

MANUAL DE MANTENIMIENTO INTEGRAL PARA EDIFICACIONES APLICADO AL  
EDIFICIO “GIORDANO BRUNO”

DAVID FERNANDO WILCHES VARGAS

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
TUNJA  
2020

MANUAL DE MANTENIMIENTO INTEGRAL PARA EDIFICACIONES APLICADO AL  
EDIFICIO "GIORDANO BRUNO"

DAVID FERNANDO WILCHES VARGAS

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Civil

Director Temático

Ing. Manuel Orlando Hernández Rivera

VoBo. 

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2020

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Jurado.

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Tunja, FEBRERO de 2021.

## **AGRADECIMIENTO.**

A mi madre, a mi hermano y a mi familia, por su apoyo incondicional, quienes siempre me alentaron a cumplir mis sueños.

A mi hermano Juan Carlos, por ayudarme en dirigir y escribir mi tesis, por su paciencia y dedicación para culminar este gran paso en mi vida.

Al ingeniero Manuel Orlando quien fue mi director de tesis por su ayuda.

A todos los docentes y administrativos de la universidad Santo Tomas seccional Tunja, por apoyarme a cumplir este gran sueño de ser ingeniero Civil.

## **DEDICATORIA.**

Principalmente a Dios por permitirme cumplir este sueño y en especial a mi mama, (q.e.p.d), sin su ayuda y gran esfuerzo jamás hubiese llegado a ser ingeniero, ella lucho hasta el final para verme convertido en un gran ingeniero Civil y quien no alcanzo a verme recibir mi titulo como ingeniero Civil. Se que donde quiera que estés voy a llenarte de orgullo.

A mi hermano Juan Carlos, quien siempre ha estado conmigo en este camino, quien me inspira a ser un gran ingeniero como el, quien siempre estuvo conmigo en los momentos buenos y malos y quien a través de su experiencia me guio por la vida para ser un gran hombre, espero llegar a ser tan buen ingeniero como él lo es.

A mi familia por su apoyo constante, quienes siempre han estado orgullosos de mí.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	21
summary	22
INTRODUCCIÓN	23
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DEL TRABAJO DE GRADO	1
2. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	3
3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
4. JUSTIFICACIÓN	5
5. OBJETIVOS	6
5.1. Objetivo general	6
5.2. Objetivos específicos	6
6. MARCO TEÓRICO	7
7. MARCO REFERENCIAL	10
8. MARCO CONCEPTUAL	11
8.1. Sistemas	11
8.2. Sistema de gestión integral	11
8.3. Supervisión y control de procesos	11
8.4. Proceso	11
8.5. Procedimiento	12
8.6. Estandarización	12
8.7. Manual de procedimientos	12
8.8. Instalaciones	12
8.9. Deterioro.	13
8.9.1. Deterioro por el uso normal	13
8.9.2. Deterioro por falta de mantenimiento recurrente, preventivo y predictivo	13
8.9.3. Deterioro por desgaste natural	13
8.9.4. Deterioro por accidentes	13
8.9.5. Deterioro por uso inadecuado de la infraestructura	14
8.9.6. Deterioro por factores ambientales	14
8.10. Mantenimiento	14
8.11. Tipos de mantenimiento.	14
8.11.1. Mantenimiento predictivo	14
8.11.2. Mantenimiento preventivo	14

8.11.3.	Mantenimiento preventivo activo	15
8.11.4.	Mantenimiento preventivo pasivo	15
8.11.5.	Mantenimiento correctivo	15
8.12.	Mobiliario	16
8.13.	Mantenimiento modificativo para la parte eléctrica	16
8.13.1.	Mantenimiento en uso	16
8.13.2.	Mantenimiento de oportunidad	16
8.14.	Registro	17
8.15.	Sistema arquitectónico	17
8.16.	Sistema eléctrico	18
8.17.	Sistema estructural	18
8.18.	Sistema hidrosanitario	18
8.19.	Sistema RCI y otros equipos	18
8.20.	Tipos de falla	18
8.20.1.	Fallas en el diseño	19
8.20.2.	Fallas por materiales	19
8.20.3.	Fallas por construcción	19
8.20.4.	Fallas por operación	20
8.20.5.	Fallas por mantenimiento	21
8.21	DEFINICIONES	21
8.21.1	Patología	21
8.21.2	Diagnóstico	21
8.21.3	Síntomas	21
8.21.4	Mecanismo	22
8.21.5	Origen	22
8.21.6	Causas	22
8.21.7	Consecuencias y oportunidad de la intervención	23
8.22	FLUJOGRAMA	24
9.	ESTADO DEL ARTE	25
10.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	31
11.	ANÁLISIS DE LOS DATOS	32
12.	RECOPIACIÓN DE DATOS	34
11.1	REGISTRO DE DATOS	59
11.2	FORMATOS DE REGISTRO DE DATOS	60

11.3 PROCEDIMIENTO PARA EL REGISTRO	60
11.3.1 INFORMACIÓN GENERAL	61
11.3.2 DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS	61
11.3.3 DAÑOS	62
11.3.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO – OBSERVACIONES	63
11.4 PROCESAMIENTO DE DATOS	63
11.5 IMPLEMENTACIÓN DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO AL EDIFICIO GIORDANO BRUNO	74
12. RESULTADOS ESPERADOS	76
13. IMPACTOS ESPERADOS	77
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
14.1 CONCLUSIONES	78
14.2 RECOMENDACIONES	80
15. BIBLIOGRAFÍA	81

## TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1 - Ubicación del edificio Giordano Bruno, Fuente: Google Earth Pro .....	1
Imagen 2 - Ubicación del edificio Giordano Bruno, Fuente: Google Earth Pro .....	1
Imagen 3 - Ubicación del edificio Giordano Bruno, Fuente: Google Earth Pro .....	2
Imagen 4- Ubicación del edificio Giordano Bruno, Fuente: Google Earth Pro .....	2
Imagen 5 – Costo Relativo Fuente: (Sitter, 1984 CEB RILEM) .....	23
Imagen 6 - Cronograma de actividades, Fuente: Hecha por Autor .....	31
Imagen 7 - Cielo Raso - Fuente: Hecha por Autor .....	34
Imagen 8 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	35
Imagen 9 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	35
Imagen 10 -Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	36
Imagen 11 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	37
Imagen 12 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	37
Imagen 13 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	38
Imagen 14 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	39
Imagen 15 - Baranda, Fuente: Hecha por Autor .....	39
Imagen 16 - Baranda, Fuente: Hecha por Autor .....	40
Imagen 17 - Columna, Fuente: Hecha por Autor .....	41
Imagen 18 - Baranda, Fuente: Hecha por Autor .....	41
Imagen 19 - Pared, Fuente: Hecha por Autor .....	42
Imagen 20 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	43
Imagen 21 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	43
Imagen 22 - Canaleta, Fuente: Hecha por Autor .....	44
Imagen 23 - Baranda, Fuente: Hecha por Autor .....	45
Imagen 24 - Pared, Fuente: Hecha por Autor .....	46
Imagen 25 - Ascensor, Fuente: Hecha por Autor .....	46
Imagen 26 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	47
Imagen 27 - Columna, Fuente: Hecha por Autor .....	48
Imagen 28 - Cubierta, Fuente: Hecha por Autor .....	48
Imagen 29 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	49
Imagen 30 - Columna, Fuente: Hecha por Autor .....	50
Imagen 31 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	51
Imagen 32 - Cubierta, Fuente: Hecha por Autor .....	51
Imagen 33 - Luminaria, Fuente: Hecha por Autor .....	52
Imagen 34 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	53
Imagen 35 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	54
Imagen 36 - Rejilla, Fuente: Hecha por Autor .....	54
Imagen 37 - Columna, Fuente: Hecha por Autor .....	55
Imagen 38 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	56
Imagen 39 - Luminaria, Fuente: Hecha por Autor .....	56
Imagen 40 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor .....	57
Imagen 41 - Columna, Fuente: Hecha por Autor .....	58
Imagen 42 - Pared, Fuente: Hecha por Autor .....	59
Imagen 43 - Partes del formato, Fuente: Hecha por Autor .....	61
Imagen 44 - Excel, procesamiento de datos, Fuente: Hecha por Autor .....	63

Imagen 45 - Sistemas de clasificación de datos, Fuente: Hecha por Autor .....	64
Imagen 46 - Formato sistema Arquitectónico, Fuente: Hecha por Autor .....	65
Imagen 47 - Formato, Fuente: Hecha por Autor.....	65
Imagen 48 - Formato, Fuente: Hecha por Autor.....	66
Imagen 49 - Formato, Fuente: Hecha por Autor.....	66
Imagen 50 - Sistema Eléctrico Formato, Fuente: Hecha por Autor .....	67
Imagen 51 - Formato, Fuente: Hecha por Autor.....	67
Imagen 52 - Sistema Estructural Formato, Fuente: Hecha por Autor.....	68
Imagen 53 - Sistema Estructural Formato, Fuente: Hecha por Autor.....	68
Imagen 54 - Sistema Hidrosanitario, Fuente: Hecha por Autor .....	69
Imagen 55 - Formatos, Fuente: Hecha por Autor.....	69
Imagen 56 - Formato Sistema Hidrosanitario, Fuente: Hecha por Autor.....	70
Imagen 57 - Formato sistema Hidrosanitario, Fuente: Hecha por Autor .....	70
Imagen 58 - Sistema RCI y equipos, Fuente: Hecha por Autor.....	71
Imagen 59 - Sistema RCI y equipos, Fuente: Hecha por Autor.....	71
Imagen 60 - Reporte, Fuente: Hecha por Autor .....	72
Imagen 61 - Información recopilada, Fuente: Hecha por Autor.....	73
Imagen 62 - Filtro de información, Fuente: Hecha por Autor.....	73
Imagen 63 - Grafica, Fuente: Hecha por Autor.....	74
Imagen 64 - Presupuesto, Fuente: Hecha por Autor <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad generar una metodología para realizar los mantenimientos, estandarizar los procesos y generar mecanismos para clasificar los daños que se generen en las edificaciones por su uso y el paso del tiempo, permitiendo garantizar su funcionalidad, alargar la vida útil y disminuir costos a través de la planeación de las actividades generadas por el desgaste y el uso de los componentes en las edificaciones. Esto se plasmará a través de un Manual Integral, el cual estará compuesto y clasificado por diferentes sistemas, en los cuales se determinarán sus patologías, evoluciones de esos daños, severidades y posibles soluciones, para esto se utilizarán las normas vigentes y consulta Bibliográfica.

**PALABRAS CLAVE:** Mantenimiento, Mantenimiento preventivo, Mantenimiento Correctivo, Estandarizar, Programar, Daños, Soluciones, Severidades, Infraestructura, Trazabilidad, Control, Vida útil, Recolección de Información, Edificaciones educativas.

## **SUMMARY**

The purpose of this project is to generate a methodology to carry out maintenance, standardize processes and generate mechanisms to classify the damages generated in buildings due to their use and the passage of time, to guarantee their functionality, extend their useful life and reduce costs through the planning of activities generated by wear and tear and the use of components in buildings. This will be reflected through a Comprehensive Manual, which will be composed and classified by different systems, in which their pathologies, evolution of those damages, possible solutions severities, will be determined, for this the current norms and Bibliographic consultation will be used.

