

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA CONSERVACIÓN Y PROPUESTA DE
PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL FUNCIONAMIENTO
DEL LOCAL DE NIVEL SECUNDARIA DE LA IEPS
SAGRADO CORAZÓN, IQUITOS – 2021.**

Autores: Bach. Sinarahua Ramos, Stefhano Felipe

Bach. Vásquez Saldaña, Estelita

Asesor: Ing. M. Sc. Ulises Octavio Irigoin Cabrera

Co Asesor: Ing. M. Sc. Claudia de Jesús Morales Aquituari

Two handwritten signatures in blue ink are positioned to the right of the advisor and co-advisor names. The top signature is more stylized and larger, while the bottom one is smaller and more compact.

Requisito para optar el título profesional de Ingeniero Civil

IQUITOS – PERÚ

2021

DEDICATORIA

“A mi mamá por enseñarme los valores fundamentales para ser la persona en la cual soy ahora, y poner mucho esfuerzo en ser madre y padre para mí, ya que, sin eso, no hubiera llegado a este punto de mi vida.

A mi hermana Jimena, en ser ese toque que siempre hay que tener para poder lograr cosas inimaginables y no dejar de lado a mi adorada Pequitas”

S. F. S. R

“Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

Me han enseñado a ser la persona que hoy soy, mis principios, mis lores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

También quiero dedicarle este trabajo a mi esposo Cristian. Por tu paciencia, por tu comprensión, por tu empeño, por tu fuerza, por tu amor, tu apoyo incondicional. Realmente, el me ayuda a sacar mi potencial más de lo que imagino. Nunca dejaré de estar agradecido por eso”

E.V.S

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por darnos salud y la vida, a nuestros padres y hermanos por impulsarnos a no desvanecer en nuestras metas y lograr nuestro ansiado objetivo.

A los docentes universitarios que formaron parte de este proceso de formación en nuestra casa de estudios, Universidad Científica del Perú.

Los Autores

“Año de la Unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El Vicerrector de Investigación e Innovación
de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**“EVALUACIÓN DE LA CONSERVACIÓN Y PROPUESTA DE PLAN DE
MANTENIMIENTO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL LOCAL DE
NIVEL SECUNDARIA DE LA IEPS SAGRADO CORAZÓN,
IQUITOS – 2021”**

De los alumnos: **STEFHANO FELIPE SINARAHUA RAMOS Y ESTELITA VÁSQUEZ SALDAÑA**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **10% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 21 de Junio del 2023.





Dr. Álvaro Tresierra Ayala
VICERRECTOR DE INV. E INNOVACIÓN-UCP

Document Information

Analyzed document	UCP_Ingenieriacivil_2021_Tesis_StefhanoSinarahua_EstelitaVasquez_V2.pdf
Submitted	(D171091921) 2023-06-21 22:13:00
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	10%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Científica del Perú / UCP_IngenieriaCivil_2021_Tesis_StefhanoSinarahua_EstelitaVasquez_V1.pdf		35
	Document UCP_IngenieriaCivil_2021_Tesis_StefhanoSinarahua_EstelitaVasquez_V1.pdf (D157483395) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com		
W	URL: http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/2144/MENDOZA%20CAMPOS%20MARITZA%20CONCEPCI... Fetched: 2023-01-31 17:52:41		7

Entire Document

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA
DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL TESIS EVALUACIÓN DE LA
CONSERVACIÓN Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO
PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL LOCAL DE NIVEL SECUNDARIA DE LA IEPS SAGRADO CORAZÓN, IQUITOS - 2021. Autores: Bach.
Sinarahua Ramos, Stefhano Felipe Bach. Vásquez Saldaña, Estelita Asesor: Ing. M. Se. Ulises Octavio Irigoien Cabrer-él\---=={~~,.,,,-~
Co Asesor: Ing. M. Se.
Claudia de Jesús Morales Aqu1 uari Requisito para optar el título profesional de Ingeniero Civil !QUITOS - PERÚ 2021
II DEDICATORIA "

A mi mamá por enseñarme los valores fundamentales para ser la persona en la cual soy ahora, y poner mucho esfuerzo en ser madre
y padre para mí, ya que sin eso, no hubiera llegado a este punto de mi vida. A mi hermana Jimena, en ser ese toque que siempre hay
que tener para poder lograr cosas inimaginables y no dejar de lado a mi pequitas" S. F. S. R "Le dedico el resultado de este trabajo a
toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por
enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento. Me han enseñado a ser la persona que hoy soy,
mis principios, mis lores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.
También quiero dedicarle este trabajo a mi esposo Cristian. Por tu paciencia, por tu comprensión, por tu empeño, por tu fuerza, por tu
amor, tu apoyo incondicional. Realmente, el me ayuda a sacar mi potencial más de lo que imagino. Nunca dejaré de estar agradecido
por eso" E.V.S

III AGRADECIMIENTO Agradecemos a Dios, por darnos salud y la vida, a nuestros padres y hermanos por impulsarnos a no desvanecer
en nuestras metas y lograr nuestro ansiado objetivo. A los docentes universitarios que formaron parte de este proceso de formación
en nuestra casa de estudios, Universidad Científica del Perú. Los Autores
IV

ÍNDICE DE CONTENIDO DEDICATORIA II AGRADECIMIENTO
..... III ÍNDICE DE CONTENIDO IV ÍNDICE DE
CUADROS O TABLAS VIII ÍNDICE DE GRÁFICOS O FIGURAS VIII
RESUMEN IX ABSTRACT
..... X 1. MARCO TEÓRICO 1 1.1.
Antecedentes del estudio 1 1.2. BASES TEÓRICAS
27 1.2.1. Control del proceso de edificación, planeamiento, construcción, administración y mantenimiento
..... 27 1.2.2.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°035-2022-UCP-FCEI de fecha 20 de Enero de 2022, La FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.
- Ing. Carol Begoña García Langer, M. Sc.
- Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg.

