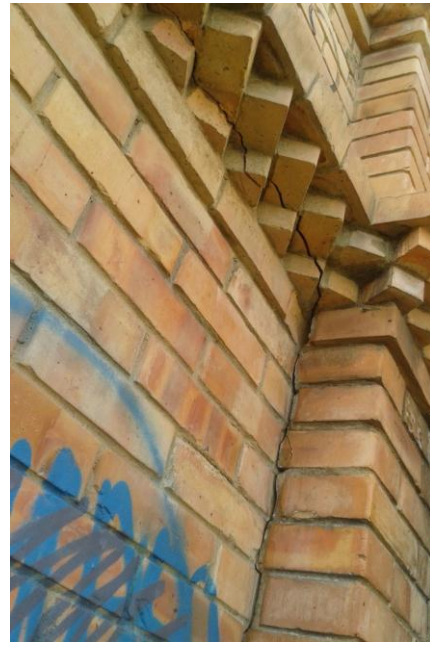


Fig.21 Detalle pared de enjuta (Fuente: Autores)

Fig.22 Detalle pretil (Fuente: Autores)

Nivel de severidad: 3 correspondiente a daño significativo, se requiere reparación

PRETIL. Elemento en ladrillo a la vista permite darle movimiento a la fachada del puente.

Tipo de daño: sustracción y daño de elementos ladrillo, fisuras

Descripción del daño: ladrillos faltantes, humedades

Posibles causas del daño: Falta de drenaje, vandalismo.

Nivel de severidad: 3 correspondiente a daño significativo, se requiere reparación

CALZADA o CAPA DE RODAMIENTO: Conformada por tablón tableta de gres. Tiene la función resistir y suavizar el tráfico peatonal.

Tipo de daño: Fisuras en tableta de arcilla

Descripción del daño: desprendimiento de enchape de placa, juntas abiertas

Posibles causas del daño: Falta de drenaje, vandalismo, filtración de agua en juntas.

Nivel de severidad: 3 correspondiente a daño significativo, se requiere reparación

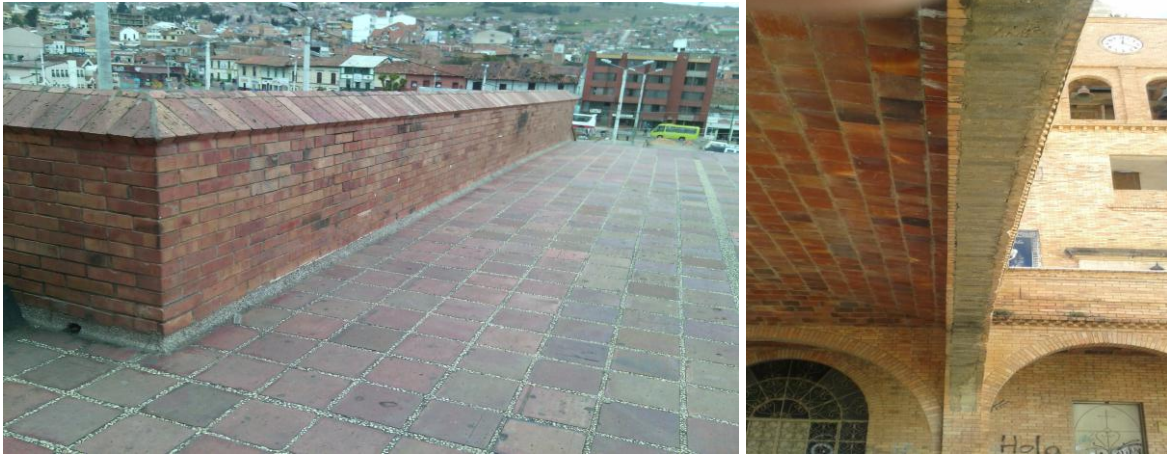


Fig.23 Detalle de calzada y viga concreto arco puente. (Fuente: Autores)

ARCO. Elemento en concreto reforzado el cual permite la transmisión de fuerzas a los estribos y la estabilidad tanto del falso techo como de la calzada.

Tipo de daño: desprendimiento de enchape

Descripción del daño: desprendimiento de ladrillo en arco

Posibles causas del daño: vandalismo, calidad del material e instalación.

Nivel de severidad: 3 correspondiente a daño significativo, se requiere reparación

CIMENTACION. Conformada por zapatas en concreto reforzada con una profundidad de 2m. Zapatas cuadradas de aproximadamente 1.5 x 1.5 m

Tipo de daño: NO se evidencia daño

Descripción del daño: NA

Posibles causas del daño: NA

Nivel de severidad: 0 Sin daño o con daño insignificante

BARANDAS. Conformada por muros en ladrillo a la vista a la vista a lo largo del cuerpo del puente y de sus accesos.

Tipo de daño: sustracción y daño de elementos ladrillo

Descripción del daño: ladrillos faltantes, humedades

Posibles causas del daño: Falta de drenaje, vandalismo.

Nivel de severidad: 3 correspondiente a daño significativo, se requiere reparación



Fig.24 Detalle barandas puente peatonal (Fuente: Autores)

ACCESOS. El puente de las nieves tiene dos accesos. Uno de ellos conformado por escalinata en niveles y con un solo descanso, el otro una gran rampa que permite el acceso a personas discapacitadas a la iglesia y que además permite conformar en la parte de abajo acceso secundario al Colegio Salesiano y a osario del mismo por carrera 9.

MUROS LATERALES EXTERIORES DE LA ESCALINATA.

Tipo de daño: daño de elementos ladrillo

Descripción del daño: fisuras, descascaramiento, humedades, eflorescencias

Posibles causas del daño: La escalinata no posee viga de amarre lo cual está ocasionando asentamientos del muro de confinamiento de la escalinata.

Nivel de severidad: 3 correspondiente a daño significativo, se requiere reparación



Fig.25 Detalle muro confinamiento de escaleras. (Fuente: Autores)

Tipo de daño: sustracción y daño de elementos ladrillo

Descripción del daño: faltan piezas de elementos de ladrillo en muros que contienen escalones

Posibles causas del daño: vandalismo, desgaste de material, descascaramiento.

Nivel de severidad: 3 correspondiente a daño significativo, se requiere reparación

ESCALINATA. Comunica la plazoleta central de las Nieves con placa de puente.

Tipo de daño: Fisuras en superficie de escalones

Descripción del daño: desprendimiento de enchape, juntas abiertas, elementos fisurados

Posibles causas del daño: Falta de drenaje, vandalismo, filtración de agua en juntas, desgaste.

Nivel de severidad: 3 correspondiente a daño significativo, se requiere reparación



Fig.26 Detalle estado de escaleras y vista de rampa (Fuente: Autores)

Rampa. Comunicación peatonal con andén de Colegio Salesiano y carrera 9

Tipo de daño: NO se evidencia daño

Descripción del daño: NA

Posibles causas del daño: NA

Nivel de severidad: 0 Sin daño o con daño insignificante

9.2 Lesiones más relevantes

La zona y elementos que presenta mayor deterioro presenta son muros en ladrillo laterales de la escalinata por el acceso del andén de la carrera 9 la cual conforma la bodega bajo la escalera que sirven a su vez como elemento de contención del relleno bajo la escalinata por el acceso del andén de la carrera 9 la cual conforma la bodega bajo la escalera.

Los Daños encontrados no afectan la estabilidad de la estructura, sin embargo es precisa la intervención para la conservación del puente.

Tabla.6 Estado de deterioro (según inspección visual) (Fuente: Autores)

FICHA	LESION	ESTADO DETERIORO
1	Eflorescencia	Leve
2	Humedad por capilaridad	Leve
3	Humedad accidental	Leve
4	Eflorescencia	Leve
5	Filtración por absorción	Moderado
6	Ensuciamiento por deposito en alero	Moderado
7	Ensuciamiento por deposito en muros	Moderado
8	Criptoflorescencias	Moderado
9	Criptoflorescencias	Moderado
10	Desprendimiento	Leve
11	Erosión física	Leve

9.3 Reconocimiento de las lesiones

En la siguiente tabla se describe la ubicación cada una de las lesiones encontradas:

Tabla.7 Ubicación de las lesiones de los elementos afectados, para hacer un barrido general de la edificación. (Fuente: Autores)

FICHA	LESION	UBICACIÓN DE LA LESION
1	Eflorescencia	Muro
2	Humedad por capilaridad	Columna
3	Humedad accidental	Baranda
4	Eflorescencia	Muro
5	Filtración por absorción	Juntas muro- techo
6	Ensuciamiento por deposito en alero	Aleros
7	Ensuciamiento por deposito en muros	Muros
8	Criptoflorescencias	Muros
9	Criptoflorescencias	Muros
10	Desprendimiento	Escalera
11	Erosión física	Muro

Lo anterior implica un tratamiento general a los muros realizando tratamiento a las lesiones puntuales encontradas indicadas en cada ficha.

Una vez analizada la información, se establece que el ladrillo a la vista es el elemento que debido a la variedad y cantidad de las unidades utilizadas, presenta un número considerable de lesiones en cada uno de los elementos que conforman el puente. Las lesiones encontradas de acuerdo a su tipo son:

9.3.1 Humedades

Lesión física primaria a causa del ingreso de agua no controlada.

a) Por filtración: aparecen debido a la penetración de agua desde el exterior dando lugar a manchas, El aporte principal de agua que reciben los elementos proviene de la lluvia y se presenta en los muros y columnas y se va deslizando por gravedad, uno de las principales causas es que no existen sistemas de drenaje adecuados. La cantidad de agua que accede a la fachada se debe a la porosidad del material cuya capacidad de absorción del agua determina la eventual formación de lámina discurrente; de igual manera la capacidad de absorción tiene que ver con la localización de las áreas que se mojan, en relación al choque de las gotas de lluvia y su inclinación.