**KEY WORDS:** Maintenance, Preventive Maintenance, Corrective Maintenance, Standardize, Schedule, Damages, Solutions, Severities, Infrastructure, Traceability, Control, Useful life, Information collection, Educational buildings.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la ingeniería Civil se ha convertido en un lenguaje universal pues en todo el planeta podemos observar grandes obras de Diseño y construcción de infraestructuras para el progreso de la humanidad, estas obras de construcción ofrecen a las personas una mejor calidad de vida en los diferentes ámbitos sociales. Por esta razón la Ingeniería y el avance tecnológico obligan a innovar en los diferentes procesos para prolongar y mejorar la calidad en las obras de ingeniería Civil. Por esta razón surge la necesidad técnica de procesos que permitan el cuidado de las construcciones a partir de procesos de mantenimiento preventivo, predictivo para disminuir las intervenciones a nivel correctivo, garantizando las condiciones óptimas de uso de las construcciones. De acuerdo a esto se puede entender por mantenimiento la necesidad de preservar y mantener en estado óptimo todos los elementos que conforman una obra de ingeniería, de tal manera que su funcionalidad sea la adecuada y pueda prestar un buen servicio a lo largo del tiempo, brindando confort y seguridad a los usuarios de las mismas.

Actualmente el mantenimiento de las edificaciones está dado por el criterio de cada observador que realiza la labor de inspección, sin que en muchas ocasiones sea un concepto unificado, sumado a esto y por lo general los mantenimientos no se llevan a cabo en periodos programados lo que conlleva a que se realicen de manera correctiva, lo que implica una serie de sobrecostos que a lo largo del tiempo superarían por mucho lo que se podría haber invertido en un mantenimiento preventivo o uno predictivo.

Este proyecto se referencia para el Edificio Giordano Bruno de la Universidad Santo Tomás Tunja, pues se debe contar con información precisa que disminuyan los mantenimientos preventivos y que permitan tener información en tiempo real que permita tomar mejores decisiones a nivel administrativo en el manejo de los recursos.

# 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## 1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DEL TRABAJO DE GRADO



*Imagen 1 - Ubicación del edificio Giordano Bruno, Fuente: Google Earth Pro*



*Imagen 2 - Ubicación del edificio Giordano Bruno, Fuente: Google Earth Pro*



*Imagen 3 - Ubicación del edificio Giordano Bruno, Fuente: Google Earth Pro*



*Imagen 4- Ubicación del edificio Giordano Bruno, Fuente: Google Earth Pro*

## **2. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA**

La Universidad Santo Tomás cuenta con una amplia infraestructura física para el desarrollo de su objetivo misional dentro de los cuales se encuentran edificios, laboratorios, los Campus Universitarios, áreas libres, canchas entre otros para brindar sus servicios académicos, razón por la cual surge la necesidad de mantener las instalaciones en óptimas condiciones que permitan su adecuado funcionamiento, labor que debe programarse y cuantificarse, para no estar solucionando solo mantenimientos correctivos, por tal motivo es necesario desarrollar un Manual de Mantenimiento Integral para sus edificaciones, donde se pueda estandarizar los procesos de levantamiento de información, su clasificación y el procedimiento a seguir para su corrección, sin que haya diferencia de conceptos dependiendo de la persona que realice esta labor, además de permitir al encargado de autorizar las intervenciones tener un panorama Global y específico de las prioridades de las necesidades de mantenimiento y su respectiva programación; también se puede tener una trazabilidad de los diferentes mantenimientos, pues no existe actualmente un Manual ajustado a la medida de las necesidades de las edificaciones de la Universidad.

Debido a que es muy compleja la administración de las labores de mantenimiento, por la multiplicidad de tareas, los costos asociados y algunos sobre costos que se generan para la Universidad, ocasiona que muchos de los mantenimientos no sean los más efectivos y se ejecuta para atacar daños evidentes y no preventivos, lo cual ocasiona mayores valores económicos en la solución de estos problemas, mayores recursos en personal e interrupciones en áreas funcionales de la Universidad.

### **3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

De acuerdo a lo anterior surgen las siguientes preguntas de investigación;

1. ¿Cómo estandarizar y registrar los mantenimientos para tener una trazabilidad y así poder planear los siguientes procesos de mantenimiento?
2. ¿Cómo tener un control acerca de las intervenciones que se realizan durante la vida útil de una edificación?
3. ¿Cómo priorizar los mantenimientos de acuerdo a la información recolectada?

Es por esto que se plantea el manual de mantenimiento integral para el edificio “GIORDANO BRUNO”

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

En las Edificaciones de las diferentes sedes de la Universidad Santo Tomás, se puede evidenciar la multiplicidad en tipos de materiales, estructuras, diseños, lo que de manera natural deriva en diferentes tipologías de daños y afectaciones que no permiten unificar criterios para su mantenimiento, por esto se propone el desarrollo de una metodología clara y concisa que determine de manera técnica y con criterios cuantitativos las intervenciones ajustadas a cada sistema que la compone prolongando la vida útil de las mismas, estas deben ser periódicas para disminuir al máximo posibles evoluciones que desemboquen en mantenimientos netamente correctivos.

Por lo tanto, la finalidad de este proyecto es el desarrollo de un Manual Integral de Mantenimiento que permita tener una hoja de vida de los sistemas que facilite programar los mantenimientos.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. Objetivo general

Elaborar un Manual Integral de Mantenimiento, aplicado al Edificio Giordano Bruno del Campus de la Santo Tomás Seccional Tunja.

### 5.2. Objetivos específicos

- Definir una metodología para la realización de mantenimientos a Edificaciones, específicamente al edificio Giordano Bruno del Campus de la Universidad Santo Tomás; Seccional Tunja.
- Caracterizar varias zonas del edificio **GIORDANO BRUNO**, para aplicar los formatos propuestos en el Manual Integral de Mantenimiento, el cual está compuesto por 5 sistemas que son el sistema Arquitectónico, sistema eléctrico, sistema Estructural, sistema hidrosanitario y el sistema Rci. y otros equipos.

## 6. MARCO TEÓRICO

En la actualidad ha nacido una necesidad por conservar y mantener de manera adecuada las edificaciones, para así prolongar su vida útil, en el caso de las instituciones educativas, lograr este objetivo es indispensable para su continuo y constante uso y aprovechamiento, el cual debe estar en óptimas condiciones, ya que tiene un constante uso de las áreas que lo componen y flujos constantes de usuarios que por el uso realizan desgaste de los diferentes elementos que componen las edificaciones.(Weeks, 2015)

Se han documentado manuales para conservación de edificaciones, como la que fue hecha por la Junta de Extremadura de Madrid, España, en donde el objetivo era materializar un Manual de mantenimiento para la conservación de instituciones educativas, pues entendieron por mantenimiento la necesidad de conservación a un conjunto de acciones que se requieren para el cuidado de edificios y también al conjunto de operaciones que deben hacerse en cada una de las partes de un edificio. (Weeks, 2015)

En el caso colombiano, para el año 2015 en el mandato del presidente Juan Manuel Santos, para el plan nacional de desarrollo, se creó un manual de mantenimiento para instituciones educativas, ya que la educación es considerada uno de los tres pilares fundamentales, concebida como el más poderoso instrumento de igualdad social. la finalidad de este manual, era generalizar los mantenimientos y procedimientos para edificios educativos y de esta manera estandarizar los procesos preventivos para el buen uso y conservación de todas las sedes educativas del país de carácter público. (Ministerio de Educación Nacional, 2015)

Este manual de mantenimiento colombiano está compuesto por varios capítulos, que va desde la cimentación, hasta la urbanización, esto tiene en cuenta cada aspecto para el mantenimiento, en este caso puntual para instituciones educativas, ya que el mantenimiento de las edificaciones educativas está también centrado en

el mantenimiento diario que estas requieren, como el constante aseo que se debe hacer, tanto como el manejo y disposición basuras. (Ministerio de Educación Nacional, 2015)

por otra parte, la estructura del manual consiste en considerar de manera ordenada los mantenimientos partiendo principalmente de la estructura, ya que como todos sabemos es de gran importancia, pues esta va a soportar todas las cargas adicionales que se le puedan agregar al edificio, como las famosas cargas vivas. (Ministerio de Educación Nacional, 2015)

La estructura que maneja en este manual de mantenimiento básicamente inicia con las estructuras, luego con las cubiertas y cerramientos, acabados, instalaciones y por último la urbanización, con estos 5 capítulos abarcan todos los elementos que conciertan una edificación. (Ministerio de Educación Nacional, 2015)

Basados en estos antecedentes, se evidencia que, en una institución educativa, las labores de mantenimiento son bastante complejas, debido a que los procesos de construcción en la actualidad contienen más tecnología, en cuanto al método constructivo y la obtención de los materiales, por lo tanto, a la hora de hacer un mantenimiento se debe tener en cuenta cada uno de estos factores pues estos necesariamente exigen diferentes tipos de cuidados y mantenimientos que prolonguen la vida útil. (Weeks, 2015)

El mantenimiento de edificaciones es de gran importancia, ya que por lo general hay un cierto número de personas que allí trabajan, por lo que la ley obliga a mantener las instalaciones 100% funcionales, para evitar accidentes laborales, esto también es competencia de los trabajadores que ocupan las instalaciones, ya que ellos deben conocer los riesgos laborales que puede llegar a tener y cuál es la mejor manera de evitarlos, por esto el mantenimiento asociado a todas aquellas prácticas que se realizan a los elementos, que conforman una edificación con el objetivo de

mantenerlo funcional y operacional para cumplir con las necesidades para las cuales fue diseñado son tan importantes. (*Tiesgo 14*, n.d.)

Los mantenimientos están conformados por grupos de actividades, los cuales van a depender según su objetivo en correctivos, preventivos o predictivos, este último se puede dar por factores ambientales o de clima, ya que en un evento de una fuerte lluvia durante este fenómeno natural se puede evidenciar alguna filtración o goteo existente en una cubierta, por lo que se puede predecir otros daños futuros en la estructura. (Orozco Masías, 2010)

De igual manera podemos encontrar la necesidad de mantener las instalaciones de un edificio en la parte Médica, de hecho, en estos lugares como Hospitales, clínicas entre otros, la necesidad de mantenimiento es mayor, debido a la complejidad de situaciones que en estos lugares se presentan, teniendo en cuenta que en este tipo de edificaciones el uso de sus instalaciones es de uso continuo las 24 horas del día. No solo se debe contemplar el correcto mantenimiento de estos lugares, sino también su correcta limpieza, lo cual aumenta el grado de complejidad, aunque partiendo del mismo principio, todas las edificaciones deben contar con una metodología clara, fácil y concisa y el conocimiento para realizar de manera eficiente los mantenimientos tanto preventivos como correctivos para mantener su total funcionamiento. (Saputra, 2019)

## **7. MARCO REFERENCIAL**

Mediante la recopilación de información presentada a continuación, se pretende ubicar al lector dentro del proyecto, con el fin de que se facilite la comprensión del mismo.

Toda la información intenta enmarcar los diferentes avances que se han tenido en mantenimientos dependiendo del uso, tales como edificaciones educativas y edificaciones de uso hospitalario. Pero los manuales están orientados a recomendaciones e instructivos que no cuantifican ni clasifican la severidad de los daños.

Por esta razón este manual de mantenimiento elaborado como tesis de grado, reúne toda la información necesaria para poder analizar y cuantificar el nivel de los daños, para así darle una posible solución.

## **8. MARCO CONCEPTUAL**

### **8.1. Sistemas**

Un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí que funcionan como un todo. («Sistema». En: Significados.com.», s.f.)

### **8.2. Sistema de gestión integral**

Es una herramienta que permite optimizar recursos, reducir costes y mejorar la productividad. Este instrumento de gestión reportará datos en tiempo real que permiten tomar decisiones para corregir fallos y prevenir la aparición de gastos innecesarios. («Sistemas de Gestión | Integra», s.f.)