Presidente
Miembro
Miembro

Como Asesor: **Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M. Sc.**

Como Co Asesor: **Ing. Claudia de Jesús Morales Aquituari, M. Sc.**

En la ciudad de Iquitos, siendo las 19:00 horas del día Jueves 31 de Agosto del 2023, de manera presencial supervisado por el secretario académico del programa académico de Ingeniería civil de la facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"EVALUACIÓN DE LA CONSERVACIÓN Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL LOCAL DE NIVEL SECUNDARIA DE LA I.E.P.S SAGRADO CORAZON, IQUITOS-2021"**.

Presentado por los sustentantes:

**STEFHANO FELIPE SINARAHUA RAMOS Y
ESTELITA VÁSQUEZ SALDAÑA**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**


El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



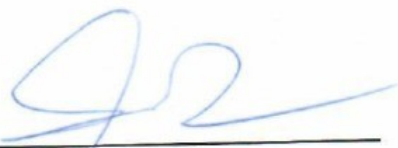
Miembro



Miembro

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto publico el día Jueves 31 de Agosto del 2023, a las 19:00 Horas, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.



PRESIDENTE DEL JURADO

Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.



MIEMBRO DEL JURADO

Ing. Carol Begoña García Langer, M. Sc.



MIEMBRO DEL JURADO

Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg.



ASESOR

Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M. Sc.



CO ASESOR

Ing. Claudia de Jesús Morales Aquituari, M. Sc.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS O FIGURAS	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	X
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes del estudio.....	1
1.2. BASES TEÓRICAS	27
1.2.1. Control del proceso de edificación, planeamiento, construcción, administración y mantenimiento	27
1.2.2. Seguridad y evaluación de la seguridad en los edificios	30
1.2.3. El umbral de seguridad en los edificios.....	32
1.2.4. La Seguridad y vida de la edificación.....	33
1.2.5. Clasificación de las medidas de seguridad en los edificios	35
1.2.6. Situaciones frecuentes de atención en la gestión de la seguridad de los edificios	36
1.2.7. Análisis de la patología en la seguridad de los edificios.....	40
1.2.8. Acciones degradantes, daños y deterioro en las edificaciones	41
1.2.9. Criterios y conceptos de mantenimiento de Edificaciones.....	43
1.2.10. Acciones degradantes de deterioro y mantenimiento a seguir	46
1.2.10.1. Clasificación de las acciones degradantes	48
1.2.10.1.1. Acciones físicas.....	48
1.2.10.1.2. Acciones químicas	49
1.2.10.1.3. Acciones mecánicas	50
1.2.10.1.4. Acciones biológicas.....	51
1.2.10.1.5. Acciones accidentales	52
1.2.10.2. Daños en la edificación	54
1.2.10.2.1. Daños superficiales	54
1.2.10.2.2. Daños mayores	55
1.2.10.2.3. Daños graves.....	55
1.2.10.2.4. Daños críticos.....	55
1.2.10.2.5. Fisuras y grietas	57
1.2.10.2.6. Proceso de Carbonatación del concreto	58

1.2.10.2.7.	Características generales de los rieles	60
1.2.10.2.8.	Partes del riel.....	61
1.2.10.2.9.	Ensayos no destructivos en rieles	63
1.2.10.2.10.	Cargas, direcciones y esfuerzos soportados por el riel	66
1.2.10.2.11.	Verificación de deflexiones y vibraciones para cargas de servicio en sistemas de pisos	66
1.2.10.2.12.	Criterios de vibraciones en sistemas de Entrepiso	68
1.2.10.2.13.	Materiales para estructura metálica de pórtico y planchas de arriostre en sistemas de pisos	80
1.2.10.2.14.	Corrosión.....	81
1.2.10.2.15.	Protocolo de ensayos de carbonatación y esclerometría	85
1.2.10.2.16.	Humedades	88
1.2.10.2.17.	Desprendimientos	89
1.2.11.	Tipos de estados de Conservación	89
1.2.12.	Criterios y conceptos de mantenimiento de edificaciones	90
1.2.12.1.	Otras clasificaciones de mantenimiento de edificaciones	92
1.2.12.2.	Organización del mantenimiento	94
1.2.12.2.1.	Mantenimiento de cimentación	95
1.2.12.2.2.	Mantenimiento de estructura	96
1.2.12.2.3.	Mantenimiento de mampostería y fachadas.....	98
1.2.12.2.4.	Mantenimiento de muros y divisiones interiores.....	100
1.2.12.2.5.	Mantenimiento de carpintería interior	101
1.2.12.2.6.	Mantenimiento de cubiertas	103
1.2.12.2.7.	Mantenimiento de revestimiento y acabados.....	104
1.2.12.2.7.1.	Revestimientos verticales	105
1.2.12.2.7.2.	Revestimientos de suelos	106
1.2.12.2.7.3.	Revestimientos de cielo rasos	108
1.2.12.2.7.4.	Pinturas	108
1.2.12.2.7.5.	Barnices	109
1.2.12.2.8.	Mantenimiento de instalaciones sanitarias y electromecánicas.....	112
1.2.12.2.8.1.	Mantenimiento de instalaciones sanitarias.....	112
1.2.12.2.8.2.	Mantenimiento de instalaciones electromecánicas	117
1.2.13.	Manual de uso, conservación, y mantenimiento de edificaciones públicas.....	122
1.2.14.	Ventajas del mantenimiento de edificaciones	122
1.2.15.	Vida útil de una edificación	123