En los remates superiores de las barandas, la albardilla e inclinación de las piezas es insuficiente o inadecuada, debido a la falta de lámina impermeable, al escaso vuelo en los dos frentes, las juntas muy abiertas entre piezas, y la falta de goterón, lo que produce filtración, bien por los bordes, o bien por las juntas entre piezas, provocando manchas.

En el pretil que constituye un elemento de relieve perpendicular al plano de la fachada presenta acumulación de agua que facilita la filtración hacia el interior del ladrillo ya sea por la porosidad, las grietas o juntas constructivas.

En la baranda no existe un drenaje propiamente dicho y este se realiza mediante una gárgola directa al exterior con agujero mediante el cual, el agua sale al exterior través del muro, ocasionando aparte de las propias manchas de humedad, las consiguientes eflorescencias y erosiones físicas.

b) Por capilaridad: falta de manejo de impermeabilización entre los muros y zonas verdes de igual manera entre andenes y columnas exteriores y perimetrales;

Como más significativo para el caso del presente trabajo es en los arranque de muros desde el terreno. En los diferentes puntos de fachada donde tiene contacto directo con zona verde, el contenido en agua es más notorio en la parte más próxima a la fuente de humedad y va disminuyendo con la altura puesto que el peso de agua y la evaporación van equilibrando la fuerza de succión, hasta que llega a detenerse.

Los 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 contiene el agua.

c) Accidentales: agua proveniente de filtraciones por mal estado de la baranda por la falta de piezas en este elemento, ocasionada por sustracción por vandalismo.

9.3.2 Suciedades

Se trata de otra lesión física y se define como el depósito o acumulación de partículas en suspensión sobre la superficie.

El puente por ubicarse en una zona urbanas de tráfico constante, presenta contaminantes como el monóxido de carbono (CO) de los motores de los vehículos, esta suciedad es producida por deposito superficial la cual se puede eliminar con facilidad y mantenimiento constante de los elementos. En el puente no se evidencia suciedad producida por depósito interno del ladrillo la cual sería más difícil su tratamiento por encontrarse dentro del elemento.

9.3.3 Grietas

En este caso, las grietas se tratan de una lesión mecánica, en la cual, prevalece un factor mecánico que provoca movimientos, aberturas o separación entre materiales o elementos constructivos, y se entiende por tales cualquier abertura longitudinal incontrolada de un elemento constructivo.

Debido a la utilización del ladrillo en la construcción se evidencian grietas por falta de trabas en las esquinas o esquinas falsas, pues en algunos casos las piezas no se aparejan de forma correcta.

Los ladrillos que conforman el pretil se encuentran apoyados al muro de forma superficial ocasionando la aparición de grietas que ha producido desprendimiento del material pues debido al peso, tienden a descender. También se ha podido observar en la fachada analizada una grieta

de forma escalonada y el muro exterior de la escalinata el cual fue construido sin ningún tipo de cimentación.

En las columnas de acceso al puente con la plazoleta Muiscas, se presenta una elevada cantidad de desgaste de aristas y pérdidas de material en juntas, ocasionado por el envejecimiento del material, por la exposición a la lluvia, el viento, sol y rozamiento por el paso de personas.

9.3.4 Organismos

En este caso, se trata de una lesión química, y está comprendido todo el conjunto de lesiones donde prevalece la presencia de organismos vivos que pueden aparecer en las fachadas de los edificios de ladrillo.

Se presentan manchas de orines en las esquinas de los encuentros con el suelo debido a los orines de los perros.

Crecimiento por vegetación: lesión orgánica secundaria a causa de las humedades (causa primaria) no controlada. Falta de mantenimiento y sellado de grietas y filtraciones.

Crecimiento de hongos, musgo y moho: Lesión secundaria a causa de humedades por condensación (causa primaria). Empozamientos en los descansos de la escalera, cero mantenimientos. Afecta directamente la durabilidad del ladrillo. La formación de moho se evidencia en baranda de la placa y se da a entender que estas se han producido por la elevada cantidad de humedad en esas zonas de la fachada, ayudadas también por la cantidad de suciedad depositada en el antepecho.

10. ENSAYOS REALIZADOS.

Los ensayos no destructivos que se realizaron al ladrillo, de la fachada del puente de la Iglesia de las Nieves, fueron:

- Color
- Dimensionamiento
- Absorción
- Densidad aparente
- Resistencia a la compresión

Para la realización de estos ensayos se hizo extracción de 4 piezas, en diferentes lugares.



Fig.27 Extracción de muestras para el análisis (Fuente: Autores)

Tipología del ladrillo: Ladrillo utilizado es macizo, es decir que carece de perforaciones.

Se deduce que el ladrillo tiene una fabricación por extrusión debido a que se nota una erosión en forma laminar como se observa en la figura 33.



Fig.28 Formación laminar del ladrillo (Fuente: Autores)

Color: De coloración variable, se puede concluir que las unidades empleadas en la fachada del puente de la Iglesia de las Nieves corresponden a un color amarillo rojizo sin uniformidad, es decir que una sola unidad presenta más de una coloración.



Fig.29 Coloracion del ladrillo (Fuente: Autores)

Dimensionamiento: El material utilizado en la construcción del puente, corresponde a un ladrillo a la vista. La medida típica de las unidades son: un largo de 24,5cm x un ancho de 6,5cm y un espesor de 12,10 cm, con juntas rehundidas de promedio de 1 cm.



Fig.30 Dimensionamiento y Estado de descascaramiento del ladrillo. (Fuente: Autores)

Las dimensiones se obtienen de la medición de las piezas extraídas como se muestra a continuación:

Tabla.8 Medición del tamaño de unidades de mampostería. (Fuente: Autores)

MEDICION DEL TAMAÑO DE UNIDADES DE MAMPOSTERIA				
Muestra	LONGITUD	ANCHO	PROF	Volumen (cm 3)
1	24,5	12,1	6,6	1956,57
2	24,5	11,9	6,5	1895,08
3	24,6	12,2	6,4	1920,77
4	24,4	12,2	6,5	1934,92
Promedio	24,5	12,1	6,5	1926,83

A estas piezas se les realizó ensayo de absorción en laboratorio obteniendo los siguientes resultados:

Tabla.9 Resultados del ensayo de absorción. (Fuente: Autores)

ABSORCION DE AGUA – ENSAYO DE INMERSION DURANTE 24 HORAS				
N° Muestra	Peso inicial seco (g)	Peso Final saturado (g)	Peso agua absorbida (g)	% ABSORCION
1	3834	4357	523	13,64
2	3820	4252	432	11,31
3	3850	4213	363	9,43
4	3818	4305	484	12,68
Promedio	3830,5	4281,75	450,5	11,76

Se calculó la densidad aparente obteniendo los resultados siguientes:

Tabla.10 Resultados del ensayo de densidad aparente (Fuente: Autores)

DENSIDAD APARENTE			
Unidad	Peso unidad seca (g)	Volumen Neto (cm3)	Densidad Aparente (g / cm3)
1	3834	1956,57	1,96
2	3820	1895,08	2,02
3	3850	1920,77	2,00
4	3818	1934,92	1,97
Promedio	3830,5	1926,83	1,99

Se realizó ensayo para determinar la resistencia mecánica, de acuerdo a la NTC 4017-6.

Tabla.11 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión. (Fuente: Autores)

RESISTENCIA A LA COMPRESION NTC 4017 – 6					
Unidad	Carga fisura (Kg)	Carga falla (Kg)	Área neta unidad (cm 2)	Resistencia Max Neta (Kg/cm 2)	Resistencia Max Neta (P.S.I)
1	38000	71000	296,45	479,00	6842,88
2	56000	78000	291,55	535,07	7643,87
3	35000	80400	300,12	535,79	7654,08
4	23000	79000	297,68	530,77	7582,45
Promedio		77100	296,45	520,16	7430,82

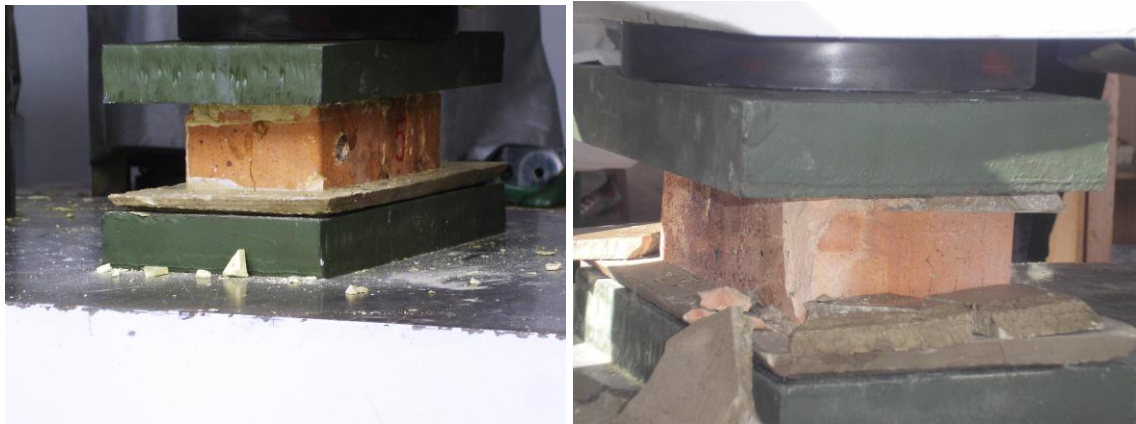


Fig.31 Prueba de Compresión a la muestra (Fuente: Autores)

No se logró realizar más ensayos como el de dureza, resistencia a la abrasión y caracterización química por tener la limitante en las unidades extraídas, sin embargo las propiedades analizadas son relevantes al momento de seleccionar las unidades para reemplazar piezas.