### **8.3. Supervisión y control de procesos**

El control es un proceso mediante el cual la administración se cerciora si lo que ocurre concuerda con lo que supuestamente debiera ocurrir, del contrario, será necesario que se hagan los ajustes o correcciones necesarios. La supervisión es la observación regular y el registro de las actividades que se llevan a cabo en un proyecto o programa. Es un proceso de recogida rutinaria de información sobre todos los aspectos del proyecto. Supervisar es controlar qué tal progresan las actividades del proyecto. Es observación, observación sistemática e intencionada. («Control y supervisión», s.f.)

### **8.4. Proceso**

Un Proceso se define como un conjunto de actividades enlazadas entre sí que, partiendo de uno o más *inputs* (entradas) los transforma, generando un *output* (resultado). (Aiteco consultores, s.f.)

### **8.5. Procedimiento**

Un procedimiento, consiste en seguir ciertos pasos predefinidos para desarrollar una labor de manera eficaz. Su objetivo debería ser único y de fácil identificación, aunque es posible que existan diversos procedimientos que persigan el mismo fin, cada uno con estructuras y etapas diferentes, y que ofrezcan más o menos eficiencia. (Porto & Gardey, s.f.)

### **8.6. Estandarización**

Proceso mediante el cual se realiza una actividad de manera standard o previamente establecida. El término estandarización proviene del término standard, aquel que refiere a un modo o método establecido, aceptado y normalmente seguido para realizar determinado tipo de actividades o funciones. (Bembibre Cecilia, 2010)

### **8.7. Manual de procedimientos**

Es un componente del sistema de control interno, el cual se crea para obtener una información detallada, ordenada, sistemática e integral que contiene todas las instrucciones, responsabilidades e información sobre políticas, funciones, sistemas y procedimientos de las distintas operaciones. (Gómez., 2001)

### **8.8. Instalaciones**

Conjunto de conducciones y equipos mediante los que se genera, convierte, transforma, transporta, distribuye o utiliza la energía eléctrica, el agua, el gas, los residuos domiciliarios e industriales, así como también las instalaciones de climatización, telecomunicaciones, o protección contra el fuego y los agentes atmosféricos. (Profesional, s.f.)

## **8.9. Deterioro.**

Degeneración o empeoramiento gradual y progresivo que observa algo, ya sea un objeto, una situación, una persona, entre otros. (Ucha, 2009).

### **8.9.1. Deterioro por el uso normal**

Es el que se presenta en la infraestructura educativa por la actividad cotidiana de uso. (Ministerio de Educación Nacional, Manual de uso, conservación y mantenimiento de infraestructura educativa, 2015).

### **8.9.2. Deterioro por falta de mantenimiento recurrente, preventivo y predictivo**

Es el que se presenta en la infraestructura educativa por la falta de acciones para el sostenimiento adecuado en un nivel aceptable de la infraestructura educativa; la omisión de estos procedimientos regularmente origina mantenimientos correctivos de mayor costo y dimensión. (Ministerio de Educación Nacional, Manual de uso, conservación y mantenimiento de infraestructura educativa, 2015).

### **8.9.3. Deterioro por desgaste natural**

Causado por uso normal, generalmente se presenta en recubrimientos y elementos móviles, como puertas, ventanas, dotaciones por cambio de tecnologías, cumplimiento de ciclos de uso. (Ministerio de Educación Nacional, Manual de uso, conservación y mantenimiento de infraestructura educativa, 2015).

### **8.9.4. Deterioro por accidentes**

Causado por terceros donde en un evento fuera de control se generan daños a la infraestructura. (Ministerio de Educación Nacional, Manual de uso, conservación y mantenimiento de infraestructura educativa, 2015).

### **8.9.5. Deterioro por uso inadecuado de la infraestructura**

Dentro del uso normal de la infraestructura se presentan situaciones de mal uso por parte de los usuarios causadas por desconocimiento del funcionamiento, acciones malintencionadas o vandalismo. (Ministerio de Educación Nacional, Manual de uso, conservación y mantenimiento de infraestructura educativa, 2015).

### **8.9.6. Deterioro por factores ambientales**

El deterioro por factores ambientales es recurrente por lluvia, efectos nocivos de los rayos del sol, altas humedades y efectos abrasivos por zonas desérticas o salinidad en zonas costeras. Este deterioro depende específicamente de las zonas geográficas donde están ubicados los establecimientos educativos. (Ministerio de Educación Nacional, Manual de uso, conservación y mantenimiento de infraestructura educativa, 2015).

## **8.10. Mantenimiento**

Se denomina mantenimiento al procedimiento mediante el cual un determinado bien recibe tratamientos a efectos de que el paso del tiempo, el uso o el cambio de circunstancias exteriores no lo afecte. (definicion.mx, 2015).

### **8.11. Tipos de mantenimiento.**

#### **8.11.1. Mantenimiento predictivo**

El mantenimiento predictivo está basado fundamentalmente en detectar un fallo antes de que suceda, para dar tiempo a corregirlo sin perjuicios. (MEDINA BAEZ, Andrés, 2019.)

#### **8.11.2. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo consiste en aplicar una serie de técnicas y procedimientos al sistema para minimizar el riesgo de fallo y asegurar su correcto funcionamiento durante el mayor tiempo posible, alargando así su vida útil. Lo fundamental es comprender la importancia de hacer un mantenimiento preventivo para evitar desastres o pérdidas de información. Existen dos tipos de técnicas aplicables: (MEDINA BAEZ, Andrés, 2019.)

#### **8.11.3. Mantenimiento preventivo activo**

Este tipo de mantenimiento involucra la limpieza del sistema y sus componentes. La frecuencia con la cual se debe implementar este tipo de mantenimiento depende del ambiente y de la calidad de los componentes. (MEDINA BAEZ, Andrés, 2019.)

#### **8.11.4. Mantenimiento preventivo pasivo**

Este tipo de mantenimiento consiste en el cuidado del sistema en su ambiente externo, condiciones físicas de operación del sistema y la prevención eléctrica. (MEDINA BAEZ, Andrés, 2019.)

#### **8.11.5. Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo consiste en el reemplazo de componentes del sistema que se encuentren en mal estado o presenten un mal funcionamiento. Este tipo de mantenimiento se lleva a cabo cuando el predictivo lo aconseja y cuando el preventivo ya no sea posible. (Robles, 2017).

### **8.12. Mobiliario**

Hace referencia al conjunto de muebles con que se equipan un determinado espacio, sirviendo para las actividades normales de cualquier empresa, oficina o vivienda. El conjunto de estos elementos se emplea para desempeñar distintas tareas como pueden ser trabajar, descansar o comer. (economía simple, s.f.)

### **8.13. Mantenimiento modificativo para la parte eléctrica**

Tiene como propósito compensar la obsolescencia tecnológica o las nuevas exigencias que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta pero que en la actualidad sí deben serlo. (MEDINA BAEZ, Andrés, 2019.)

Los tipos de mantenimiento según su aplicación son: Mantenimiento cero horas (Overhaul), mantenimiento en uso y mantenimiento de oportunidad. (MEDINA BAEZ, Andrés, 2019.)

Mantenimiento cero horas (overhaul): “Es un mantenimiento que depende de la gravedad de la falla porque implica que el daño es tan severo que se necesita parar la maquinaria por completo para hacer el mantenimiento. (MEDINA BAEZ, Andrés, 2019.)

#### **8.13.1. Mantenimiento en uso**

“Es aquel mantenimiento que se puede aplicar mientras que la máquina sigue funcionando, por dos simples razones: (MEDINA BAEZ, Andrés, 2019.)

#### **8.13.2. Mantenimiento de oportunidad**

Es cuando se aprovechan las paradas “normales” de los equipos para hacer mantenimiento.

Cada uno de estos tipos de mantenimiento son aplicados en diferentes técnicas de mantenimiento, en este proyecto se abordarán las técnicas RCM y TPM.

RCM o Reliability Centred Maintenance, (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad) es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento. (MEDINA BAEZ, Andrés, 2019.)

- Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos.
- Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.
- Determina una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta.
- Las acciones tendentes a evitar los fallos pueden ser de varios tipos:
- Determinación de tareas de mantenimiento que evitan o reducen estas averías.
- Mejoras y modificaciones en la instalación.
- Medidas que reducen los efectos de los fallos, en el caso de que estos no puedan evitarse.

#### **8.14. Registro**

Los registros deben establecerse y mantenerse para proporcionar evidencia de las actividades realizadas para tener una trazabilidad de los mantenimientos ya hechos, y poder programar los futuros mantenimientos.

#### **8.15. Sistema arquitectónico**

Los elementos pertenecientes al sistema arquitectónico, son los que le dan funcionalidad al edificio.

#### **8.16. Sistema eléctrico**

El sistema eléctrico es un suministro eléctrico de todos los diferentes sistemas que conforman una construcción, en este caso un edificio educativo el cual está conformado por una amplia red para darle funcionalidad a todos los elementos que se encuentran allí.

#### **8.17. Sistema estructural**

Los sistemas estructurales son un conjunto de elementos resistentes que permiten transmitir las cargas al suelo, logrando mantener en pie las construcciones.

#### **8.18. Sistema hidrosanitario**

Este sistema está comprendido por elementos que permiten la distribución de agua y la conducción de desechos generados por el hombre.

#### **8.19. Sistema RCI y otros equipos**

Hace referencia a la red contra incendios, tuberías, fosos y ascensores. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).

#### **8.20. Tipos de falla**

En estructuras, hay patologías para conocer las posibles fallas en el concreto, estas suelen aparecer afectando su función, el confort y la seguridad de las personas que están, dentro y alrededor de estos elementos. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).

### **8.20.1. Fallas en el diseño**

En el desarrollo del diseño de cualquier estructura de concreto, actualmente se usan diferentes programas computacionales que permiten simular y calcular las estructuras mediante la definición de diferentes aspectos como cargas, dimensiones, materiales, detalles arquitectónicos, entre otros, con el fin de cumplir con los estándares estipulados en la normativa sismo resistente vigente. Sin embargo, adicional a esto es importante tener en consideración aspectos como las condiciones ambientales, el tiempo estimado de servicio, el tipo de operación de la estructura y el avance tecnológico de materiales. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).

### **8.20.2. Fallas por materiales**

La ingeniería de materiales de construcción ha venido presentando avances tecnológicos importantes, que han permitido ampliar el uso y las aplicaciones de los mismos, y a su vez realizar estructuras con mayores retos ingenieriles. En el caso del concreto, en la actualidad se cuenta con múltiples tipos de cemento, con posibilidades agregados tanto de cantera como reciclados y con múltiples aditivos y adiciones que aumentan propiedades del concreto como su resistencia, entre otras. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).

### **8.20.3. Fallas por construcción**

Durante el proceso constructivo de cualquier proyecto es importante seguir lo máximo posible el diseño y la planeación del proyecto con el fin de que la estructura se comporte acorde con las especificaciones estipuladas. Para esto es necesario contar con la experiencia adecuada, mano de obra calificada, control de calidad, entre otros aspectos que permitan el desarrollo satisfactorio de la obra y evitar fallas en el concreto causadas por: (Sánchez de Guzmán, D.,2011).

En formaletas:

- Falta de diseño. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).

- Deformaciones o defectos. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).
- Falta de verificación de su estabilidad antes de realizar el vaciado. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).
- Descimbrado anticipado o con técnicas inadecuadas. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).
- Incumplimiento de tolerancias dimensionales en la geometría de los elementos de concreto, así como en la colocación del acero permitiendo posibles desplazamientos del mismo y afectando el recubrimiento estipulado por el diseño o norma. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).
- Malas prácticas en la colocación, manejo, compactación, y falta de procesos de protección y curado adecuado. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).
- Procesos inadecuados de levantamiento, izaje o montaje de elementos prefabricados. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).
- Afectar el cuerpo de la estructura o de un elemento para conectar instalaciones anexas o precargar la estructura sin poseer la resistencia necesaria. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).