1.2.16. Bienes culturales inmuebles	124
1.3. Definición de términos básicos	130
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	138
2.1. Descripción del problema	138
2.2. Formulación del problema	142
2.2.1. Problema general.....	142
2.2.2. Problemas específicos	143
2.3. Objetivos	144
2.3.1. Objetivo general.....	144
2.3.2. Objetivos específicos	144
2.4. Hipótesis	145
2.4.1. Hipótesis general.....	145
2.4.2. Hipótesis específicas.....	145
2.5. Variables	145
2.5.1. Identificación de variables	146
2.5.2. Definición conceptual y operacional de variables.....	146
2.5.2.1. Definición conceptual de variables	146
2.5.2.2. Definición operacional de variables	146
3. Metodología	147
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	147
3.1.1. Tipo de investigación	147
3.1.2. Diseño de la investigación	147
3.2. Población y muestra	147
3.2.1. Población.....	147
3.2.2. Muestra.....	147
3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos. 148	
3.3.1. Técnicas.....	148
3.3.2. Instrumentos.....	150
3.3.3. Procedimientos de recolección de datos	151
3.4. Procesamiento para el análisis de datos.....	151
4. Resultados y discusión de resultados	152
4.1. Resultados	152
4.1.1. Carbonatación del concreto por exposición a efectos ambientales por periodo prolongado.....	152
4.1.2. Ensayo de esclerometría.....	154
4.1.3. Consolidación estructural del pabellón de sagrado corazón con el programa ETABS.....	156

4.2. Discusión de resultados	164
5. Conclusiones y recomendaciones	167
5.1. Conclusiones	167
6. Referencias bibliográficas	173
Anexo 1: Propuesta de Ejes para Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de edificaciones de la Infraestructura Educativa Pública en Iquitos	181
Anexo 2: Ejes para la Propuesta de protección contra carbonatación de estructuras de concreto en el mantenimiento de infraestructura educativa pública en Iquitos	185
Anexo 3: Esquema de propuestas de la consolidación estructural	187
Anexo 4: Panel fotográfico	188
Anexo 5. Matriz de consistencia	194

ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS

Tabla 1. Causas comunes de deterioros.	46
Tabla 2. Mantenimiento	47
Tabla 3. Fallos posibles en el proceso de construcción de infraestructura	48
Tabla 4. Acciones físicas.....	48
Tabla 5. Acciones mecánicas.....	50
Tabla 6. Acciones accidentales.....	53
Tabla 7. Fisuras motivadas por diferentes causas.....	57
Tabla 8. Recomendaciones.....	88
Tabla 9. Cimentación.	95
Tabla 10. Estructura.	97
Tabla 11. Mampostería y fachadas	99
Tabla 12. Muros y puertas.....	102
Tabla 13. Cubiertas.	103
Tabla 14. Revestimientos.....	110
Tabla 15. Instalaciones sanitarias.....	113
Tabla 16. Instalaciones hidráulicas	117
Tabla 17. Instalaciones eléctricas y pararrayos	120

ÍNDICE DE GRÁFICOS O FIGURAS

Figura 1. Vida útil de las construcciones.....	34
Figura 2. La calidad física y funcional de las obras.	42
Figura 3. La degradación de las obras.....	42
Figura 4. Proceso de mantenimiento en la construcción.	56
Figura 5. Elementos que componen la celda electroquímica	83

RESUMEN

En esta investigación del tipo descriptiva, se presentan conceptos, técnicas, procesos, elementos de diagnóstico, tecnologías y criterios sobre la degradación y sus causas, el mantenimiento de edificaciones e intervención en una infraestructura educativa declarada monumento e integrante del Patrimonio Cultural de la Nación. El desgaste de materialidad en el objeto de estudio, ha sido consecuencia de varios factores, entre éstos la antigüedad de su edificación, estructuración deficiente, inexistencia o defectuosos procesos de mantenimiento, los cuales han influido en la actual condición de inhabilitación por deficiente comportamiento estructural.