Por lo anterior, se realizó una búsqueda general de las fábricas donde se pueden conseguir ladrillos de similares características a los analizados.

Fábricas de la región.

Con la información físico mecánica obtenida de los ensayos se puede acudir a buscar en la región una empresa que brinde condiciones similares o mejores. Como parte complementaria se realizó una consulta sobre las fábricas de la región; en Tunja encontramos diferentes tipos de ladrilleras, algunas artesanales y otras tecnificadas, dentro de las más tecnificadas encontramos las siguientes:

Tabla.12 Fábricas de ladrillo en Tunja y sus alrededores. (Fuente: Autores)

NOMBRE	DIRECCION	TELEFONO
Ladrillera Maguncia	Km 27 Vía Tunja Paipa	
Ladrillos el Zipa	Vereda Sativa Km 1 Vía Paipa	7851186
Ladrillera Bochica y Cía. Ltda.	Carrera 6 # 42 – 11	7425100
Ladrilleras el Rubí	Km 1 Salida a Bogotá	7401866
Ladrillera Santafé	Calle 20 # 13 ^a – 50 of 305b	7400035
Ladrillera Bellavista	Km 1 vía Tunja – Siachoque	7451861
Arcigres	Carrera 14 # 18 – 76	7435853
Ladrillera Fénix Tunja Sas	Carrera 14 # 6-30 sur	7455662

11. POSIBLES INTERVENCIONES

De acuerdo a las lesiones encontradas en el puente de la Iglesia de las Nieves y el análisis de la causas, se plantean dos alternativas de intervención.

11.1 Alternativa 1. Tratamiento con impermeabilicen el ladrillo

11.1.1 Fase 1. Control de la humedad y secado de muros.

Lo más importante al tratar en un muro de ladrillo a la vista, es eliminar la humedad que viene del terreno, luego eliminar la humedad del muro y finalmente aplicar tratamientos para restauración de las juntas y recuperación de las piezas, de manera que se vuelva al estado original.

Atendiendo al primer paso, para evitar la humedad por capilaridad, se propone un rediseño de las zonas verdes. En este diseño se logra un aislamiento del terreno natural con la mampostería; consiste en la instalación de filtros, drenajes y cámaras exteriores que conduzcan la humedad lejos del pie del muro, de esta manera conseguimos un doble efecto: por un lado disminuimos el contacto del terreno con el muro, evitando en parte el paso de humedad, y por otro lado aumentamos su superficie de aireación lateral, favoreciendo la evaporación a menores cotas.

Con este diseño, la humedad se va desvaneciendo con el paso del tiempo, hasta que se elimine por completo la humedad por capilaridad existente en la mampostería.

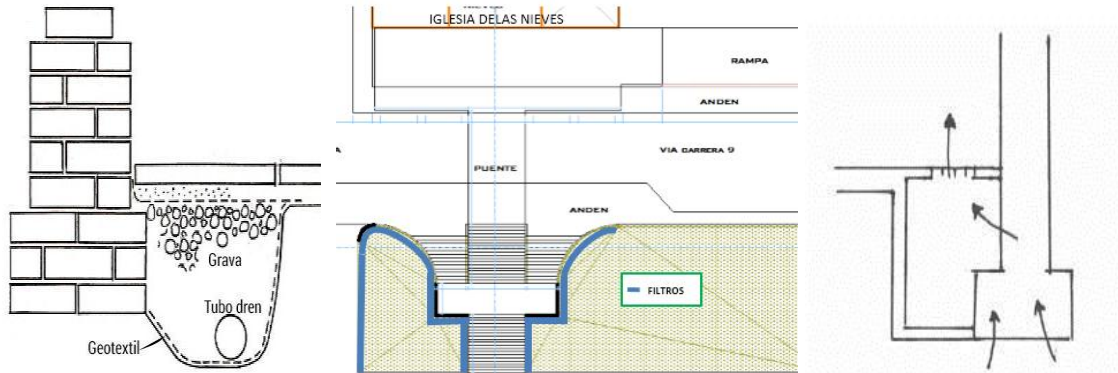


Fig.32 Galería exterior de ventilación (Fuentes: www.patologiasconstruccion.net/2014/06 - autores -y arquipa.wordpress.com.)

11.1.2 Fase 2. Limpieza de la mampostería

Una vez reducida la humedad, procederemos a retirar del mampuesto aquellos residuos de suciedad, costras, manchas, líquenes o eflorescencias que se estén presenten. Para realizar la limpieza inicialmente se utiliza un sistema de lavado a presión, para eliminar la presencia de elementos agresivos como algunos grafitis, suciedad acumulada, excrementos de aves entre otros. Se ha escogido este sistema teniendo en cuenta que un tratamiento manual resultaría muy lento y poco efectivo.



Fig.33 . Lavado de fachada (Fuente: www.youtube.com/watch?v=Azv73VhXtQ)

Una vez realizada la limpieza, se debe examinar que áreas necesitan otro tipo de tratamiento, áreas críticas con grafitis, manchas profundas, entre otras. A estas zonas se procede con una limpieza de tipo mecánico o químico dependiendo del área a intervenir, cuidando de no deteriorar las unidades de mampostería.

Los métodos mecánicos utilizan la proyección de micro abrasivos en seco, como el chorreado de arena o de polvo de partículas de vidrio trituradas muy finas mientras que los métodos químicos de limpieza utilizan tratamientos con compuestos químicos como el ácido fluorhídrico, el ácido clorhídrico, pastas absorbentes o agentes alcalinos. Se recomienda proceder inicialmente con los métodos mecánicos y utilizar los métodos químicos como última alternativa.



Fig.34 Limpieza de grafitis (Fuente: araquemaqueda.com/blog/limpieza-fachadas-rehabilitacion/)

11.1.3 Fase 3. Restauración

Una vez libres de humedad y con las superficies limpias, procederemos a la restauración del muro aplicando distintos tratamientos, según el estado de las piezas y de las juntas. Dichos tratamientos abarcan desde la sustitución de piezas completas de ladrillo, hasta el recalce de aquellas piezas que estén meteorizadas parcialmente, siempre que estas admitan la superposición del volumen perdido.

Cuando se trate de piezas erosionadas, se puede generar una calza cortando la cara de un ladrillo sano y sobreponiéndolo sobre la pieza afectada. Se pueden usar productos endurecedores como material de unión de las piezas. Si el daño es mayor y requiere el reemplazo de piezas se utilizarán unidades que se asemejen al material existente en cuanto a su composición física, especialmente en el color.

Una vez reparadas las piezas, repararemos las juntas y reparando las posibles grietas o fisuras que estas tengan, usando técnicas de inyección de grietas en muros de mampostería.

11.1.4 Fase 4. Protección del mampuesto con impermeabilizante.

Una vez terminado el procedimiento de reparación, aplicaremos el tratamiento de protección, con impermeabilizante de preferencia transparente y mate.

Esta última capa cumple la función de proteger al muro de la agresividad de los agentes externos, de ataques biológicos, como la aparición de líquenes y musgos, de las disoluciones ácidas arrastradas por el agua de lluvia, de los excrementos de las aves, y como no, de los ataques del ser humano, con los grafitis.

Hay una gran variedad de productos que reúnen estas características, pero lo que debemos buscar en el producto a aplicar es que permita la respiración del muro, tanto de las juntas como de los ladrillos, permitiendo la evaporación de aguas a través de los poros del agente protector.

Después de la intervención, es preciso aplicar unas pautas de mantenimiento preventivo para conservar la calidad y garantía del trabajo.

11.1.5 Presupuesto alternativa 1.

Como resultado de la intervención 1. Se plantea el siguiente presupuesto:

Tabla.13 Presupuesto alternativa No 1

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Limpieza de muros - lavado a presión	M2	310	\$ 5.000	\$ 1.550.000
Excavación manual en material común	M3	20,76	\$ 46.000	\$ 954.960
Construcción de filtros perimetrales	ML	86,5	\$ 190.000	\$ 16.435.000
Construcción de cámaras de aireación	ML	86,5	\$ 65.000	\$ 5.622.500
Limpieza mecánica con chorro de arena	M2	93	\$ 15.000	\$ 1.395.000
Limpieza química	M2	30	\$ 80.000	\$ 2.400.000
Reemplazo de unidades-incluye arreglo de juntas	UND	800	\$ 2.800	\$ 2.240.000
Impermeabilización con hidrofungantes	M2	310	\$ 52.000	\$ 16.120.000
Aseo general	M2	365	\$ 1.950	\$ 711.750
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 47.429.210

Nota: Las cantidades del presupuesto corresponden al total de muros a intervenir.

11.2 Alternativa 2. Instalación de elementos electrónicos para control de humedades

Al igual que en el procedimiento anterior, es necesario realizar limpieza de la mampostería y la restauración de las piezas. Esta alternativa, varía esencialmente en la fase 1, es decir, en el método de tratamiento de las humedades por capilaridad y en la fase 4, en la aplicación de impermeabilizantes, pues no es necesaria esta aplicación.

11.2.1 Fase 1. Control de humedad.

Las humedades existentes, se eliminarán utilizando la técnica de electro-osmosis por impulsos de resonancia, que consiste en un fenómeno por el que se produce movimiento de las moléculas de agua, al inducir un campo eléctrico en un medio poroso.