#### **8.20.4. Fallas por operación**

La vida útil de servicio de una estructura, consiste en ese periodo para el cual se le considera en buen estado de funcionamiento hasta llegar a un nivel de deterioro aceptable. La vida útil además de estar ligada a un adecuado diseño, al uso correcto de los materiales adecuados y a la calidad con la que se lleva a cabo el proceso constructivo, también se encuentra vinculada con el uso que se le dará a la estructura durante ese periodo de tiempo. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).

La operación o función que se le otorga a la estructura podrá disminuir su vida útil de servicio estipulada, viéndose generalmente afectada por la aplicación de cargas mayores a las contempladas en el diseño debido a diferentes acciones o fenómenos, o por el cambio de uso general de la estructura. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).

### **8.20.5. Fallas por mantenimiento**

Cómo toda estructura de concreto, con el fin de garantizar su integridad, funcionalidad y durabilidad durante su vida útil, se deben realizar inspecciones rutinarias que permitan determinar el estado de la estructura y establecer planes de acción a tomar en la estructura para corregir los problemas identificados. Las acciones incluyen entre otras realizar un mantenimiento, una reparación, una rehabilitación o un refuerzo de la estructura. (Sánchez de Guzmán, D.,2011).

## **8.21 DEFINICIONES**

### **8.21.1 Patología**

puede ser definida como la parte de la Ingeniería que estudia los síntomas, los mecanismos, las causas y los orígenes de los defectos de las obras civiles, o sea, es el estudio de las partes que componen el diagnóstico del problema. (HELENE, Paulo. PEREIRA, Fernanda. 2003)

### **8.21.2 Diagnóstico**

un diagnóstico adecuado y completo será aquel que esclarezca todos los aspectos del problema, o sea: (HELENE, Paulo. PEREIRA, Fernanda. 2003)

### **8.21.3 Síntomas**

Los problemas patológicos, salvo raras excepciones, presentan manifestaciones externas características, a partir de las cuales se puede deducir cual es la

naturaleza, el origen y los mecanismos de los fenómenos involucrados, así como estimar sus probables consecuencias. Estos síntomas, también denominados lesiones, daños, defectos o manifestaciones patológicas, pueden ser descritos y clasificados, orientando un primer diagnóstico, a partir de detalladas y experimentadas observaciones visuales. (HELENE, Paulo. PEREIRA, Fernanda. 2003)

#### **8.21.4 Mecanismo**

Todo problema patológico, llamado en lenguaje jurídico de vicio oculto o vicio de construcción o daño oculto, ocurre a través de un proceso, de un mecanismo. Por ejemplo: la corrosión de las armaduras en el hormigón armado es un fenómeno de naturaleza electroquímica, que puede ser acelerado por la presencia de agentes agresivos externos, del ambiente, o internos, incorporados al hormigón. (HELENE, Paulo. PEREIRA, Fernanda. 2003)

#### **8.21.5 Origen**

Un diagnóstico adecuado del problema debe indicar en qué etapa del proceso constructivo tuvo origen el fenómeno. Por ejemplo, una fisura de momento flector en vigas, tanto pudo ser por un diseño inadecuado, como por la calidad inferior del acero usado; tanto por la mala ejecución con un hormigón de resistencia inadecuada, como por la mala utilización que se hace del elemento, con la colocación sobre la viga, de cargas mayores a las previstas inicialmente. Para cada origen del problema existe la terapia más adecuada, aunque el fenómeno y los síntomas puedan ser los mismos. (HELENE, Paulo. PEREIRA, Fernanda. 2003)

#### **8.21.6 Causas**

Los agentes causantes de los problemas patológicos pueden ser varios: cargas, variaciones de humedad, variaciones térmicas intrínsecas y extrínsecas al

hormigón, agentes biológicos, incompatibilidad de materiales, agentes atmosféricos y otros. (HELENE, Paulo. PEREIRA, Fernanda. 2003).

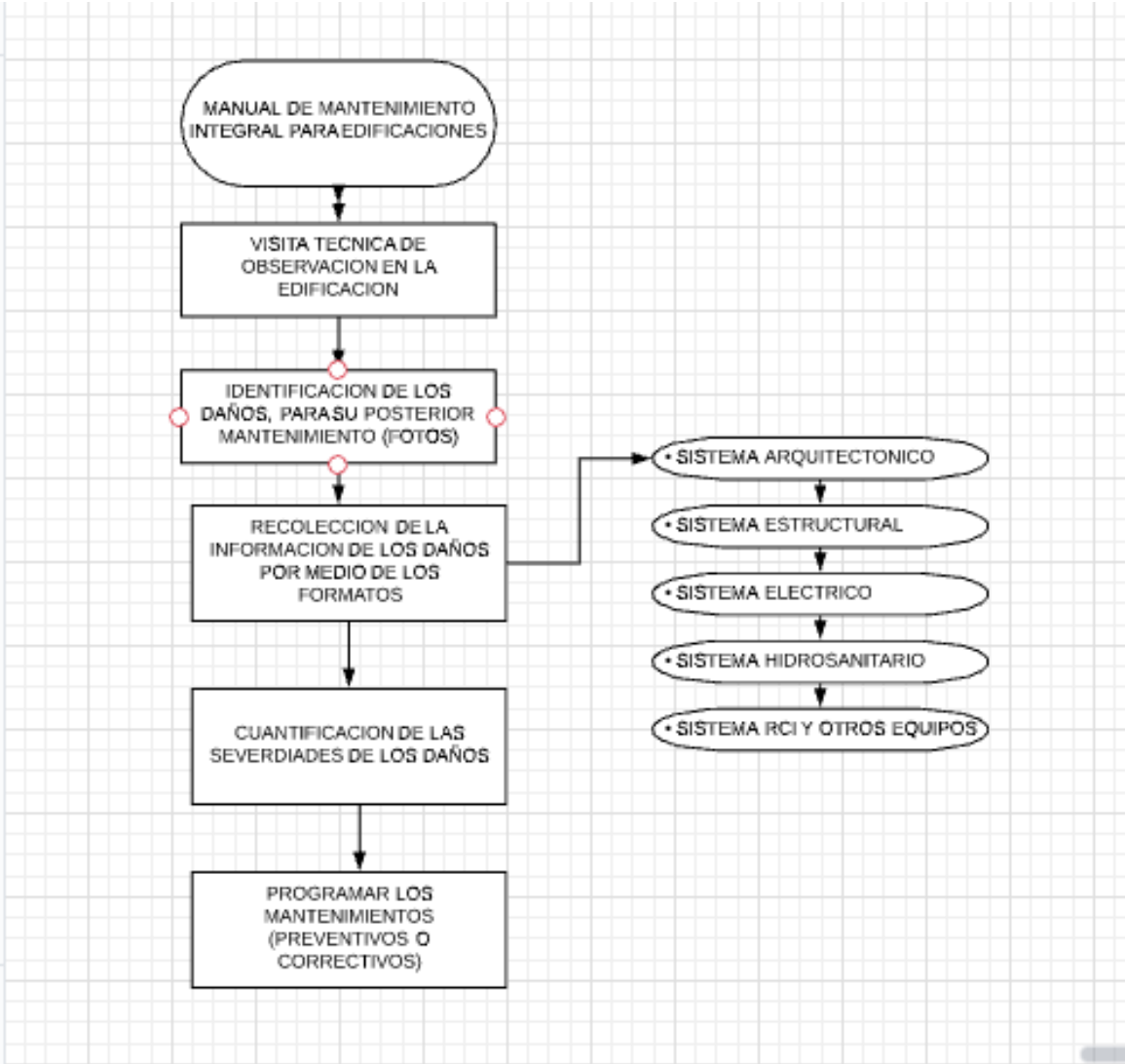
### 8.21.7 Consecuencias y oportunidad de la intervención

Un buen diagnóstico se completa con algunas consideraciones sobre las consecuencias del problema en el comportamiento general de la estructura, o sea, un pronóstico de la cuestión. De forma general acostumbrarse a separar las consideraciones en dos tipos: las que afectan las condiciones de seguridad de la estructura (asociadas al estado límite último) y las que componen las condiciones de higiene, estética, etc., o sea, las denominadas condiciones de servicio y funcionamiento de la edificación. (HELENE, Paulo. PEREIRA, Fernanda. 2003)



Imagen 5 – Costo Relativo Fuente: (Sitter, 1984 CEB RILEM)

8.22 FLUJOGRAMA



## 9. ESTADO DEL ARTE

Actualmente la información disponible en cuanto a Manuales para mantenimientos de edificaciones son muy escasos y no contemplan la totalidad de los sistemas que lo componen y se centran en la realización de mantenimientos correctivos muy a criterio de la persona que los realiza, pero no hay una metodología que ayude a que se hagan mantenimientos programados a nivel de todos los sistemas y que permitan tener una trazabilidad de la periodicidad, costos y nivel de intervención, pues debidamente aplicados evitaría sobrecostos, que genera un impacto importante en los presupuestos, permitiendo programación de las intervenciones y disminución de los costos.

A nivel internacional tenemos una serie de documentos y manuales en donde se pueden consultar más los usos y estados de conservación, que una metodología clara para cuantificar averías y avances de las mismas.

En el año 2005, la junta de Extremadura, una institución gubernamental de España, creó un manual de uso, conservación y mantenimiento de centro educativos con el fin de conservar el patrimonio considerado de todos y todas en el país europeo, la finalidad de este manual de mantenimiento era prolongar la vida útil de las edificaciones educativas y lograr para sus estudiantes cierto grado de confort necesario para el desarrollo académico.

Como lo afirma León, 2005, No pretendemos en este sencillo manual hacer una recopilación exhaustiva de todas estas normas técnicas de mantenimiento hoy día existentes. Ello sería una tarea muy compleja y que nos alejaría de nuestro principal objetivo, que no es otro, que dar a conocer, a todo el personal no técnico relacionado con el centro educativo, las operaciones de mantenimiento que a nuestro juicio resultan imprescindibles, dando, de cada una de ellas, una visión general dentro del amplísimo campo en el que debemos actuar. (p. 9)

En el año 2008, Costa Rica a través de la Caja Costarricense de Seguro Social realiza una compilación para generar un manual en Infraestructura física en Salud, enfocados en caracterizar daños y enfocarse al procedimiento para solucionarlos.

Como se explica en el párrafo siguiente, Orozco, 2008, Orientar a los responsables de la gestión del mantenimiento de las sedes de áreas, clínicas y establecimientos de los equipos básicos de atención integral de salud (EBAIS) sobre los principales procedimientos vinculados al mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura física.

La guía de mantenimiento de la infraestructura física está dirigida a los usuarios internos de los establecimientos del primer nivel de atención (médicos, enfermeros, auxiliares, personal administrativo y técnico). (p. 13).

Este manual se dio debido a la necesidad constante de que las edificaciones del sector salud estén en excelentes condiciones y por su uso constante.

Pero en España ocurría un fenómeno que comenzaba a preocupar a las aseguradoras e involucraba transparencia y destinación de los recursos públicos y accidentes de trabajo por temas de mantenimiento, lo que impulsó la asociación de seis mutuas de accidentes de trabajo a crear la Corporación Mutua, que integra a Cesma, Ibermutuamur, Mac, MC Mutual, Mutualia y Solimat, gestiona un 20% de las cuotas recaudadas por la Seguridad Social para hacer frente a los siniestros laborales y las enfermedades profesionales de los trabajadores y en 2007.

Corporación MUTUA, 2007, Las actuaciones de mantenimiento y reparación en instalaciones de lucha contra incendios, se consideran, de forma general, todas aquellas actuaciones orientadas a la inspección y verificación, así como las correspondientes a actuaciones preventivas y correctoras necesarias para mantener las instalaciones, equipo de trabajo y maquinaria en perfecto estado de funcionamiento.