En la investigación se efectuó el diagnóstico de la vibración, debida a la actividad humana de caminar en los sistemas de entrepiso, estructurado usando traveses de rieles separados 0.72m apoyados directamente sobre muros de ladrillo tubular, dovelas de ladrillo común apoyados en los rieles y losa de 0.05m de espesor sin refuerzo de acero. La intervención para resolver la patología, requirió colocar un pórtico metálico transversalmente en el centro de la luz de las traveses o su arriostre utilizando platinas soldadas entre traveses y traveses. Asimismo, se estudió la incidencia de la profundidad de carbonatación en la degradación de la resistencia del concreto cemento-arena, y, el fenómeno de corrosión de las traveses de la estructura de pisos. La profundidad de carbonatación se determinó mediante el test de fenolftaleína. Al tratarse de la perennidad de un monumento, como parte de la intervención, ante las deflexiones y vibraciones del caminar se concluye en la necesidad de su Consolidación Estructural, previamente a la formulación y ejecución del Plan de Conservación y Mantenimiento que garantice alargar su vida útil, dentro de la seguridad y el menor costo.

Palabras Clave: Acciones degradantes; carbonatación; corrosión; patrimonio cultural; vida útil; mantenimiento.

ABSTRACT

In this descriptive research, concepts, techniques, processes, diagnostic elements, technologies and criteria on degradation and its causes, maintenance of buildings and intervention in an educational infrastructure declare dan integral monument of the nation's cultural heritage are presented. The wear of materiality in the object of study, has been a consequence of several factors, including the age of its building, deficient structure, non-existence or defective maintenance processes, which have influenced the current condition of uninhabitability due to deficient structural behavior.

In the investigation, the diagnosis of vibration was made, due to human activity of walking in the mezzanine systems, estructured using rail beams 0.72m apart supported directly on tubular brick walls, common brick voussoirs supported on the rails and slab 0.05 m thick without Steel reinforcement. The intervention to resolve the pathology required placing a metal frame transversely in the center of the girder span or its bracing using plates welded between the girder. Likewise, the incidence of the depth of carbonation in the degradation of the resistance of concrete, cement, sand, and the phenomenon of corrosión of the beams of the floor structure was studied. The depth of carbonation was determined using the phenolphthalein test. When dealing with the permanence of a monument, as part of the intervention, before the deflections and vibrations of walking, the need for its Structural Consolidation prior to the formulation and Excecution of the Conservation and Maintenance plan is concluded that guarantees to extend its useful life, within safety and at lower cost.

Keywords: degradin actions; carbonation; corrosion; cultural heritage; useful life; maintenance.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes del estudio

“Para Babé (1986) el mantenimiento no es más que los trabajos que deben realizarse de forma cíclica para la atención de los equipos y de los elementos componentes de las construcciones con el fin de subsanar sus deficiencias, y mantener de manera eficaz los servicios que brinden con énfasis especial de aquellas partes que por su uso continuado o por su ubicación se encuentran más expuestos al deterioro. (Babé, 1986)” (Mendoza y Santillán, 2022).

“En Loria (2005) se consideran obras, trabajos y actuaciones de mantenimiento todas aquellas acciones encaminadas a la conservación física y funcional de un edificio a lo largo del ciclo de vida útil del mismo. Mantener, en general, significa conservar y también mejorar las prestaciones originales de un elemento, máquina, instalación o edificio a lo largo del tiempo. (Loria, 2005)” (Mendoza y Santillán, 2022).

“Según Tejera (2003), el mantenimiento de un edificio es un conjunto de trabajos periódicos programados y no programados que se realizan para conservarlo durante el período de vida útil en adecuadas condiciones para cubrir las necesidades previstas. (Tejera, 2003)” (Mendoza y Santillán, 2022).

“Tejera (2003), planteó que el usuario del inmueble juega un papel importante en la realización de los mismos cuando este no depende de personal especializado, entre estas tareas pueden citarse: limpieza de las azoteas, pintura de interiores y exteriores, etc. Aquellas en las que el usuario del inmueble no sea capaz de llevarlas a cabo es necesario que se solicite un especialista para su ejecución. (Tejera, 2003)” (Mendoza y Santillán, 2022).

“Camacho (2009), en su trabajo de investigación, con el objetivo de documentar las herramientas utilizadas para planificar el mantenimiento de edificios, presenta los procedimientos utilizados para diseñar un Plan Modelo de Mantenimiento para edificios del Instituto Costarricense de

Electricidad (ICE). Para demostrar el funcionamiento de su propuesta tomó como base el edificio "Torre Z", el cual consta de 4 409 m² de construcción, ubicado en zona de San Pedro de Montes de Oca, San José y alberga oficinas administrativas de la División de Servicios y División de Seguridad del ICE principalmente. El plan estaba enfocado en integrar el mantenimiento preventivo a un sistema donde se trabaja de forma correctiva, además se centra en crear una herramienta que permita generar históricos de mantenimiento. Mediante guías de ciclos de mantenimiento, inspecciones periódicas, intervenciones programadas y un sistema generador de base de datos, obtuvo un método para generar históricos de mantenimiento (estadísticas). (Camacho, 2009)" (Mendoza y Santillán, 2022).