“Se trata de un tratamiento electro-físico que busca invertir el sentido ascendente del agua en el muro a través de los poros o capilares de los materiales y hacerla descender hacia el suelo, aprovechando la polaridad natural del agua y la carga eléctrica de todos los materiales.”⁷

El sistema de electro-osmosis por impulsos de resonancia, es un método no agresivo, teniendo en cuenta que no necesitan perforaciones en los muros. “La generación de impulsos de baja frecuencia entran en resonancia con la humedad del muro que está cargada electroestáticamente. Estos impulsos frenan la ascensión capilar del agua a través del muro. El secado de los muros se basa en la propiedad dipolar del agua. La sal disuelta en el agua crea conductibilidad

⁷ <https://promurhumedades.es/electroosmosis-inalambrica>

eléctrica.⁸

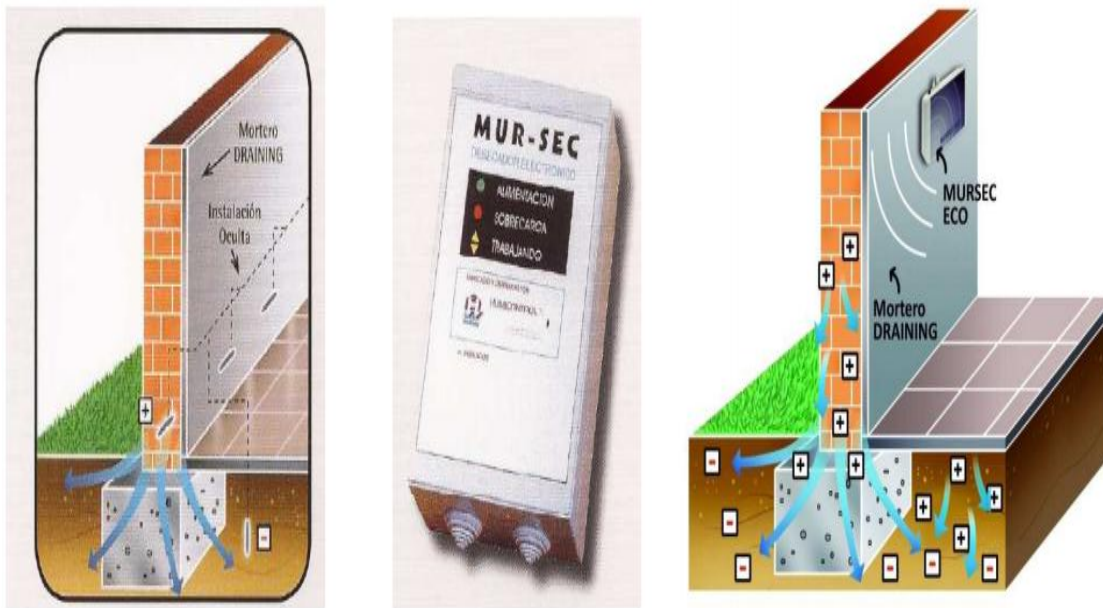


Fig.35 Esquema de funcionamiento de electroósmosis activa por impulsos de resonancia (Fuente: Estudio de fachadas ejecutadas con ladrillo manual en la ciudad vieja, zona del mercat. Estado actual. Propuestas de intervención. (CATALOGO MURSEC)

Cada circuito tiene un radio de acción que va desde los 6 m hasta 30 m, el consumo energético esta alrededor de 1W, con una alimentación de 1.5A y las medidas aproximadas de la caja de control son 25x18x6 cm, con un peso de 1,5 kg. Estas dimensiones varían de acuerdo al proveedor. Por las dimensiones del paciente se seleccionan los equipos con de radio acción de 6m.⁹

Este sistema además incrementa la evaporación del agua superficial del muro, no crea interferencia con otro tipo de ondas, tiene un consumo energético muy bajo y conserva la arquitectura del lugar dejando de lado los tratamientos con morteros o impermeabilizantes.

⁸ Estudio de fachadas ejecutadas con ladrillo manual en la ciudad vieja, zona del mercat. Estado actual. Propuestas de intervención. ROBERTO MARÍN MOÑINO

⁹ www.higrosproducts.com

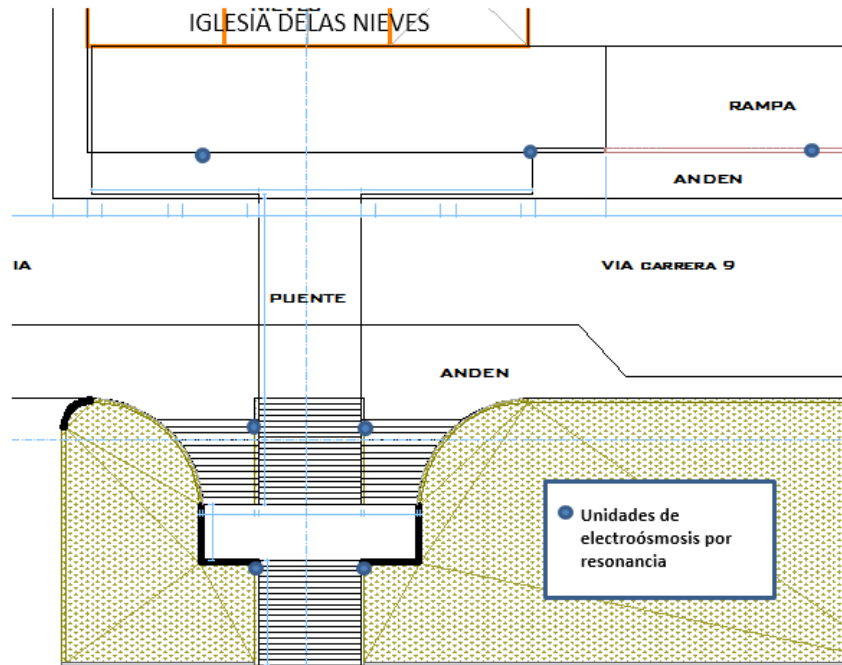


Fig.36 Localización de las cajas de control (Fuente: Autores)

11.2.2 Fases 2 y 3 Limpieza y restauración.

Como se indicó anteriormente, en estas dos fases los procedimientos son iguales a los descritos en la alternativa No 1.

11.2.3 Protección del mampuesto

Una de las ventajas del uso de la técnica de electroósmosis radica en que los impermeabilizantes no son necesarios. Sin embargo para proteger la fachada de otros ataques se puede aplicar una capa de pintura anti grafiti, incolora, que nos proporciona una frecuencia menor en el mantenimiento de la mampostería.

Al escoger una pintura antigrafiti es importante que esta nos brinde protección a los rayos UV,

que presente un buen envejecimiento a la intemperie y es fundamental que nos permita una limpieza eficaz, para garantizar una mayor vida útil al puente de la Iglesia de las Nieves.



Fig.37 Esquema de antes y despues del tratamiento (Fuente:promurhumedades.es)

11.2.1 Presupuesto Alternativa No 2

Como resultado de la intervención 1. Se plantea el siguiente presupuesto:

Tabla.14 Presupuesto alternativa No 2

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Limpieza de muros - lavado a presión	M2	310	\$ 5.000	\$ 1.550.000
Instalación de unidades electroósmosis por resonancia	UND	7	\$ 6.000.000	\$ 42.000.000
Limpieza mecánica	M2	310	\$ 15.000	\$ 4.650.000
Limpieza química	M2	30	\$ 80.000	\$ 2.400.000
Reemplazo de unidades-incluye arreglo de juntas	UND	800	\$ 2.800	\$ 2.240.000
Pintura anti grafiti	M2	310	\$ 18.000	\$ 5.580.000
Aseo general	M2	365	\$ 1.950	\$ 711.750
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 59.131.750

Nota: Las cantidades del presupuesto corresponden al total de muros a intervenir.

12. CONCLUSIONES

De acuerdo a la inspección visual realizada al puente de la iglesia de las nieves, se encuentra que los principales problemas son causados por humedades por aguas lluvias, ya sea por capilaridad, filtración o absorción. Sin embargo es de anotar, que el mantenimiento de la edificación es un factor importante, el cual se encuentra olvidado y por ello se están evidenciando lesiones que aunque son leves pueden llegar a comprometer algunos elementos de mampostería.

Los principales problemas que nos encontramos en la mampostería del puente de la iglesia las nieves son las alteraciones producidas por los agentes atmosféricos, favorecido por las variaciones climáticas, presentando humedad, erosión, desprendimientos, acumulación de suciedad, la aparición de eflorescencias o criptoeflorescencias, microfisuraciones, disgregación, grietas, escamaciones, erosiones y pulverización, adicionalmente se presentan ataques químicos y físicos.

Se realizó caracterización física y mecánica del material de fachada del puente, evidenciando que el ladrillo utilizado para la construcción de la Iglesia de las Nieves posee una buena resistencia a la compresión, por lo que se infiere que es de buena calidad y aunque se evidencian lesiones leves, se ha conservado más de 50 años, mostrando que pueden resistir el paso del tiempo de una forma favorable y sin muchos cuidados de mantenimiento.

Se presenta aparición de microorganismos en menor cantidad, reflejados en el crecimiento de la vegetación en los puntos de difícil acceso para el mantenimiento. En un porcentaje mayor aparecen humedades por capilaridad, por penetración y por condensación.

Las humedades por capilaridad ascensional son las más comunes, aumentando en las zonas verdes. Al estar en contacto directo las cimentaciones con el terreno, el agua asciende por el interior de los capilares, subiendo por la cimentación y alcanzando la parte baja del muro. La humedad por penetración aparece en la parte superior del arco del puente, posiblemente por fisuramiento del tablero y en los vértices por falta de pendiente para eliminación del agua y por la porosidad del material.