Con este fin CORPORACION MUTUA, ha creado este manual que tiene en sus manos. “Manual de Prevención de Riesgos Laborales para el mantenimiento de instalaciones” que servirá como guía para que pueda desarrollar su trabajo en condiciones de seguridad y modificar ciertos comportamientos laborales inseguros, que pueden perjudicar su salud y la de otros compañeros y compañeras.

Aquí comienzan a integrarse políticas de prevención en salud con mantenimiento de instalaciones y redes, generando el Manual de Mantenimiento de Edificios.

En México para el año de 2018, comienzan a involucrar además de la infraestructura, otros tipos de elementos, que pueden afectar por mal uso o por falta de mantenimientos en detrimentos de la misma infraestructura.

El objetivo en su momento del Servicio Médico de los trabajadores de la Educación, 2018 era Mantener en forma continua, confiable, limpia y segura las instalaciones físicas, equipos y mobiliario de las Oficinas Centrales del Servicio Médico de los Trabajadores de la Educación. (Pag 4). Esto ajustado a procesos y procedimientos de calidad, normalizando y estandarizando las actividades rutinarias de mantenimientos.

El colegio Oficial de Arquitectos en Canarias (España) comienza a añadir otros elementos que deben ser tenido en cuenta en los mantenimientos y se refiere a temas arquitectónicos y requisitos legales, que a veces debido a la particularidad de cada edificación no son tomados en cuenta.

Colegio Oficial de Arquitectos, 2019, Con el fin de salvaguardar las condiciones de seguridad y salud, de mantener la validez de las autorizaciones, licencias, calificaciones otorgadas y las garantías contratadas en las pólizas de seguros correspondientes, los espacios y dependencias integrados en una edificación de vivienda no deberán destinarse para usos distintos de los que tuvieran asignados por el proyecto. (p 3).

A nivel Nacional y para el año 2015, el Gobierno de Colombia, creó el Manual de uso, conservación y mantenimiento de infraestructura educativa, esta iniciativa nace de acuerdo al plan de desarrollo del 2014 – 2018, donde la educación es considerada uno de los tres pilares fundamentales como el arma más poderosa para tener igualdad social.

El presente Manual de uso, conservación y mantenimiento de infraestructura de Centros educativos, 2015, busca facilitar la adecuada gestión en las instituciones educativas para realizar las actividades necesarias, a fin de aumentar la vida útil de la infraestructura educativa a partir del conocimiento de conceptos generales, como el deterioro, uso, conservación y mantenimiento, profundizando en el caso de este último en su tipificación, así como en las acciones requeridas para su adecuada implementación y los responsables de su ejecución.

Esperamos con este documento que los responsables de la gestión de mantenimiento conozcan sus funciones y alcances e identifiquen adecuadamente los elementos sobre los que se hace necesaria su actuación, así como sus posibles daños, causas y efectos, que permitan a su vez la formulación e implementación de un adecuado plan de mantenimiento escolar. (p,15)

Este manual al igual que otros documentos no permite una valoración cuantitativa, sino cualitativa y de procedimiento, enfocado a normalizar los procesos, pero no genera herramientas que con cantidades indique los valores de estas intervenciones y su gestión correspondiente para la toma de decisiones.

En Medellín en el año 2019, la Universidad de Antioquia comienza a incursionar en investigaciones en mantenimientos, pero no a nivel general, sino de sistemas

específicos, como lo es el eléctrico, desglosando cada uno de sus componentes para identificar la mejor alternativa en su conservación y uso.

Medina, 2019. Inicialmente, en la propuesta se quería, luego del análisis de las técnicas de mantenimiento, realizar, si era posible, un plan de mantenimiento aplicando las dos técnicas. Al realizar dicho análisis se llegó a la conclusión de que, si era posible aplicar ambas técnicas, ya que ambas técnicas son aplicables a todo tipo de procesos o sistemas, solo que, dependiendo de la complejidad del sistema, una de las técnicas puede ser más efectiva que la otra. (p,4)

Estos desarrollos permiten definir varios caminos en las áreas de mantenimiento, permitiendo el ingreso de la innovación y la tecnología en los procesos y adaptándose a los cambios a nivel mundial.

En 2018 la Universidad Politécnica de Cartagena, como proyecto de grado, genera un manual para Viviendas, pero incluyendo periodicidad de mantenimiento de los elementos y un cuadro de control de los elementos a inspeccionar.

Este tipo de investigaciones permite ir estandarizando una serie de elementos que en su conjunto permitan determinar sistemas y ahondar en mejorar en sus mejoras funcionales.

En 2006 el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), en convenio interadministrativo con la Universidad Nacional de Colombia, realizó un estudio para determinar el estado actual de la Red Nacional de Carreteras.

Este manual da pautas muy importantes acerca de la cuantificación y clasificación de los daños, con sus posibles evoluciones. Además, en la práctica es sencillo y

permite de una manera metodológica tener resultados claros para la toma de decisiones, esto facilita la gestión de los administradores de recursos permitiendo la toma de mejores decisiones, priorizando las intervenciones.

## 10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

<b>CRONOGRAMA TRABAJO DE GRADO</b>																		
<b>ETAPAS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>SEMANAS</b>																<b>DURACION EN SEMANAS</b>
		OCTUBRE 2021		NOVIEMBRE 2020				DICIEMBRE 2021				ENERO 2021						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	#	16	
<b>1</b>	<b>PLANIFICAR</b>	X	X														2	
<b>2</b>	<b>EJECUTAR</b>			X	X	X	X	X	X	X	X						8	
<b>3</b>	<b>ANALIZAR</b>										X	X	X				3	
<b>4</b>	<b>EVALUACION</b>												X	X	X	X	4	
<b>5</b>	<b>ELABORACION LIBRO</b>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13	
<b>6</b>	<b>REVISION TUTOR</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16	
<b>DURACION TOTAL</b>																<b>16 SEMANAS</b>		

*Imagen 6 - Cronograma de actividades, Fuente: Hecha por Autor*

## 11. ANÁLISIS DE LOS DATOS

En el siguiente capítulo, se puede evidenciar la recopilación de información concerniente a una serie de elementos encontrados en la visita de observación hecha en el edificio **GIORDANO BRUNO** del campus de la Santo Tomas, sitio escogido para desarrollar el Manual de mantenimiento integral, allí se tomaron una serie de fotografías comprobando los sitios exactos y los elementos que requieren de un mantenimiento, en estos lugares del edificio se evidenciaron fallas, las cuales van a ser recopiladas y clasificadas en cada uno de los diferentes sistemas, cada uno de estos sistemas contiene una serie de formatos que permite recolectar la información para su posterior análisis.

Como ya se mencionó anteriormente, para este análisis se desarrollaron 5 sistemas, estos permiten la recopilación de datos de una manera adecuada, luego de obtener estos, se hace su posterior análisis, y de acuerdo a esto determinar y definir las intervenciones de acuerdo a su afectación.

Los sistemas son los siguientes

- Sistema Arquitectónico
- Sistema Eléctrico
- Sistema Estructural
- Sistema Hidrosanitario
- Sistema RCI y otros equipos

Este manual de mantenimiento integral para edificaciones es una herramienta útil para determinar los daños y diagnosticar su evolución, determinar su tratamiento y generar las acciones para su solución.

De acuerdo a lo anterior, donde se describen cada uno de los 5 sistemas, se realizó una visita al campus de la Santo Tomas, en el edificio Giordano Bruno, donde se

realizó una inspección visual para identificar daños, utilizando los 5 sistemas, de esta manera se levantó información de aquellos elementos que se consideran necesitan un mantenimiento preventivo, para garantizar su correcto funcionamiento y evitar con esto sobrecostos y por qué no algún accidente debido a su arquitectura y su altura en pisos.

Así realizamos un análisis de los elementos encontrados y registrados de manera fotográfica.

Para la elaboración del manual de mantenimiento, inicialmente se realiza la identificación de los elementos y luego se agrupan por sistemas, de esta manera se empieza con el procesamiento de datos.

Para la evaluación de los daños se tiene en cuenta los siguientes rangos para evaluar y cuantificar el porcentaje de daño.

Para realizar esta evaluación se tienen en cuenta 4 aspectos los cuales son:

## **1- CAUSAS**

## **2- SEVERIDADES**

- Baja: Del 0% al 30%
- Media: del 31% al 60%
- Alta: Del 61% al 100%

## **3- EVOLUCIÓN PROBABLE**

## **4- POSIBLE SOLUCIÓN**

- Severidad Baja

- Severidad Media:
- Severidad Alta

## 12.RECOPIACIÓN DE DATOS

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 7 - Cielo Raso - Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Humedad debido a una infiltración de agua

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo del drywall

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Ajuste o cambio de cubierta (tejas), para evitar una nueva infiltración, en cuanto al cielo Raso se debe cambiar el área afectada por el agua. (Estuco y pintura).

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 8 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Humedad debido a una infiltración de agua

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo del drywall

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Ajuste o cambio de cubierta (tejas), para evitar una nueva infiltración, en cuanto al cielo Raso se debe cambiar el área afectada por el agua. (Estuco y pintura).

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 9 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Humedad debido a una infiltración de agua

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo del drywall

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Ajuste o cambio de cubierta (tejas), para evitar una nueva infiltración, en cuanto al cielo Raso se debe cambiar el área afectada por el agua. (Estuco y pintura).

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 10 -Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Humedad debido a una infiltración de agua

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo del drywall

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Ajuste o cambio de cubierta (tejas), para evitar una nueva infiltración, en cuanto al cielo Raso se debe cambiar el área afectada por el agua. (Estuco y pintura).

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 11 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Humedad debido a una infiltración de agua

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo del drywall

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Ajuste o cambio de cubierta (tejas), para evitar una nueva infiltración, en cuanto al cielo Raso se debe cambiar el área afectada por el agua. (Estuco y pintura).

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 12 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Humedad debido a una infiltración de agua

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo del drywall

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Ajuste o cambio de cubierta (tejas), para evitar una nueva infiltración, en cuanto al cielo Raso se debe cambiar el área afectada por el agua. (Estuco y pintura).

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 13 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Humedad debido a una infiltración de agua

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo del drywall

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Ajuste o cambio de cubierta (tejas), para evitar una nueva infiltración, en cuanto al cielo Raso se debe cambiar el área afectada por el agua. (Estuco y pintura).

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 14 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Humedad debido a una infiltración de agua

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo del drywall

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Ajuste o cambio de cubierta (tejas), para evitar una nueva infiltración, en cuanto al cielo Raso se debe cambiar el área afectada por el agua. (Estuco y pintura).

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	BARANDA
			

*Imagen 15 - Baranda, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Mal uso del elemento

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Restaurar los empotramientos del elemento

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	BARANDA
			

*Imagen 16 - Baranda, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Mal uso del elemento

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Restaurar los empotramientos del elemento

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	I	ELEMENTO	COLUMNA
			

*Imagen 17 - Columna, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo y
- Elemento (superboard que recubre la columna, expuesto a la intemperie)

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Dilatación del elemento

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Resanar con estuco
- Pintar (pintura Coraza resistente para exteriores).