"Camacho (2009), señaló: "Para llevar a cabo un sistema de planificación se debe crear los procedimientos y herramientas necesarios para medir el comportamiento de un edificio. Para ello se requiere de inspecciones periódicas, y a partir de ellas realizar las intervenciones requeridas (reparaciones, sustituciones, renovaciones y limpieza). Es importante que independientemente, de si una intervención se haya planificado o no, ésta se registre en una base de datos, para así generar registros históricos de mantenimiento. Si éstos se llevan a cabo, a futuro se podrán obtener índices de la cantidad de bienes y servicios demandados por cada edificio para cubrir sus necesidades de conservación, así poder estimar la cantidad y monto requeridos para dar mantenimiento a las edificaciones". (Camacho, 2009)" (Mendoza y Santillán, 2022).

"Caro y Rubio (2019), realizaron su investigación en un Club de Esparcimiento que brinda servicios de entretenimiento familiar a sus asociados, contando con áreas implementadas y especializadas para poder desarrollar más de diez distintos deportes, talleres y cuenta con academias donde se promueve y se practican dichos deportes. (Caro y Rubio, 2019)". (Mendoza y Santillán, 2022).

Caro y Rubio (2019), en su investigación, buscando implementar el plan de mantenimiento preventivo, realizaron un diagnóstico de dicho Club de Esparcimiento. El principal objetivo del trabajo de investigación

desarrollado fue reducir los costos operativos del área de mantenimiento con la implementación del plan de mantenimiento preventivo señalado. (Mendoza y Santillán, 2022).

Zavala C. (2018) en su investigación en la compañía minera Mantos Copper, diseñó “un plan de mantenimiento preventivo aplicando principalmente la técnica RCM (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad) y otras herramientas como análisis de criticidad, análisis funcional, diagrama de bloques, árboles de fallas y análisis de FMECA para un chancador primario Fuller al que se le aplicaba muchas veces el mantenimiento correctivo y afectaba directamente en los volúmenes de producción e incrementaba los costos de mantenimiento (p. 17) [...] (Caro y Rubio, 2019)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“A partir de los resultados obtenidos el autor concluyó que al realizar un estudio de las fallas del chancador primario Fuller y entregar un plan de mantenimiento para evitar fallas tales como: el cambio del eje de extensión o la reparación del estanque de aceite del sistema de lubricación, se puede ahorrar en costos de mantención correctiva que superan los US\$200.000, ya que estas son fallas evitables aplicando una correcta pauta de mantención semanal. (p.111, 112). (Caro y Rubio, 2019)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

Montoya S. (2017) en su tesis, con el objetivo de formular un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Estructuras del KAFEE, elaboró según Mendoza y Santillán (2022), fichas técnicas de los equipos críticos, los cuales fueron seleccionados por el director de la producción y la directora administrativa de los procesos junto con los operarios conocedores del uso de la maquinaria. Asimismo, Montoya S. (2017), observó que la inexistencia de un adecuado control y seguimiento a las máquinas que se utilizaban en la producción e instalación de estructuras metálicas, falta de capacitación de personal, poca organización y poca administración de los equipos, generaba bajo rendimiento y eficiencia de los equipos ocasionando altos costos por fallas, paros de producción y reduciendo la vida útil de las máquinas al no contar con información confiable del estado del equipo y el registro de cumplimiento de las

actividades de mantenimiento.(Pág.12)[...] (Caro y Rubio, 2019)” en (Mendoza y Santillán, 2022).

“Montani (2000) en México en el artículo científico: La carbonatación, enemigo olvidado del concreto menciona: La carbonatación es un fenómeno natural que ocurre todos los días en miles de estructuras de concreto en todo el mundo. Es un proceso bien comprendido que ha sido investigado y documentado perfectamente. Así mismo define ¿Qué es la carbonatación?, Factores que afectan la carbonatación, Estrategias de reparación y protección; concluye enfatizando la necesidad de que Estados Unidos reconozca a la carbonatación como una causa seria de la corrosión del acero de refuerzo, por lo que es necesario para evitar esta secuela se efectúen las pruebas de la profundidad de carbonatación, y deben siempre incluirse en la evaluación del concreto dañado por corrosión. (Montani, 2000)” (Mendoza y Santillán, 2022).

“Moreno, Domínguez, Cob, & Duarte (2004) en México publicaron el estudio del efecto que causa la relación agua/cemento en la velocidad de carbonatación usando cámara de aceleración, para ello diseñaron cuatro diferentes tipos de mezclas de concreto para su estudio en ambientes acelerados de CO₂, con el fin de determinar sus coeficientes de carbonatación para cada una. Por cada mezcla se elaboraron 12 probetas cilíndricas de concreto simple de 7,5 cm de diámetro y de 15 cm de altura para realizar las pruebas de profundidad de carbonatación, 4 probetas de 10 cm de diámetro y de 20 cm de altura para determinar la porosidad, y 3 probetas de 15 cm de diámetro y de 30 cm de altura las cuales se utilizaron para determinar el esfuerzo a la compresión. También elaboraron por cada mezcla 3 probetas de concreto en forma de prismas de 5 x 10 x 20 cm. reforzadas con dos varillas de acero # 3, a las que las expusieron a carbonatación acelerada en una cámara por 121 días. Como conclusión mencionan que existe una relación entre la pérdida de masa por secado al ambiente y el tipo de mezcla; a mayor a/c, mayor porcentaje de pérdida de masa. La profundidad de carbonatación varía de acuerdo al tipo de mezcla siendo mayor profundidad de carbonatación conforme aumenta relación

a/c. (Moreno, Domínguez, Cob, & Duarte, 2004)” (Mendoza y Santillán, 2022).