Se plantean dos alternativas para la restauración de la fachada del puente de las nieves, que consisten fundamentalmente en un tratamiento para las humedades, un procedimiento de limpieza, restauración y protección de la mampostería a futuras lesiones. Una de ellas contempla un diseño de exteriores, manejo de aguas de escorrentía, e impermeabilización, siguiendo los métodos tradicionales de restauración, mientras que la otra involucra métodos menos invasivos y novedosos, donde la afectación al patrimonio histórico de la región es nula.

El método de electroósmosis, además de ser un sistema ecológico y fácil de instalar, nos permite aprovechar los fenómenos físicos para la protección de la mampostería, mantiene la arquitectura del paciente, reduce los tiempos de ejecución de las actividades y al mismo tiempo que reduce los costos a largo plazo.

13. RECOMENDACIONES GENERALES

Después de la intervención, es preciso aplicar unas pautas de mantenimiento preventivo para conservar la calidad y garantía del trabajo.

El ladrillo requiere de unos cuidados especiales y protecciones especiales para su utilización si bien es un material que permite satisfacer la creatividad por su esbeltez y variedad de colores es muy importante tener en cuenta su reacción ante agentes atmosféricos y realizar a la protección adecuada para evitar que se evidencien lesiones posteriores que pueden llegar a afectar notoriamente cualquier edificación.

Las edificaciones en mampostería a la vista, son generalmente resistentes a los fenómenos ambientales y del medio. Esto no quiere decir que no presenten afectaciones, sino que éstas son visualmente menos impactantes, por lo cual se descuida el mantenimiento de estas construcciones. Un adecuado mantenimiento brinda una mayor durabilidad de los materiales.

Una de las actividades que predominan para la intervención y mantenimiento de los efectos producidos por las lesiones es el lavado de fachadas, para lo cual se deberá utilizar los productos de acuerdo a las recomendaciones técnicas, agua a chorro siempre protegiendo el material, y se debe tener en cuenta que antes de aplicar cualquier producto se deben haber realizado pruebas de eficacia y rendimiento igualmente evitar el uso de ácido muriático pues este producto puede ocasionar manchas.

Luego de presentar las dos alternativas se recomienda emplear la alternativa No 2. La selección de este tratamiento está fundamentada no en el factor económico, sino en que es un sistema ecológico, fácil de instalar e inofensivo tanto para quien lo instala como para quienes se

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO (TPI)

exponen a los impulsos. Además de que no requiere ninguna modificación arquitectónica, reduce los tiempos de ejecución de las actividades, al mismo tiempo que reduce los costos a largo plazo.

14. BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA

BALAGUÉ, Jordi Costea. Elementos, tipologías constructivas y rehabilitaciones en la colonia gassol de bitem. Alcance de las patologías y su incidencia. Universidad de Lleida. Escola Politècnica Superior. 2013.

BROTO, Carles. Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción. Ed. Links Internacional. Barcelona, España 2006.

CARDOZA QUIJADA, Marvin Alexander y VILLALOBOS ZETINO, José Eduardo. Evaluación estructural de un puente mediante la realización de una prueba de carga estática. Universidad De El Salvador Facultad De Ingeniería Y Arquitectura Escuela De Ingeniería Civil, San Salvador, Agosto del 2005

CASTILLO, J. Estudio químico-biológico de los principales agentes deteriorantes de algunos de los materiales antiguos de construcción. Cartagena de Indias: Arquidiócesis de Cartagena. 1999.

Dr AGUIRRE C. Jesús. Arquitecto, Dr ICAZA L. Leonardo. Arquitecto. Procedimientos y tecnologías en la restauración. Arquitectura, conjuntos y Naturaleza. Universidad Nacional Autónoma de Mexico.2008.

HERNÁNDEZ DURINI, Renata Cecilia. Universidad de San Carlos de Guatemala y Restauración del Puente La Gloria y Propuesta de Revitalización de su Entorno Inmediato.

JOKILEHTO, Jukka y FEILDEN, Bernard M. Manual de los sitios del Patrimonio Cultural ICCRO. UNESCO. ICOMOS. Bogotá; Actualizada Instituto Colombiano de Cultura-Colcultura-1995.

MANUAL PARA EL MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL. Ministerio de Transporte. 2015.

SALDARRIAGA, Alberto y FONSECA, Lorenzo. El ladrillo en la arquitectura Bogotana. Revista 1986.

SANTONJA I., Pablo. Arquitecto. PATOLOGIAS EN EDIFICACION POR DEFECTOS DE PROTECCION FRENTE A LA HUMEDAD 3. Ponencia para las Jornadas Técnicas sobre Aplicación del Cte en obras de Construcción. Castellón 18,19 25, 26 de abril de 2012.

MARÍN MOÑINO, Roberto. Estudio de fachadas ejecutadas con ladrillo manual en la ciudad vieja, zona del Mercat. Estado actual. Propuestas de intervención. 09 sep. 14

<https://www.youtube.com/watch?v=suBg2FcVeCI> (normas apa sexta edición)

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532005000400002

<https://es.wikipedia.org/wiki/Puente>

http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-053./contenido/9_clasificacion_puentes.htm

http://www.ehowenespanol.com/tipos-puentes-segun-info_576783

<http://www.youtube.com/watch?v=Azvv73VhXtQ>

<http://www.araquemaqueda.com/blog/limpieza-fachadas-rehabilitacion/>

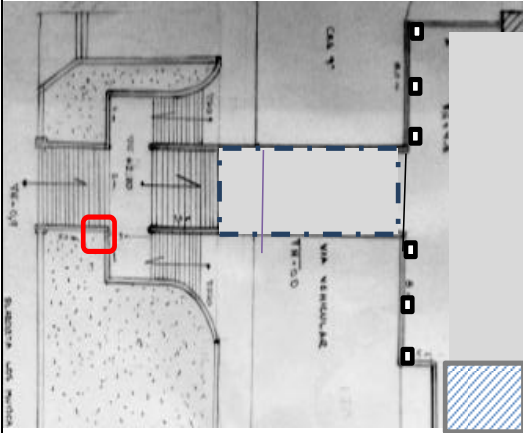

<http://www.muroterm.com/tienda/muroterm-mth->

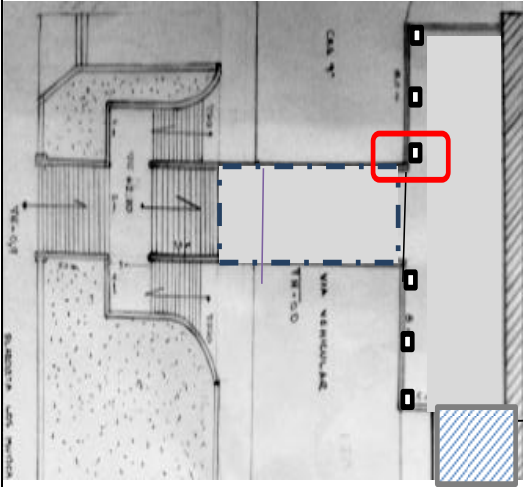

http://www.humanas.unal.edu.co/contratacion/files/3213/5488/9225/ods1693_2012.pdf

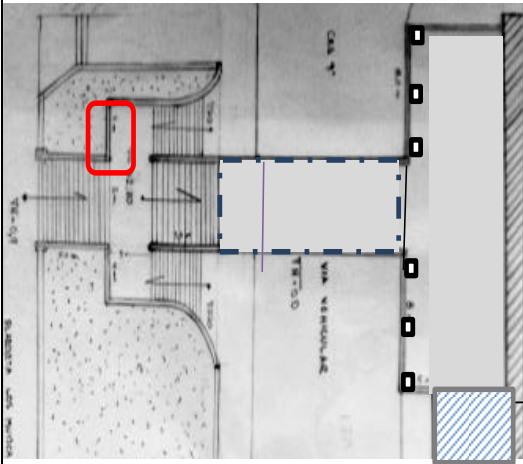

www.patologiasconstruccion.net/2014/06/patologia-causada-por-el-agua-en-estado-liquido-humedades-por-capilaridad-2 y arquipa.wordpress.com Humedad en muros. Métodos de solución de patologías

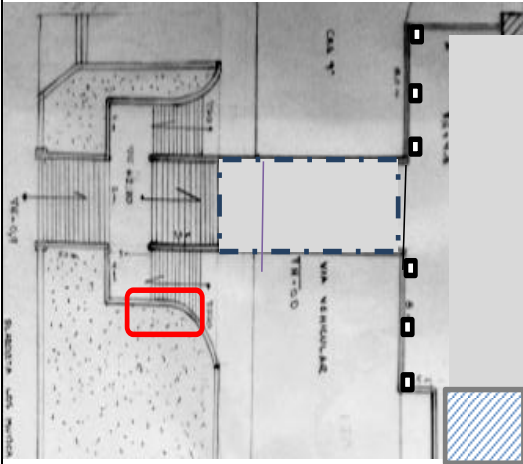

ANEXO. FICHAS DE HISTORIA CLINICA

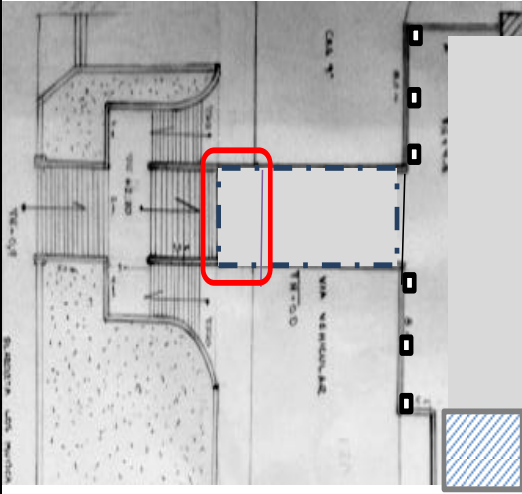

ESPECIALIZACION PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION					
FICHA DE TOMA DE DATOS					
PROYECTO DIGNOSTICO DE LESIONES EN ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA DEL PUENTE DE ACCESO A LA IGLESIA DE LAS NIEVES, EN LA CIUDAD DE TUNJA					
AUTORES		MODULO		AREA	
FECHA		DIRECCION		ELEMENTO	
			No. De FICHA		
LOCALIZACION			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA		
TIPO DE LESION	EFLORECENCIA				
FISICA	QUIMICA	MECANICA			
LOCALIZACION ESPECIFICA			CLASIFICACION DE LA CAUSA		
DESCRIPCION DE LA LESIONES					
			DIRECTA		
			INDIRECTA		
IDENTIFICACION DEL FACTOR DE DETERIORO			GRADO DE LESION		
MATERIAL-			LEVE		
FABRICACION-			MEDIANO		
FACTOR FISICO AMBIENTAL			SEVERO		
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL			GRAVE		
FACTOR BIOLOGICO					
INTERVENCION					