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	BARANDA
			

*Imagen 18 - Baranda, Fuente: Hecha por Autor*

)

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Mal uso del elemento

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Restaurar los empotramientos del elemento

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO		ELEMENTO	PARED
			

*Imagen 19 - Pared, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Movimiento de muro por asentamientos diferenciales

**SEVERIDADES:** Media

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Desprendimiento de muro

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Mezcla de Mortero Con Pegacol

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 20 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Mal uso del elemento

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Caída o desprendimiento total del elemento

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Cambio de la tapa

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 21 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Infiltración de agua, generando humedad y daño del cielo Razo (drywall)

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Aumento de

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Caída o desprendimiento del drywall

- Mantenimiento a la cubierta, revisando el Tejado
- Cambio del área afectada del drywall
- Estuco y pintura

SISTEMA ELECTRICO			
CUADRO	IV	ELEMENTO	CANALETA
			

*Imagen 22 - Canaleta, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Mal uso del elemento

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Caída o desprendimiento total del elemento

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Cambio de la tapa

SISTEMA			
CUADRO	II	ELEMENTO	BARANDA
			

*Imagen 23 - Baranda, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Mal uso del elemento

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura, desprendimiento de la baranda

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Rellenar la dilatación con sikaflex

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	I	ELEMENTO	PARED
			

*Imagen 24 - Pared, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Mal uso del elemento
- Deterioro por exposición a la intemperie

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:**

**POSIBLE SOLUCIÓN:** 2 Manos de pintura para exteriores

SISTEMA RCI Y OTROS EQUIPOS			
CUADRO	II	ELEMENTO	ASCENSOR
			

*Imagen 25 - Ascensor, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Mal uso del elemento

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Pérdida total del elemento

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Limpieza y Mantenimiento general del elemento.

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 26 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Desgaste normal por el paso del tiempo

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo del drywall

**POSIBLE SOLUCIÓN:** 2 manos de pintura (tipo 2)

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	I	ELEMENTO	COLUMNA
			

*Imagen 27 - Columna, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Deterioro por exposición a la intemperie

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:**

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Aplicación de pintura tipo coraza para exteriores

SISTEMA ESTRUCTURAL			
CUADRO	V	ELEMENTO	CUBIERTA
			

*Imagen 28 - Cubierta, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Deterioro por exposición a la intemperie

**SEVERIDADES:** Baja**EVOLUCIÓN PROBABLE:**

- Filtraciones de agua
- Rebosamiento de agua en canales, por exceso de barro y/o nacimiento de plantas.
- Daños en el cielo Raso por filtraciones de agua

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Limpieza de canales
- Limpieza de juntas y dilataciones
- Rellenar los espacios de las dilataciones entre la estructura y el policarbonato
- 2 manos de pintura anticorrosiva para la estructura para evitar la corrosión por exposición al medio ambiente.

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 29 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Deterioro por exposición a la intemperie

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:**

**POSIBLE SOLUCIÓN:** 2 Manos de pintura (Tipo 2)

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	COLUMNA
			

*Imagen 30 - Columna, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Deterioro por exposición a la intemperie

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:**

**POSIBLE SOLUCIÓN:** 2 Manos de pintura para exteriores.

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 31 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Humedad debido a una infiltración de agua

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo del drywall

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Ajuste o cambio de cubierta (tejas), para evitar una nueva infiltración, en cuanto al cielo Raso se debe cambiar el área afectada por el agua. (Estuco y pintura).

SISTEMA ESTRUCTURAL			
CUADRO	V	ELEMENTO	CUBIERTA
			

*Imagen 32 - Cubierta, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Deterioro por exposición a la intemperie

**SEVERIDADES:** Baja**EVOLUCIÓN PROBABLE:**

- Filtraciones de agua
- Rebosamiento de agua en canales, por exceso de barro y/o nacimiento de plantas.
- Daños en el cielo Razo por filtraciones de agua

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Limpieza de canales
- Limpieza de juntas y dilataciones
- Rellenar los espacios de las dilataciones entre la estructura y el policarbonato
- 2 manos de pintura anticorrosiva para la estructura para evitar la corrosión por exposición al medio ambiente.

SISTEMA ELECTRICO			
CUADRO	IV	ELEMENTO	LUMINARIA
			

*Imagen 33 - Luminaria, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Mal uso del elemento
- Corto circuito en la red eléctrica

- Corto circuito por filtración de agua
- Cumplimiento de su ciclo de vida.
- Sobrecalentamiento del elemento

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:**

- Caída o desprendimiento total del elemento.
- En el peor de los casos puede generar un incendio.

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Cambio de la luminaria

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 34 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Humedad debido a una infiltración de agua

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo del drywall

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Ajuste o cambio de cubierta (tejas), para evitar una nueva infiltración, en cuanto al cielo Raso se debe cambiar el área afectada por el agua. (Estuco y pintura).

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 35 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Humedad debido a una infiltración de agua

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo del drywall

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Ajuste o cambio de cubierta (tejas), para evitar una nueva infiltración, en cuanto al cielo Raso se debe cambiar el área afectada por el agua. (Estuco y pintura).

SISTEMA HIDROSANITARIO			
CUADRO	VII	ELEMENTO	REJILLA
			

*Imagen 36 - Rejilla, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Corrosión por contacto directo con el agua

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo por la corrosión.

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Limpiar rejilla con solución anticorrosiva
- Lijar
- Mano de pintura con anticorrosivo.

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	COLUMNA
			

*Imagen 37 - Columna, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Movimiento de muro por asentamientos diferenciales

**SEVERIDADES:** Media

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Desprendimiento de muro

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Mezcla de Mortero Con Pegacol.

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 38 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Humedad debido a una infiltración de agua

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo del drywall

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Ajuste o cambio de cubierta (tejas), para evitar una nueva infiltración, en cuanto al cielo Raso se debe cambiar el área afectada por el agua. (Estuco y pintura).

SISTEMA ELECTRICO			
CUADRO	IV	ELEMENTO	LUMINARIAS
			

*Imagen 39 - Luminaria, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Mal uso del elemento
- Corto circuito en la red eléctrica
- Corto circuito por filtración de agua
- Cumplimiento de su ciclo de vida.
- Sobrecalentamiento del elemento

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:**

- Caída o desprendimiento total del elemento.
- En el peor de los casos puede generar un incendio.

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Cambio de la luminaria

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	II	ELEMENTO	CIELO RASO
			

*Imagen 40 - Cielo Raso, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:** Humedad debido a una infiltración de agua

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:** Ruptura y deterioro progresivo del drywall

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Ajuste o cambio de cubierta (tejas), para evitar una nueva infiltración, en cuanto al cielo Raso se debe cambiar el área afectada por el agua. (Estuco y pintura).

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	I	ELEMENTO	COLUMNA
			

*Imagen 41 - Columna, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Deterioro por exposición a la intemperie

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:**

**POSIBLE SOLUCIÓN:**

- Aplicación de pintura tipo koraza para exteriores.

SISTEMA ARQUITECTONICO			
CUADRO	I	ELEMENTO	PARED
			

*Imagen 42 - Pared, Fuente: Hecha por Autor*

**CAUSAS:**

- Deterioro por el tiempo
- Mal uso del elemento
- Deterioro por exposición a la intemperie

**SEVERIDADES:** Baja

**EVOLUCIÓN PROBABLE:**

**POSIBLE SOLUCIÓN:** Aplicación de pintura tipo koraza para exteriores.

**11.1 REGISTRO DE DATOS**

La inspección visual se realiza con el fin de observar el estado en que se encuentra el edificio, para esto se recolecta información, para poder estandarizar y clasificar la información que de allí se obtenga, por esta razón se crearon 5 sistemas, para poder recolectar la información de manera ordenada para enseguida realizar un análisis, luego de esta recolección se clasifica según su porcentaje de daño.

## **11.2 FORMATOS DE REGISTRO DE DATOS**

El diseño de los formatos está en función de los 5 sistemas que se crearon para clasificar la información.

Estos 5 sistemas son los siguientes:

- SISTEMA ARQUITECTÓNICO
- SISTEMA ELÉCTRICO
- SISTEMA ESTRUCTURAL
- SISTEMA HIDRSANITARIO
- SISTE RCI Y OTROS EQUIPOS

Estos 5 sistemas están conformados por 8 formatos en total, estos permiten la recolección de información de manera ordenada, sienten lo más detallistas posibles y en ellos se puede registrar cualquier información de un daño, como su porcentaje de daño, el tamaño y se puede completar con un registro fotográfico.

## **11.3 PROCEDIMIENTO PARA EL REGISTRO**

Los formatos se dividen en cuatro partes que permiten registrar las dimensiones de los elementos, el porcentaje de los daños, la evidencia fotográfica y las observaciones pertinentes, a continuación, se describe cada una de sus partes.



Piso: dependiendo del nivel en el cual se realice la inspección, se incluye el número del piso (nivel 1 al nivel 4 más la planta baja).

Zona: para la identificación de las zonas se elaboró un plano por piso (ver Anexo B. Planos de zonas), su diligenciamiento se realizará utilizando las siglas que se encuentran en la parte superior de los formatos de inspección y un número de orden, en el caso de los salones se utiliza la nomenclatura predeterminada y en caso de las demás zonas el número está especificado en el Anexo B.

Elemento: su diligenciamiento se realizará utilizando las siglas que se encuentran en la parte superior de los formatos de inspección (id) y un número de orden (#), dicho número de orden se asignará de acuerdo a su posición en la zona, la cual se obtiene ubicándose en el acceso y designando el número de los elementos de forma ascendente y en sentido horario.

El registro de las dimensiones de los elementos puede ser realizado con el uso de los planos, pero se sugiere que sean tomadas en campo ya que en algunos casos las medidas pueden diferir, dicho proceso se realizará sólo al comienzo del uso del sistema de mantenimiento, posteriormente generará una base de datos de fácil consulta.

### **11.3.3 DAÑOS**

**PARTE 3:** En esta sección se registran los daños encontrados en campo, en general se diligencia el porcentaje de daño, el cual se obtienen de la relación entre el área afectada y el área total del elemento, para daños como fisuras y grietas se debe ingresar las medidas de largo y ancho, en caso de que no se presente uno o varios de los daños que se encuentran en el formato la casilla deberá ser llenada con un cero (0), el responsable de la inspección contará con ayudas tales como la matriz

de severidades y de soluciones (ver Anexo C. Matriz de severidades y Anexo D. Matriz de soluciones) en la matriz de severidades ingresará con el elemento y el tipo de daño para encontrar la severidad, la metodología en la matriz de soluciones es muy similar pero encontrará como resultado una solución sugerida.

### 11.3.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO – OBSERVACIONES

PARTE 4: Los daños encontrados deberán estar respaldados por fotografías, es posible que se encuentren dos o más daños por elemento durante la inspección, su registro será de la siguiente manera: en la columna con título “# FOTO” que se encuentra en los formatos de inspección, se digitaron los números de la fotografía inicial y final separados por un guión, ejemplo: 1-5 (fotografías de la numero 1 a la número 5), las fotografías se guardarán con el siguiente formato de título: fotografía, guión al piso, número correspondiente, ejemplo: fotografía 1.

### 11.4 PROCESAMIENTO DE DATOS

Para el procesamiento de datos, se elaboró el siguiente cuadro de Excel. (Anexo 5).

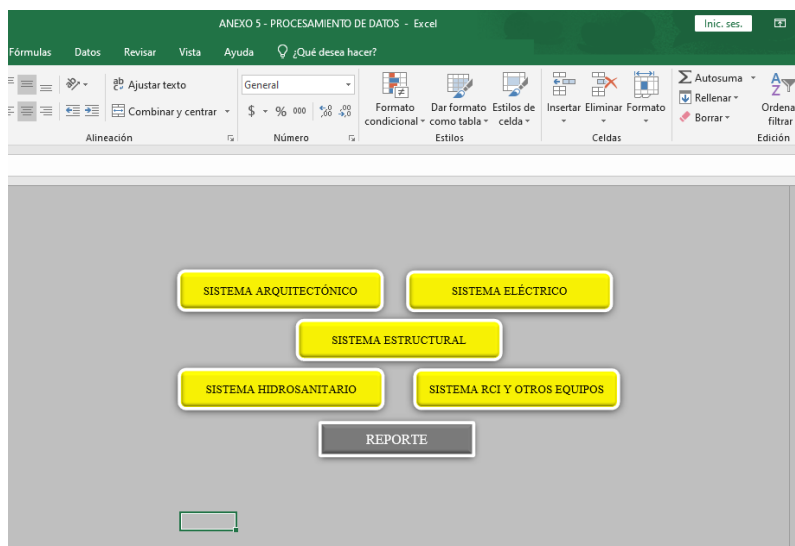


Imagen 44 - Excel, procesamiento de datos, Fuente: Hecha por Autor

Esta hoja de cálculo se divide en 6 principales botones, donde 5 están conformados por los 5 sistemas para la toma de datos, el sexto botón es donde aparece el reporte total de los 5 sistemas de adquisición de datos.