“Babiche (2004) en Perú a través del Instituto Peruano de Energía Nuclear publicó: Carbonatación del recubrimiento de concreto; en el que se menciona que el acero de refuerzo y el concreto conforman el “hormigón armado” porque presentan una buena adherencia y sus coeficientes de dilatación térmica son del mismo orden. La carbonatación, es un fenómeno natural que ocurre todos los días en miles de estructuras de concreto en todo el mundo. En estructuras de concreto que no contengan acero de refuerzo, la carbonatación es, generalmente, un proceso de pocas consecuencias, sin embargo, en el concreto reforzado, este proceso químico aparentemente inocuo, avanza lenta y progresivamente hacia adentro desde la superficie expuesta del concreto, y asalta al acero de refuerzo causando la corrosión. Aunque la carbonatación es una causa de la corrosión menos importante que los cloruros, no por ello es menos seria en términos del daño que provoca y del dinero que cuesta remediar sus efectos, concluyendo que es importante el uso de inhibidores de corrosión aplicados a la superficie que se difundan a través del concreto. (Babiche, 2004)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Thiery, Dangla, Villain, & Platret (2005) en Francia en la X-DBMC International Conférence On Durability of Building Materials and Components; presentaron un modelo de predicción para la carbonatación a través iones de $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ y reacciones químicas, en el que mencionan que es un hecho reconocido que la corrosión del acero reduce la capacidad de servicio y la seguridad del hormigón armado. Por lo general, las condiciones de alta alcalinidad en el hormigón conducen a la formación de una capa pasiva en la superficie del acero. Sin embargo, la difusión natural del dióxido de carbono atmosférico (CO_2) en el hormigón induce una disminución del valor de pH del agua intersticial después de reacciones con hidratos tales como portlandita $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y silicato de calcio hidratado CSH. Concluye que el modelo propuesto basado en la transferencia de $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ acopladas y reacciones químicas genera resultados interesantes, que permiten mejorar la comprensión global de los procesos de carbonatación

y constituyen una poderosa herramienta de predicción”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Carvajal, Silva, Valiente, & Venegas (2007) en Chile en la revista científica de la Construcción publicaron: Los efectos de la carbonatación acelerada en distintos tipos de cemento y hormigones. Se realizó la investigación experimental en diversos tipos de cemento chileno y tres razones agua/cemento (0,45; 0,50 y 0,55), teniendo como conclusión: En base a las probetas cortadas por la mitad, que se aplicó fenolftaleína, se determinó que los cementos que presentaron el mejor comportamiento frente al ataque de CO₂ fueron el Portland corriente, el segundo un 25% menos efectivo; la penetración de CO₂ en probetas confeccionadas con la razón a/c de 0,45 fue aproximadamente el 50% inferior a la penetración obtenida con las razones a/c de 0,50 y 0,55; entre otras”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Chávez, Pérez, Reyes, Corvo, & Osorno (2010) en Cuba publicaron: Carbonatación de concreto en atmósfera natural y cámara de carbonatación, para ello construyeron 12 vigas de concreto simple (15 x 15 x 60 cm), de las cuales se elaboraron 6 vigas de concreto con relación a/c 0,49 y 6 vigas de concreto con relación a/c 0,69; se realizaron en los agregados pruebas de absorción, humedad, permeabilidad, consolidación y granulometría de acuerdo a los requerimientos de las normas mexicanas (NMX-C-111, 2004). La relación a/c empleada para la elaboración de la mezcla, se eligió considerando las características de absorción que presentó el agregado grueso proveniente de la trituración de roca caliza. Llega a concluir que los factores principales en el proceso de carbonatación son la porosidad del concreto y de la humedad relativa del medio ambiente. Así mismo la relación a/c repercutió en el proceso de avance del frente de carbonatación en el concreto elaborado con agregados calcáreos. El uso de ensayo acelerado mediante cámara de carbonatación es una herramienta importante que permite aproximar en períodos cortos las condiciones de avance de la neutralización del concreto originados por el CO₂”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Galán (2011) en España estudió: La carbonatación del hormigón teniendo en consideración la combinación de CO₂ con fases hidratadas del cemento y frente al cambio de pH, lo desarrollo de manera experimental, para ello fabricó pastas de cemento, morteros y hormigones (concretos), los que se sometieron a diferentes procesos de carbonatación natural, acelerada y supercrítica”. (Mendoza y Santillán, 2022).