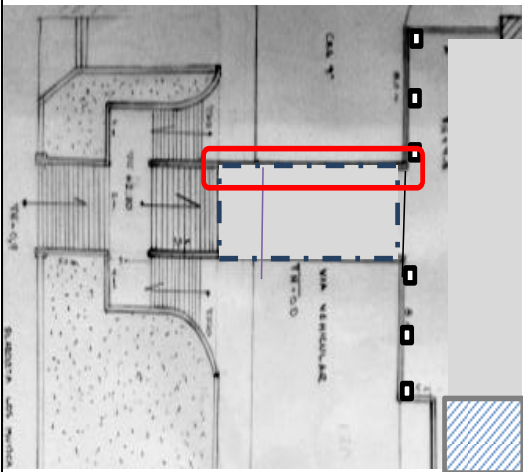

ESPECIALIZACION PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION					
FICHA DE TOMA DE DATOS					
PROYECTO DIGNOSTICO DE LESIONES EN ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA DEL PUENTE DE ACCESO A LA IGLESIA DE LAS NIEVES, EN LA CIUDAD DE TUNJA					
AUTORES	NEYDA CAROLINA LOPEZ	MODULO	MAMPOSTERIA	AREA	450 M2
	ISAURA PATRICIA JAIME		DOCENTE. LILIANA PATIÑO	ELEMENTO	MURO
FECHA	25/08/2015	DIRECCION	CARRERA 9 No. 25-74	No. De FICHA	1
LOCALIZACION			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA		
					
TIPO DE LESION	EFLORECENCIA		DESCRIPCION DEL ELEMENTO. Muro lateral de escalera en mampostereria a la vista.		
FISICA	QUIMICA	X	MECANICA		
LOCALIZACION ESPECIFICA ARRANQUE DE MURO					
DESCRIPCION DE LA LESIONES Presencia de humedad por capilaridad. El agua proveniente del suelo, a disuelto sales de la orinas o excrementos de animales			CLASIFICACION DE LA CAUSA		
			DIRECTA hidratacion de sales solubles		
			INDIRECTA Falta de protección del material		
IDENTIFICACION DEL FACTOR DE DETERIORO			GRADO DE LESION		
MATERIAL-			LEVE	X	
FABRICACION-			MEDIANO		
FACTOR FISICO AMBIENTAL			SEVERO		
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL			Acción de la cristalización / hidratación de sales solubles.	GRAVE	
FACTOR BIOLOGICO					
INTERVENCION					
Eliminar causa Se debera realizar construccion de anden perimetral					
• Limpieza de la superficie en seco con cepillo de cerda blanda, para eliminar sales					
• Lavar la pared con ácido clorhídrico, o ácido acético diluido 15					
• Después de lavar con ácido es conveniente volver a lavar la pared con abundante agua					

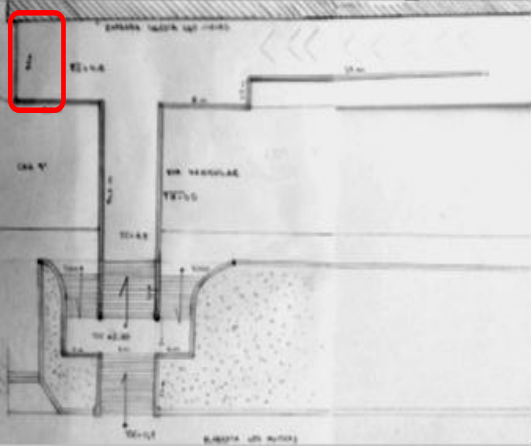
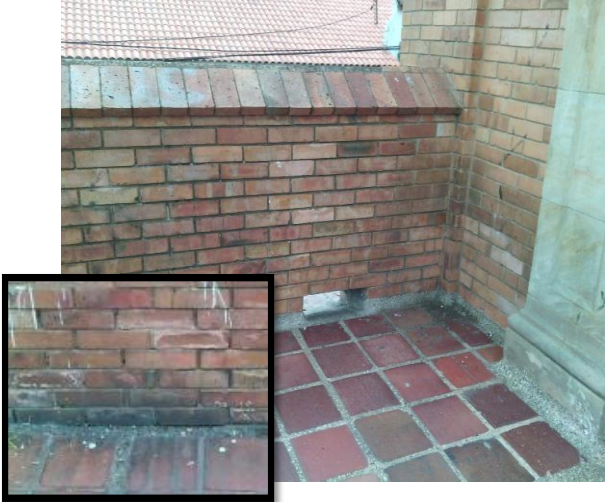
ESPECIALIZACION PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION					
FICHA DE TOMA DE DATOS					
PROYECTO DIGNOSTICO DE LESIONES EN ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA DEL PUEBTE DE ACCESO A LA IGLESIA DE LAS NIEVES, EN LA CIUDAD DE TUNJA					
AUTORES	NEYDA CAROLINA LOPEZ	MODULO	MAMPOSTERIA	AREA	450 M2
	ISAURA PATRICIA JAIME		DOCENTE. LILIANA PATIÑO	ELEMENTO	COLUMNA
FECHA	25/08/2015	DIRECCION	CARRERA 9 No. 25-74	No. De FICHA	2
LOCALIZACION			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA		
					
TIPO DE LESION	Humedad por Capilaridad		DESCRIPCION DEL ELEMENTO. Columna con acabado en mamposteria a la vista. Actua como punto de apoyo de placa puente.		
FISICA X	QUIMICA	MECANICA			
LOCALIZACION ESPECIFICA	ARRANQUE DE COLUMNA		CLASIFICACION DE LA CAUSA		
DESCRIPCION DE LA LESIONES Presencia de humedad por capilaridad. manchas aparezcan en los arranques a pesar de que el suelo se encuentra con losa en concreto se evidencia enposamiento el ladrillo absorbe agua através de los poros.			DIRECTA desnivel de placa de piso, acumulacion de agua lluvia		
			INDIRECTA		
IDENTIFICACION DEL FACTOR DE DETERIORO				GRADO DE LESION	
MATERIAL-				LEVE	X
FABRICACION-				MEDIANO	
FACTOR FISICO AMBIENTAL				Humedad por capilaridad	SEVERO
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL				GRAVE	
FACTOR BIOLOGICO					
INTERVENCION					
Eliminar causa principal nivelando piso					
• Limpieza de la superficie en seco con cepillo de cerda blanda, para eliminar sales					
• Lavar la pared con ácido clorhídrico, o ácido acético diluido 15					
• Después de lavar con ácido es conveniente volver a lavar la pared con abundante agua					
Aplicación de hidrofugante					

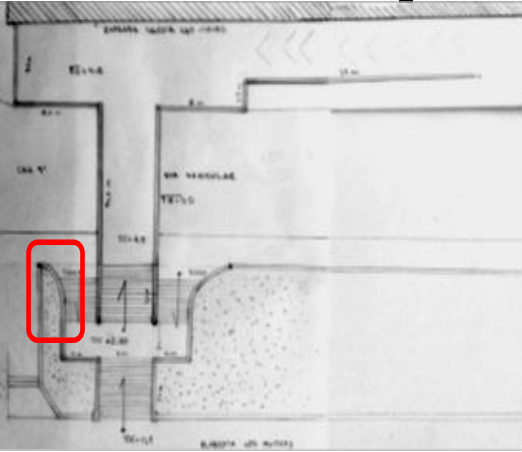

ESPECIALIZACION PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION					
FICHA DE TOMA DE DATOS					
PROYECTO DIGNOSTICO DE LESIONES EN ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA DEL PUENTE DE ACCESO A LA IGLESIA DE LAS NIEVES, EN LA CIUDAD DE TUNJA					
AUTORES	NEYDA CAROLINA LOPEZ	MODULO	MAMPOSTERIA	AREA	450 M2
	ISAURA PATRICIA JAIME		DOCENTE. LILIANA PATIÑO	ELEMENTO	BARANDA
FECHA	25/08/2015	DIRECCION	CARRERA 9 No. 25-74	No. De FICHA	3
LOCALIZACION			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA		
					