El primer botón “SISTEMA ARQUITECTÓNICO”, contiene los primero 3 formatos para la adquisición de datos.



*Imagen 45 - Sistemas de clasificación de datos, Fuente: Hecha por Autor*

Al ingresar a cada uno de los botones, se encuentra en cada uno de ellos el formato correspondiente para la recolección de datos.









En el cuarto botón “SISTEMA HIDROSANITARIO” Encontramos 2 formatos para la recopilación de información.

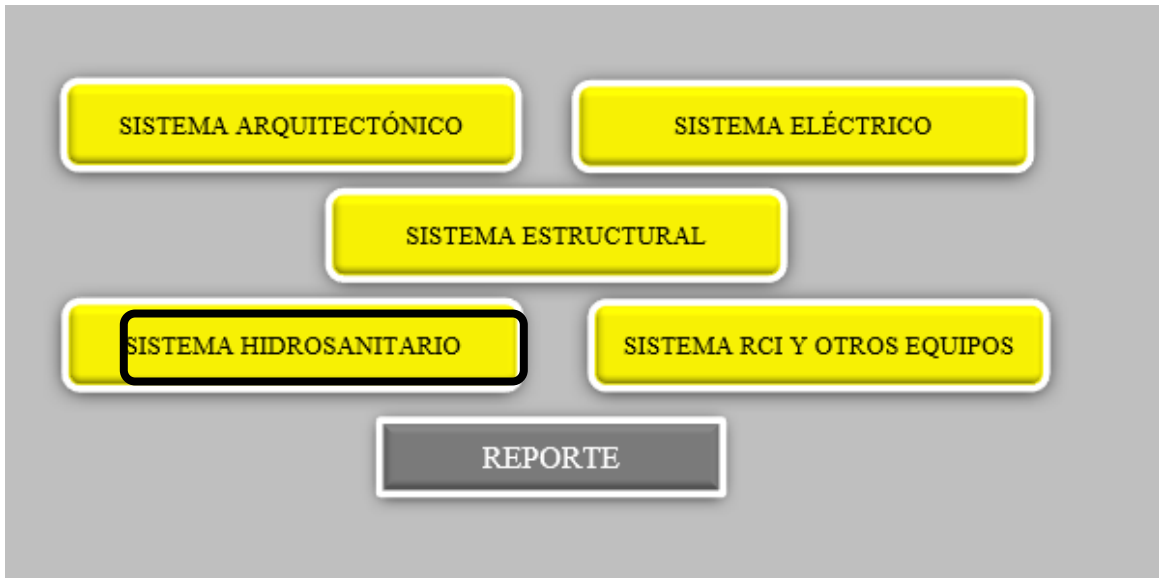


Imagen 54 - Sistema Hidrosanitario, Fuente: Hecha por Autor

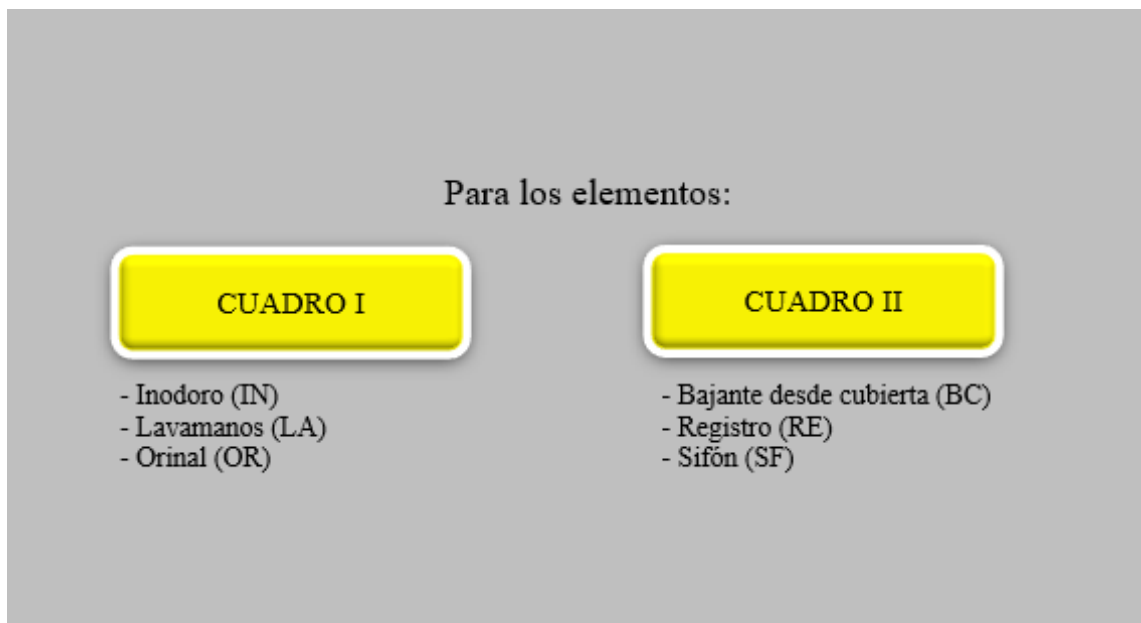


Imagen 55 - Formatos, Fuente: Hecha por Autor





Por último, tenemos un sexto botón “REPORTE”, allí tenemos un reporte general por planta, el Excel fue creado para edificios de 5 plantas, pero si se llegara a tener un edificio con más pisos en altura, es posible hacer la modificación para contemplar todos los niveles que este pueda tener.



*Imagen 60 - Reporte, Fuente: Hecha por Autor*

También hay un botón que muestra el reporte general, de todos los datos ingresados a la base de datos de Excel, donde también es posible ver todas las gráficas y ver el porcentaje general de daños que presenta la edificación.

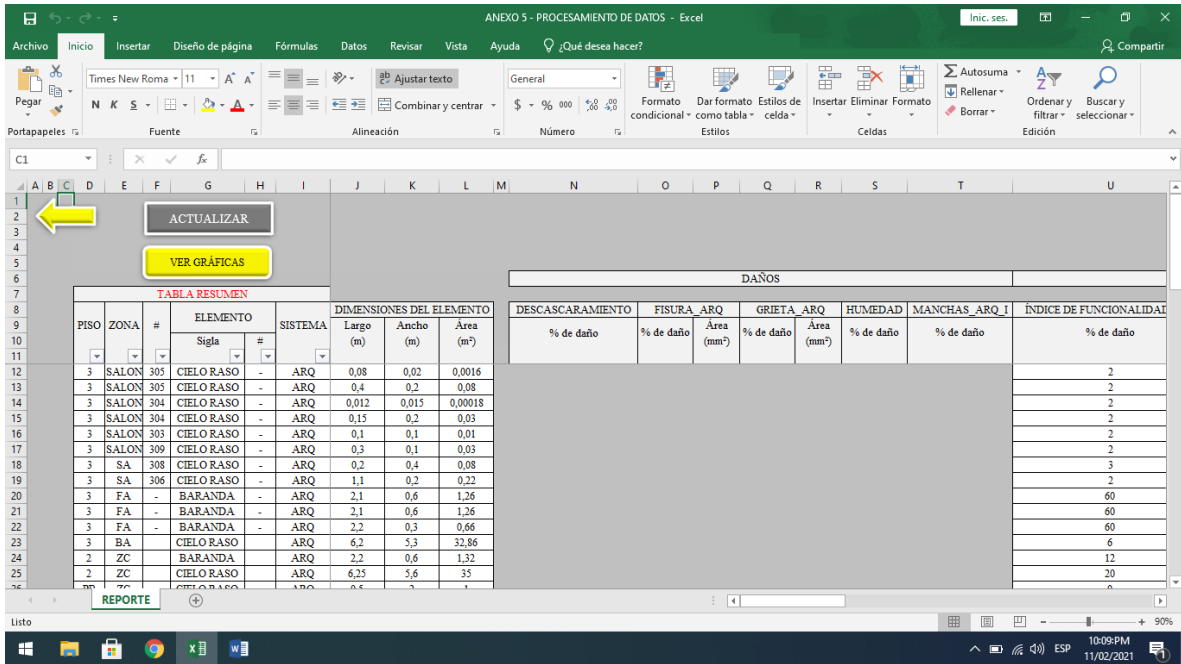


Imagen 61 - Información recopilada, Fuente: Hecha por Autor

Por último, se puede entrar a cada piso, donde podemos ver el reporte de los datos ingresados al sistema, y también encontramos un botón donde podemos ir actualizando de manera repetitiva la información que vamos ingresando.

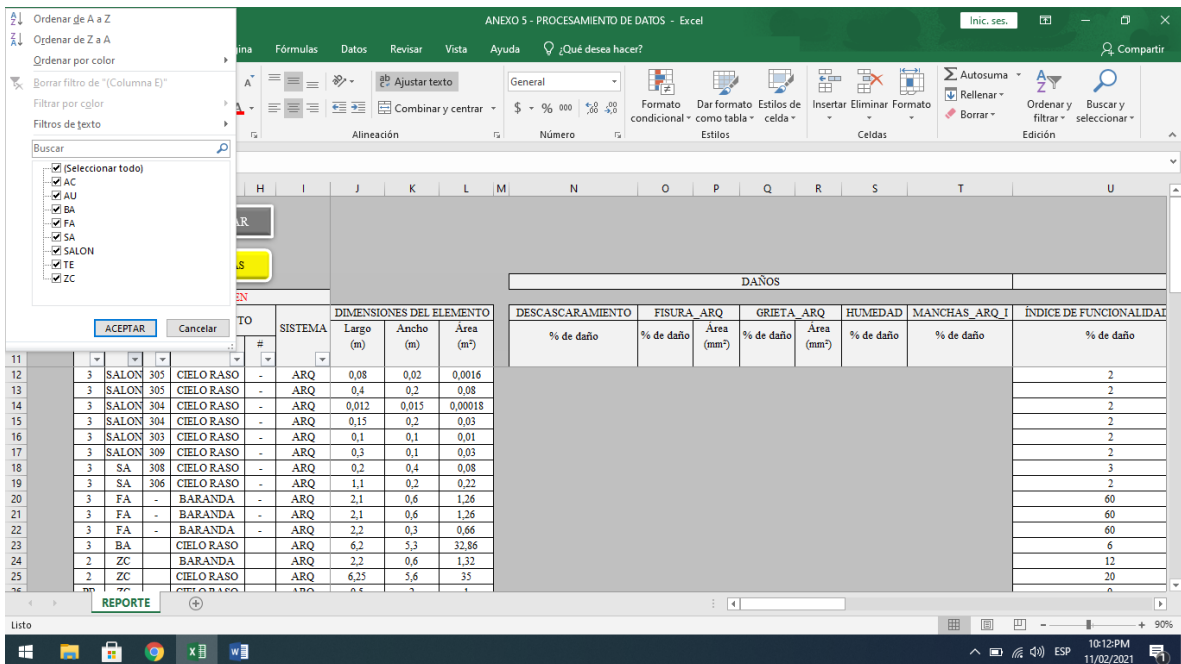


Imagen 62 - Filtro de información, Fuente: Hecha por Autor

En esta pantalla se ofrece la posibilidad de filtrar la información que se desee, por piso, por zona o por el elemento del cual se quiera conocer.