Galán (2011) “Con diferentes técnicas de caracterización, teniendo como resultados experimentales dos bloques; el primero de carbonatación natural y el segundo de acelerada, siendo las más importantes y de interés para el investigador las que menciono: **Carbonatación Natural: (Pastas; Cantidad de CO₂ Vs Tiempo)**. Las probetas fabricadas con cemento con caliza, presentan valores considerablemente superiores al resto. El parámetro **A** (la amplitud), equivale al máximo de absorción de CO₂ varían entre 15 y 30% en el exterior y entre 15 y 20% en el interior. Las probetas del interior son las que menor máximo de CO₂ absorbido presentan, variando a/c 0,6 entre 12 y 20% y en las de a/c 0,45 entre 14 y 23%. En el exterior protegido entre 17 y 30% para a/c 0,6 y entre 18 y 38% para las de a/c 0,45. En el exterior no protegido los valores se encuentran entre 18 y 35% en las de a/c 0,6 y entre 17 y 26% en las de 0,45. **(Porosidad)**. Probetas a los 28 días con relación a/c 0,6 presentan mayor porosidad que las de a/c 0,45, en algunos casos llegando incluso al doble. En general, el volumen de poros en las probetas de a/c 0,45 se encuentra entre 20 y 30% y en las de 0,6 entre 30 y 40%. **(Medida y Peso)**. En probetas de a/c 0,5 y 0,45 las pérdidas de peso en el secado son ligeramente inferiores en las de a/c 0,45, y las ganancias posteriores ligeramente superiores en las de a/c 0,5. **(Profundidad del frente de cambio de pH vs tiempo $x = k \cdot \sqrt{t}$)**”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Galán (2011). También menciona que los hormigones tipo edificación presentan constantes de proporcionalidad superiores, alrededor del doble. **(Cantidad de CO₂ combinado en un año)**. Las probetas del exterior no protegido absorben más CO₂ en la zona de pH<8-9 que las del exterior protegido, las probetas del interior son las que menos absorben, en el exterior no protegido varían entre 15 y 25%, en el exterior protegido entre

10 y 25%, y en interior entre 5 y 20%. **Carbonatación Acelerada: (Carbonatación de pastas a 0,5% CO₂ 1 año: Peso).** Existe una pérdida de peso durante estabilización en (Humedad relativa) HR constante y una ganancia de peso por carbonatación 0,5% CO₂ en HR constante. **(Profundidad del frente de cambio de pH).** Mediante el indicador de pH de fenolftaleína solo las probetas estabilizadas y carbonatadas en HR de 53% y 65% presentaban un pH inferior a 8, siendo esta mayor en las probetas de mayor a/c. En ambas relaciones a/c la 'profundidad' de las probetas carbonatadas al 53% de HR es mayor que la de las probetas carbonatadas al 65%. **(Porosimetría).** Antes de la carbonatación las probetas tienen porosidades similares, alrededor del 25%, después de la carbonatación las probetas disminuyen su porosidad, lo que implica que no tiene ninguna relación con la humedad relativa, con la mayor o menor carbonatación, ni con la relación a/c. (Galán, 2011). En consecuencia concluye: Que se logró obtener las ecuaciones que describen la evolución temporal de los procesos de absorción de CO₂, y avance del frente de pH en el hormigón. Asimismo, encontró ecuaciones sigmoidales para describir la distribución espacial del carbonato cálcico y de la portlandita en el interior del material. Los parámetros relacionados con las propiedades mecánicas y químicas del cemento y del hormigón. Las propiedades de durabilidad del hormigón armado se consiguen gracias a la acción protectora que el hormigón ejerce sobre el acero. Además de suponer una barrera física que dificulta la entrada de agentes agresivos, la elevada alcalinidad del hormigón desarrolla sobre el acero una capa pasiva que lo mantiene inalterado mientras no se modifiquen esas condiciones. La carbonatación, produce una disminución del pH, la que, si llega a alcanzar la armadura da lugar a la destrucción de la capa pasiva del acero y a la corrosión generalizada del mismo; el principal producto de la reacción de carbonatación es el carbonato cálcico, el que, por su estabilidad hasta temperaturas por encima de los 600°C fija el CO₂ de manera irreversible en condiciones normales de presión y temperatura. (Galán, 2011)" (Mendoza y Santillán, 2022).

“Campos (2011) en México, desarrolló la investigación: Carbonatación del concreto en condiciones aceleradas y naturales: Aplicación al ambiente de la zona metropolitana de Monterrey, lo realizó con especímenes de forma cilíndrica de 7,5 x 15 cm. los que para cuantificar la carbonatación natural fueron sometidos en laboratorio a un ambiente de $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ y $50\pm 5\%$ humedad relativa. A carbonatación acelerada, fueron almacenados en un cuarto con una humedad relativa de 60 % y una concentración de CO_2 de 5 y 100%. Para el 100% de concentración de CO_2 se realizaron pruebas a 1, 2 y 5 días, para el 5% de concentración de CO_2 se realizaron pruebas a 1,26 meses de exposición, con lo que obtuvo los siguientes resultados: Determinó la relación entre el coeficiente de carbonatación y la resistencia a la compresión a los 28 días. La misma que a igual resistencia a la compresión, el coeficiente de carbonatación aumenta conforme crece el porcentaje de reemplazo de la ceniza volante. Existen fuertes relaciones entre la carbonatación realizada en un ambiente natural con la realizada en condiciones aceleradas. En consecuencia, concluye: Que el coeficiente de carbonatación aumenta, con el incremento de ceniza volante adicionada. El coeficiente de carbonatación es mayor, para especímenes con bajo contenido de CaO en la ceniza volante. Existen fuertes relaciones entre la profundidad de carbonatación de especímenes expuestos al ambiente natural y los expuestos a una cámara de carbonatación acelerada. (Campos, 2011)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“Lee, Kim, Lee, & Cho (2012) en Corea, en la International Journal of Civil and Environmental Engineering, publicaron el estudio para el grado de carbonatación en concreto utilizando el indicador de fenolftaleína, en el que se menciona que una estructura de concreto se diseña y construye con un propósito de uso, y se espera que mantenga su función por muchos años lo cual es el objetivo. Sin embargo, a medida que pasa el tiempo, las estructuras se deterioran gradualmente y luego se degrada hasta el punto en que la estructura no puede ejercer la función para la cual fue construida. El tema de durabilidad es importante, pero esta se ve afectada especialmente por el daño que causa el cloruro, la carbonatación, el congelamiento descongelamiento, etc. En el estudio presentado resaltan