TIPO DE LESION	Humedad accidental		DESCRIPCION DEL ELEMENTO. Baranda en el descanso de la escalera en mamposteria a la vista.		
FISICA X	QUIMICA	MECANICA			
LOCALIZACION ESPECIFICA ARRANQUE DE COLUMNA			CLASIFICACION DE LA CAUSA		
DESCRIPCION DE LA LESIONES Presencia de humedad por el retiro de piezas para evacuar el agua lluvia del descanso de la escalera.			DIRECTA Falta de drenajes para aguas lluvias, deficiencias en la concepcion del proyecto		
			INDIRECTA toponamiento de sifones falta de mantenimiento		
IDENTIFICACION DEL FACTOR DE DETERIORO				GRADO DE LESION	
MATERIAL-				LEVE	X
FABRICACION-				MEDIANO	
FACTOR FISICO AMBIENTAL				Humedad por capilaridad	SEVERO
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL				GRAVE	
FACTOR BIOLÓGICO					
INTERVENCION					
Eliminar causa					
<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de la superficie en seco con cepillo de cerda blanda, para eliminar sales • Lavar la pared con ácido clorhídrico, o ácido acético diluido 15 • Después de lavar con ácido es conveniente volver a lavar la pared con abundante agua • Reposicion de piezas deteriorado • Construir sistema de desague adecuado 					

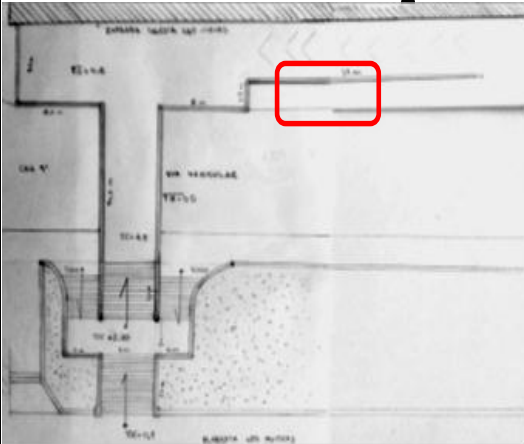

ESPECIALIZACION PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION					
FICHA DE TOMA DE DATOS					
PROYECTO DIGNOSTICO DE LESIONES EN ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA DEL PUENTE DE ACCESO A LA IGLESIA DE LAS NIEVES, EN LA CIUDAD DE TUNJA					
AUTORES	NEYDA CAROLINA LOPEZ	MODULO	MAMPOSTERIA	AREA	450 M2
	ISAURA PATRICIA JAIME		DOCENTE. LILIANA PATIÑO	ELEMENTO	MURO
FECHA	25/08/2015	DIRECCION	CARRERA 9 No. 25-74	No. De FICHA	4
LOCALIZACION			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA		
					
TIPO DE LESION	EFLORESCENCIA		DESCRIPCION DEL ELEMENTO. Muro lateral de escalera en mampostereria a la vista.		
FISICA	QUIMICA	X	MECANICA		
LOCALIZACION ESPECIFICA ARRANQUE DE MURO					
DESCRIPCION DE LA LESIONES Presencia de humedad por capilaridad. El agua proveniente del suelo, a disuelto sales de la orinas o excrementos de animales			CLASIFICACION DE LA CAUSA		
			DIRECTA hidratacion de sales solubles		
			INDIRECTA Falta de protección del material		
IDENTIFICACION DEL FACTOR DE DETERIORO			GRADO DE LESION		
MATERIAL-				LEVE	X
FABRICACION-				MEDIANO	
FACTOR FISICO AMBIENTAL				SEVERO	
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL			Acción de la cristalización / hidratación de sales solubles.	GRAVE	
FACTOR BIOLOGICO					
INTERVENCION					
Eliminar causa Se debera realizar construccion de anden perimetral					
• Limpieza de la superficie en seco con cepillo de cerda blanda, para eliminar sales					
• Lavar la pared con ácido clorhídrico, o ácido acético diluido 15					
• Después de lavar con ácido es conveniente volver a lavar la pared con abundante agua					

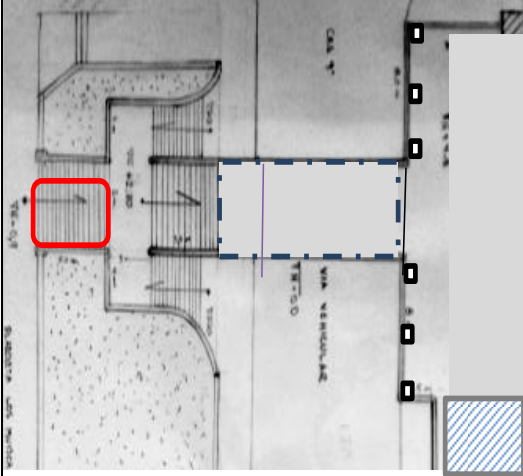

ESPECIALIZACION PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION					
FICHA DE TOMA DE DATOS					
PROYECTO DIGNOSTICO DE LESIONES EN ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA DEL PUENTE DE ACCESO A LA IGLESIA DE LAS NIEVES, EN LA CIUDAD DE TUNJA					
AUTORES	NEYDA CAROLINA LOPEZ	MODULO	MAMPOSTERIA	AREA	450 M2
	ISAURA PATRICIA JAIME		DOCENTE. LILIANA PATIÑO	ELEMENTO	MURO
FECHA	25/08/2015	DIRECCION	CARRERA 9 No. 25-74	No. De FICHA	5
LOCALIZACION			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA		
					
TIPO DE LESION	FILTRACION POR ABSORCION		DESCRIPCION DEL ELEMENTO. La Parte inferior del puente se encuentra con filtraciones en las juntas con el techo y el muro, presentado a la vez eflorcencias.		
FISICA X	QUIMICA	MECANICA			
LOCALIZACION ESPECIFICA JUNTA MURO - TECHO					
DESCRIPCION DE LA LESION			CLASIFICACION DE LA CAUSA		
Esta es una lesión se debe a que el agua pasa el muro desde el exterior hacia el interior y traspasa todo el elemento.			DIRECTA Filtracion de agua lluvia por junta mal construida.		
			INDIRECTA		
IDENTIFICACION DEL FACTOR DE DETERIORO			GRADO DE LESION		
MATERIAL			LEVE		
FABRICACION			MEDIANO		X
FACTOR FISICO AMBIENTAL (X)			Filtración por absorcion		SEVERO
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL (X)			Acción de la cristalización / hidratación de sales solubles.		GRAVE
FACTOR BIOLÓGICO					
INTERVENCION					
esta filtración. Seguido a la eliminación de la causa se debiera permitir el secado completo de las piezas, se debiera realizar limpieza con cepillo suave en toda el area afectada y aplicar un hidrofugante.					

ESPECIALIZACION PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION					
FICHA DE TOMA DE DATOS					
PROYECTO DIGNOSTICO DE LESIONES EN ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA DEL PUENTE DE ACCESO A LA IGLESIA DE LAS NIEVES, EN LA CIUDAD DE TUNJA					
AUTORES	NEYDA CAROLINA LOPEZ	MODULO	MAMPOSTERIA	AREA	450 M2
	ISAURA PATRICIA JAIME		DOCENTE. LILIANA PATIÑO	ELEMENTO	MURO
FECHA	25/08/2015	DIRECCION	CARRERA 9 No. 25-74	No. De FICHA	6
LOCALIZACION			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA		
					
TIPO DE LESION	ENSUCIAMIENTO POR DEPOSITO		DESCRIPCION DEL ELEMENTO.		
FISICA X	QUIMICA	MECANICA			
LOCALIZACION ESPECIFICA ALERO NORTE			CLASIFICACION DE LA CAUSA		
DESCRIPCION DE LA LESION					
La suciedad presente en la mamposteria se presenta en los arranques de los muros de las escaleras y de las columnas y en los aleros.			DIRECTA: Arrastre de particulas por lluvia, Acumulacion de polucion, polvo, excremento de aves.		
			INDIRECTA: Falta de mantenimiento y limpieza		
IDENTIFICACION DEL FACTOR DE DETERIORO			GRADO DE LESION		
MATERIAL (X)		Superficie rugosa sin proteccion	LEVE		
FABRICACION			MEDIANO	X	
FACTOR FISICO AMBIENTAL (X)		Por aguas lluvias	SEVERO		
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL			GRAVE		
FACTOR BIOLOGICO (X)		Por el excremento de aves			
INTERVENCION					
<p>Se recomienda inicialmente una limpieza a presión mediante agua limpia acompañada de un cepillado suave para las partes donde exista más acumulación. En zonas difíciles, y como tratamiento puntual, se recomienda la limpieza con discos de abrasión o cepillos metálicos.</p> <p>Mantenimiento: Se propone mantenimiento y limpieza periódico para evitar la acumulación de partículas de suciedad en la superficie y la aplicación de productos repelentes foreticos como producto protector superficial</p>					

ESPECIALIZACION PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION					
FICHA DE TOMA DE DATOS					
PROYECTO DIGNOSTICO DE LESIONES EN ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA DEL PUENTE DE ACCESO A LA IGLESIA DE LAS NIEVES, EN LA CIUDAD DE TUNJA					
AUTORES	NEYDA CAROLINA LOPEZ	MODULO	MAMPOSTERIA	AREA	450 M2
	ISAURA PATRICIA JAIME		DOCENTE. LILIANA PATIÑO	ELEMENTO	MURO
FECHA	25/08/2015	DIRECCION	CARRERA 9 No. 25-74	No. De FICHA	7
LOCALIZACION			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA		
					