Para facilitar la comprensión de la información, mediante el botón “ver gráficas”, se visualizan 6 diferentes gráficas planteadas, en las cuales se comparan las severidades que presentan los daños y los sistemas completos, de tal manera que se puede visualizar en donde es urgente o más importante realizar mantenimientos.

en la siguiente imagen, se puede ver el reporte general que arrojó el Excel de los datos recolectados e ingresados a la hoja de cálculo, en esta gráfica se puede apreciar todos los elementos que se consideraron en el Excel.

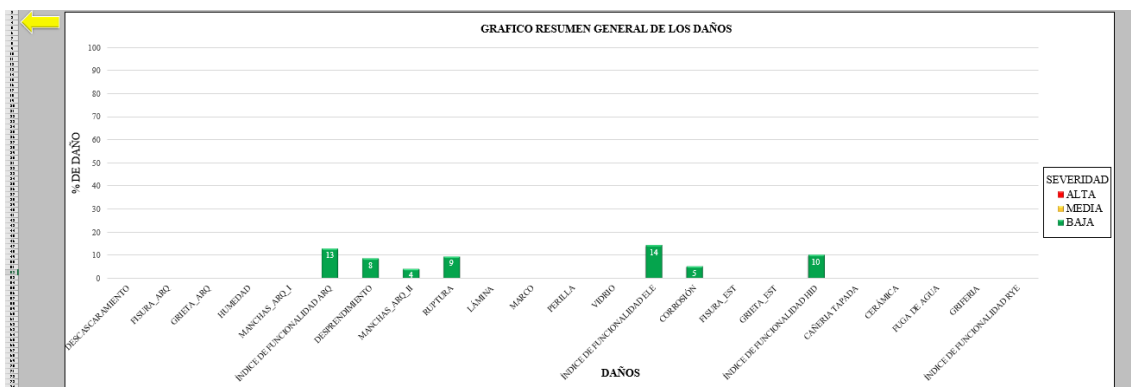


Imagen 63 - Gráfica, Fuente: Hecha por Autor

## 11.5 IMPLEMENTACIÓN DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO AL EDIFICIO GIORDANO BRUNO

En acuerdo con la universidad Santo Tomás Tunja, se realizó una visita técnica para el estudio del manual de mantenimiento integral y la posterior aplicación del manual al edificio “GIORDANO BRUNO”, del campus de la santo Tomas, ubicado sobre la avenida universitaria Av. Universitaria Calle. 48 no. 1-235 este. Tunja – Boyacá.

Para su observación dentro de los anexos están los formatos creados para la recopilación de información en el ANEXO 1.

En el ANEXO 2, se puede encontrar las rúbricas o matriz de severidades, con este anexo se puede observar las diferentes fallas con sus diferentes valores en porcentaje y lo que representa cada una de ellas.

En el ANEXO 3, se puede observar la matriz de posibles soluciones que le podemos dar a cada una de las diferentes fallas encontradas en la recopilación de datos.

En el ANEXO 4, Encontramos el alma de esta tesis de grado, la hoja de cálculo que permite la recolección de toda esta información para su posterior análisis.

Para el ANEXO 5, tenemos una hoja de cálculo donde allí se puede ingresar las imágenes tomadas en campo, de esta manera es más sencillo clasificar e ingresar la información en el Excel.

Por último, en el ANEXO 6, está el cronograma y el presupuesto para la realización de esta tesis de grado.

Para esto fue necesario la adquisición de los planos, que fueron facilitados por medio de la gestión de mi director de Tesis el Ingeniero Manuel Orlando Rivera, la decana de la facultad de ingeniería civil, la ingeniera Mónica Helena Rodríguez Mesa ante el departamento de planta física. Estos se pueden observar en los anexos como ANEXO 7.

## **12.RESULTADOS ESPERADOS**

### **ALCANCE Y LIMITACIONES:**

#### **ALCANCE**

Este proyecto tendrá un alcance de tipo descriptivo, este va a estar encaminado a varias zonas del edificio Giordano Bruno del Campus de la Universidad Santo Tomás, aplicando los sistemas ya mencionados en los objetivos específicos que permitan evidenciar fallas y una evaluación donde se requiera hacer mantenimientos, esto con el fin de realizar un Manual de Mantenimiento Integral de Edificaciones, donde se establezca una metodología para los mantenimientos a futuro.

#### **LIMITACIONES**

Las infraestructuras consideradas en el Manual de Mantenimiento Integral para Edificaciones, serán definidas por las existentes del edificio Giordano Bruno del campus de la Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja, así que en caso de utilizar este Manual de Mantenimiento para otro edificio se debe caracterizar ajustar a los sistemas que se encuentren en esa edificación en particular.

El presente manual está destinado para el mantenimiento de edificios de uso educativo y por tal razón no debe ser utilizado para otros edificios destinados a otras actividades.

### **13.IMPACTOS ESPERADOS**

Los impactos esperados de este proyecto son:

El impacto o la contribución de este proyecto es tener una trazabilidad de los mantenimientos del edificio, proporcionando información valiosa a la universidad, permitiendo conocer el estado de toda su infraestructura y también logrando economizar costos, ya que al hacer mantenimientos preventivos y no correctivos prolonga la vida útil del edificio.

Con este proyecto lo que se busca es diseñar un sistema aplicado que permita conocer, plantear y discernir de las actividades de mantenimiento que requiere la edificación, logrando reducir los costos a un largo plazo.

Debido a la naturaleza del proyecto como tesis de grado, se podría plantear como proyecto piloto que genere conciencia en la importancia de investigaciones relacionadas con el campo de mantenimiento de los proyectos de obras civiles, haciendo énfasis que el éxito de las construcciones depende en su mayoría de actividades de post – construcción.

Con esta herramienta la universidad va a poder sistematizar los mantenimientos que sus instalaciones requieran, creando una hoja de vida de los mantenimientos que ya se realizaron y permitiendo programar los futuros mantenimientos, haciendo de esta labor menos engorrosa y evitando que las personas que deban hacer estos trabajos tengan que tomar decisiones en base a su criterio para la realización de dichos mantenimientos, también evitando generar sobrecostos para la universidad Santo Tomás.

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 14.1 CONCLUSIONES

- ❖ Se desarrolló un manual de mantenimiento específico para las Instalaciones del Edificio Giordano Bruno del Campus de la Universidad Santo Tomás; Seccional Tunja, dejando las bases para que este pueda ser modificado y adaptado a otras edificaciones de la Universidad.
- ❖ Se definió una metodología clara para la toma y análisis de información, lo que permite realizar una clasificación por sistemas, que permite visualizar de una manera más clara las afectaciones y su intervención.
- ❖ Se generaron los formatos para su posterior registro, lo que permite que pueda ser incluido dentro del Sistema de Gestión de Calidad, normalizando la toma de información.
- ❖ El desarrollo de un manual de mantenimiento integral para edificaciones, se ha convertido actualmente en una necesidad, ya que esto permite realizar actividades rutinarias que muestran con exactitud, las labores necesarias para mantener en óptimas condiciones una edificación, creando también una trazabilidad que permitirá, la programación de nuevos mantenimientos, los cuales se harán de manera preventiva, evitando que sean mantenimientos correctivos para la optimización de recursos e impedir sobrecostos.
- ❖ La creación de sistemas para la adquisición de información, es una herramienta que permite la recopilación de información de manera ordenada, por esta razón la creación de los 5 sistemas permite abarcar todos los elementos que conforman una edificación; la finalidad de estos sistemas son

el de unificar los criterios del personal del departamento de mantenimiento, facilitando la obtención de datos y evitando la desviación en los resultados.

- ❖ Otra gran ventaja de implementar un manual de mantenimiento integral es tener una manera de evaluar de manera visual la gravedad del daño que presenta el elemento, permitiendo tomar mejores decisiones al momento de realizar el mantenimiento, permitiendo que se tomen las medidas necesarias sin generar sobrecostos.
- ❖ La importancia de los 5 sistemas radica, en que estos cuentan con una serie de formatos, permitiendo al personal sin una capacitación tan compleja, diligenciar de manera fácil, los diferentes formatos para programar y realizar la actividad necesaria que requiera el elemento.
- ❖ De acuerdo a la bibliografía consultada, dentro de todos los manuales de mantenimiento que hay entre las entidades públicas y privadas, se pudo evidenciar que hay bastantes diferencias, tales como que en las instituciones de carácter privado, los daños que se presentan son menores a los que se presentan en las instituciones públicas, sobre todo en aquellas instituciones que son educativas, ya que el deterioro y los daños se presentan por mal uso de los elementos, incluso se puede encontrar daños de los elementos por vandalismo.

## 14.2 RECOMENDACIONES

- ❖ El Manual es adaptable a cualquier edificación, pero el cambio debe ser revisado para evitar que no se dejen fuera del proceso elementos que no fueron considerados en el Edificio Giordano Bruno del Campus de la Universidad Santo Tomás; Seccional Tunja.
- ❖ En caso de ser incluido este manual en el Sistema de Gestión de calidad, los formatos deben ser ajustados.
- ❖ Este trabajo de costos puede ser un comienzo para estructurar con estos resultados un trabajo de análisis de costos, ya que se tiene la herramienta para determinar cantidades, severidades y sistemas a intervenir.
- ❖ Es indispensable tener mayor cuidado en el mantenimiento de las cubiertas, ya que cuando estas son realizadas por personal externo al que tiene en planta la universidad Santo Tomás, cuando se hacen estas limpiezas de los canales de la cubierta, estas personas se posan directamente sobre las tejas de la cubierta, generando desajuste en las tejas, creando espacios por donde más adelante se presentan filtraciones y goteos de agua, lo que ocasiona daños sobre otros elementos como el cielo raso.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- <https://civilgeeks.com/2012/12/15/6-principales-causas-fallas-edificaciones-sometidas-acciones-sismicas/>
- <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/fallas-en-estructuras-de-concreto-1>
- Sánchez de Guzmán, D., (2011). *Durabilidad y Patología del Concreto*, Bogotá, Colombia, Nomos S.A.
- (Técnicas de Mantenimiento RCM y TPM , Aplicando RCM Al Mantenimiento Eléctrico Autor ( Es ) Andrés Medina Báez Universidad de Antioquia Facultad de Ingeniería , Departamento de Ingeniería Eléctrica, 2019).
- Ministerio de Educación Nacional. (2015). *Manual De Uso, Conservación Y Mantenimiento De Infraestructura Educativa* (Vol. 57, Issue 57).
- Orozco Masias, G. (2010). *Guía básica para mantenimiento de la infraestructura física*. [http://www.siacss.com/Downloads/Biblioteca\\_Virtual/Reglamento\\_y\\_Normativas/Guia\\_de\\_Mantenimiento\\_ARIM-DRSSCS.pdf](http://www.siacss.com/Downloads/Biblioteca_Virtual/Reglamento_y_Normativas/Guia_de_Mantenimiento_ARIM-DRSSCS.pdf)
- Saputra, R. (2019). 濟無No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- *Técnicas de mantenimiento RCM y TPM , aplicando RCM al mantenimiento eléctrico Autor ( es ) Andrés Medina Báez Universidad de Antioquia Facultad de Ingeniería , Departamento de Ingeniería Eléctrica.* (2019).

- *Tiesgo 14.* (n.d.). 1–48.
  
- Weeks, D. P. C. C. L. E. Y. N. to K. in 20. (2015). 濟無No Title No Title. *Dk*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>