TIPO DE LESION	ENSUCIAMIENTO POR DEPOSITO		DESCRIPCION DEL ELEMENTO. El muro del la parte superior del puente en su arranque se encuentra con suciedad proveniente del medio ambiente.		
FISICA X	QUIMICA	MECANICA			
LOCALIZACION ESPECIFICA MURO					
DESCRIPCION DE LA LESION			CLASIFICACION DE LA CAUSA		
La suciedad presente en la mamposteria se presenta en los arranques de los muros de las escaleras y de las columnas y en los aleros.			DIRECTA: Arrastre de particulas por lluvia, Acumulacion de polucion, polvo, excremento de aves.		
			INDIRECTA: Falta de mantenimiento y limpieza		
IDENTIFICACION DEL FACTOR DE DETERIORO			GRADO DE LESION		
MATERIAL (X)			Superficie rugosa sin proteccion	LEVE	
FABRICACION				MEDIANO	X
FACTOR FISICO AMBIENTAL				SEVERO	
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL (X)			Por accion del medio	GRAVE	
FACTOR BIOLÓGICO (X)			Por orina		
INTERVENCION					
<p>Se recomienda inicialmente una limpieza a presión mediante agua limpia acompañada de un cepillado suave para las partes donde exista más acumulación. En zonas difíciles, y como tratamiento puntual, se recomienda la limpieza con discos de abrasión o cepillos metálicos.</p> <p>Mantenimiento: Se propone mantenimiento y limpieza periódico para evitar la acumulación de partículas de suciedad en la superficie y la aplicación de productos repelentes foreticos como producto protector superficial</p>					

ESPECIALIZACION PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION					
FICHA DE TOMA DE DATOS					
PROYECTO DIGNOSTICO DE LESIONES EN ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA DEL PUENTE DE ACCESO A LA IGLESIA DE LAS NIEVES, EN LA CIUDAD DE TUNJA					
AUTORES	NEYDA CAROLINA LOPEZ	MODULO	MAMPOSTERIA	AREA	450 M2
	ISAURA PATRICIA JAIME		DOCENTE. LILIANA PATIÑO	ELEMENTO	MURO
FECHA	25/08/2015	DIRECCION	CARRERA 9 No. 25-74	No. De FICHA	8
LOCALIZACION			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA		
					
TIPO DE LESION	CRIOFLORESCENCIAS		DESCRIPCION DEL ELEMENTO. El muro de la escalera de acceso norte, presenta perdida parcial de piezas		
FISICA	QUIMICA (X)	MECANICA			
LOCALIZACION ESPECIFICA ARRANQUE DE MUROS			CLASIFICACION DE LA CAUSA		
DESCRIPCION DE LA LESION					
En el interior del elemento se produce la cristalización de sales, se generan cambios volumetricos y fisuras que ocasionan desprendimientos del material			DIRECTA: Cambios volumetricos provocados por humedad ocasiona fisuras		
			INDIRECTA: Tipo de material, constitución, tamaño de los poros del material		
IDENTIFICACION DEL FACTOR DE DETERIORO			GRADO DE LESION		
MATERIAL (X)			composicion del material	LEVE	
FABRICACION				MEDIANO	X
FACTOR FISICO AMBIENTAL				SEVERO	
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL (X)			accion climatica ciclos hielo deshielo	GRAVE	
FACTOR BIOLÓGICO					
INTERVENCION					
Se debera retirar la parte afectada completamente y lavar bien la superficie nueva con agua clara y cepillarla varias veces. Luego se labran una serie de ranuras de anclaje y se sustituye por trozos de ladrillo. Otra solucion es sustituir completamente la pieza y sellar las juntas.					

ESPECIALIZACION PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION					
FICHA DE TOMA DE DATOS					
PROYECTO DIGNOSTICO DE LESIONES EN ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA DEL PUENTE DE ACCESO A LA IGLESIA DE LAS NIEVES, EN LA CIUDAD DE TUNJA					
AUTORES	NEYDA CAROLINA LOPEZ	MODULO	MAMPOSTERIA	AREA	450 M2
	ISAURA PATRICIA JAIME		DOCENTE. LILIANA PATIÑO	ELEMENTO	MURO
FECHA	25/08/2015	DIRECCION	CARRERA 9 No. 25-74	No. De FICHA	9
LOCALIZACION			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA		
					
TIPO DE LESION	CRIOFLORESCENCIAS		DESCRIPCION DEL ELEMENTO. El muro lateral de la rampa acceso sur, presenta perdida parcial de piezas y disgregación		
FISICA	QUIMICA (X)	MECANICA			
LOCALIZACION ESPECIFICA ARRANQUE DE MUROS			CLASIFICACION DE LA CAUSA		
DESCRIPCION DE LA LESION En el interior del elemento se produce la cristalización de sales, se generan cambios volumetricos y fisuras que ocasionan desprendimientos del material			DIRECTA: Cambios volumetricos provocados por humedad ocasiona fisuras		
			INDIRECTA: Tipo de material, constitución, tamaño de los poros del material		
IDENTIFICACION DEL FACTOR DE DETERIORO				GRADO DE LESION	
MATERIAL (X)			composicion del material	LEVE	
FABRICACION				MEDIANO	X
FACTOR FISICO AMBIENTAL				SEVERO	
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL (X)			accion climatica ciclos hielo deshielo	GRAVE	
FACTOR BIOLOGICO					
INTERVENCION					
Se debera retirar la parte afectada completamente y lavar bien la superficie nueva con agua clara y cepillarla varias veces. Luego se labran una serie de ranuras de anclaje y se sustituye por trozos de ladrillo. Otra solucion es sustituir completamente la pieza y sellar las juntas.					

ESPECIALIZACION PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION					
FICHA DE TOMA DE DATOS					
PROYECTO DIGNOSTICO DE LESIONES EN ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA DEL PUENTE DE ACCESO A LA IGLESIA DE LAS NIEVES, EN LA CIUDAD DE TUNJA					
AUTORES	NEYDA CAROLINA LOPEZ	MODULO	MAMPOSTERIA	AREA	450 M2
	ISAURA PATRICIA JAIME		DOCENTE. LILIANA PATIÑO	ELEMENTO	ESCALERA
FECHA	25/08/2015	DIRECCION	CARRERA 9 No. 25-74	No. De FICHA	10
LOCALIZACION			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA		
					
TIPO DE LESION	DESPRENDIMIENTO		DESCRIPCION DEL ELEMENTO. Escalera en concreto enchapada con tableta de gres		
FISICA	QUIMICA	MECANICA X			
LOCALIZACION ESPECIFICA PASO DE LA ESCALERA			CLASIFICACION DE LA CAUSA		
DESCRIPCION DE LA LESIONES Desprendimiento de tableta en de esquina de los pasos, Posiblemente ocasionada por impactos en el material					
			DIRECTA Dureza superficial del material, analizar su resistencia a		
			INDIRECTA vandalismo		
IDENTIFICACION DEL FACTOR DE DETERIORO			GRADO DE LESION		
MATERIAL-		Baja resistencia al impacto	LEVE	X	
FABRICACION-			MEDIANO		
FACTOR FISICO AMBIENTAL			SEVERO		
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL			GRAVE		
FACTOR BIOLÓGICO					
INTERVENCION					
•Elegir materiales con suficiente dureza superficial.					
•Sustitución de los elementos afectados.					
•Utilizar productos endurecedores para proteger las piezas afectadas					

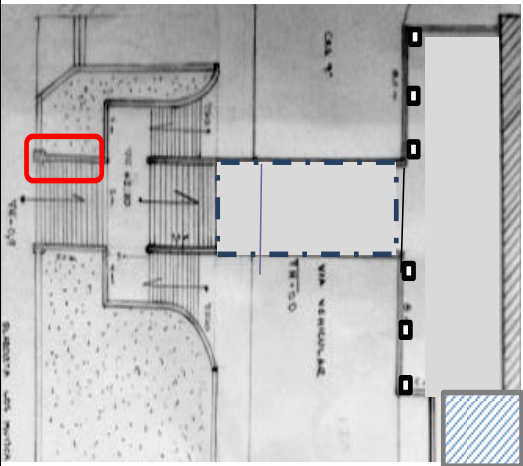

ESPECIALIZACION PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION					
FICHA DE TOMA DE DATOS					
PROYECTO DIGNOSTICO DE LESIONES EN ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA DEL PUENTE DE ACCESO A LA IGLESIA DE LAS NIEVES, EN LA CIUDAD DE TUNJA					
AUTORES	NEYDA CAROLINA LOPEZ	MODULO	MAMPOSTERIA	AREA	450 M2
	ISAURA PATRICIA JAIME		DOCENTE. LILIANA PATIÑO	ELEMENTO	MURO
FECHA	25/08/2015	DIRECCION	CARRERA 9 No. 25-74	No. De FICHA	11
LOCALIZACION			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA		
					
TIPO DE LESION	EROSION FISICA		DESCRIPCION DEL ELEMENTO. Muro lateral de escalera en mampostereria a la vista.		
FISICA X	QUIMICA	MECANICA			
LOCALIZACION ESPECIFICA ARRANQUE DE MURO			CLASIFICACION DE LA CAUSA		
DESCRIPCION DE LA LESIONES se presenta perdida del material, descascamiento			DIRECTA hidratacion de sales solubles		
			INDIRECTA Falta de protección del material, Calidad del material		
IDENTIFICACION DEL FACTOR DE DETERIORO				GRADO DE LESION	
MATERIAL-				LEVE	X
FABRICACION-				MEDIANO	
FACTOR FISICO AMBIENTAL				humedad	SEVERO
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL					GRAVE
FACTOR BIOLÓGICO					
INTERVENCION					
Eliminar causa Tratar la superficie con productos hidrofugantes para evitar la humedad					
Conocer el alcance de la erosión y la posibilidad de recuperar el material lesionado, si no es recuperable debe reponerse por otro material lo más semejante posible. Se deben realizar ensayos mediante la utilización de técnicas como, a petrográfica en sección delgada o el microscopio electrónico de barrido.					
Tratar la superficie con productos hidrofugantes.					

Tabla.15