que la carbonatación es una de las principales causas del deterioro de la durabilidad de una estructura de hormigón, por lo que se investigó este factor cómo afecta al concreto a través de una técnica de análisis de microestructura, utilizando el método indicador existente y el método de medición del progreso de la carbonatación de forma cuantitativa se estudió simultáneamente utilizando un espectrómetro FT-IR (Infrarrojo de Transformada de Fourier) junto con la técnica de análisis de microestructura. Para la investigación se elaboró una muestra de forma cúbica de 50 × 50 × 50 mm según lo normado por la ASTM. Dichas muestras las elaboró con cenizas volantes en una proporción de reemplazo del 20% de cemento Portland en masa, para determinar el cambio en la profundidad de la carbonatación en función de la relación agua/cemento, siendo en las proporciones de 0,40; 0,45; 0,50, y se elaboraron muestras de hormigón en 3 piezas en cada prueba para un total de 155, con lo que se midió el cambio de profundidad. Como resultado obtuvo que a medida que la relación a/c aumentó, la profundidad de la carbonatación apareció notablemente. En los casos de pasta y mortero, no hubo diferencias significativas en la velocidad de aumento en la profundidad de carbonatación. (Lee, Kim, Lee, & Cho, 2012)” (Mendoza y Santillán, 2022)

“Moreano & Palmisano (2012) en Perú efectuaron el estudio: Afectación de la contaminación atmosférica, efectos en la infraestructura del campus universitario debido a la emisión de partículas PM10 y CO, para ello se escogió un área de muestra en la Pontificia Universidad Católica del Perú, el campus universitario que cuenta con vida silvestre, áreas verdes, tráfico de personas y vehículos siguiendo la metodología de toma de muestras conocida como monitoreo densiométrico pasivo de la calidad del aire; teniendo como resultados: Que existe contaminación, más por el lado de las partículas en suspensión que por las de monóxido pues los valores resultaron por debajo de los estándares permitidos, por lo que se optó por utilizar datos vigentes de otro compuesto, SO₂ y de esta manera poder desarrollar ecuaciones que expliquen la presencia de ciertos fenómenos y cuantificarlos, así mismo concluye: que la solución para corregir o disminuir el efecto de las emisiones en los materiales estudiados, es efectuar

barreras verdes, las que debido a sus características propias, funcionan como filtros naturales. (Moreano & Palmisano, 2012)". (Mendoza y Santillán, 2022)

"Tung (2013) en Francia en The Open Civil Engineering Journal publica: modelamiento de procesos de carbonatación en materiales de cemento, dicho estudio lo efectuó preparando muestras de mortero de cemento y pasta de cemento a las que sometió a carbonatación acelerada a 20 ° C, 65% de humedad relativa, 20% ó 50% de concentración de CO₂. La profundidad de carbonatación se determinó usando la prueba clásica de fenolftaleína. Se hizo el análisis termogravimétrico. Obteniéndose diferentes factores que influyen en el proceso de carbonatación, tales como: concentración de CO₂, tipo de material, exposición superficial al CO₂, porosidad accesible al agua, duración de la carbonatación. En base a los resultados experimentales, se desarrolló una simulación numérica para predecir la profundidad de carbonatación. (Tung, 2013)". (Mendoza y Santillán, 2022)

"Castillo J. (2017) en su trabajo de investigación planteó desarrollar un plan de mantenimiento preventivo en base al modelo de gestión de calidad TPM (Mantenimiento Productivo Total) enfocándose en los equipos críticos de la edificación central de una compañía de servicios en el mercado de seguros. (Caro y Rubio, 2019)". (Mendoza y Santillán, 2022)

"En la compañía de seguros los equipos no contaban con un plan de mantenimiento preventivo de calidad, provocando la deficiencia en la gestión de mantenimiento para los equipos de climatización, transporte y generación eléctrica, considerados críticos dentro de las instalaciones de la edificación. (Caro y Rubio, 2019)". (Mendoza y Santillán, 2022)

"El trabajo se ejecuta según un esquema de solución de 3 etapas, con las cuales se pretende responder y cumplir los objetivos planteados, comenzando por un diagnóstico de los equipos, mediante la identificación y descripción de aquellos que son críticos para la compañía, dando paso luego al análisis de factores críticos que corresponden al proceso de

mantenimiento, generando así indicadores de desempeño adecuados para el monitoreo eficiente (p.10) (Caro y Rubio, 2019)". (Mendoza y Santillán, 2022).

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) aprobó los "Lineamientos para la elaboración del Informe de Evaluación del Riesgo (EVAR) de Desastres en Proyectos de Infraestructura Educativa", lineamientos que han sido elaborados en estrecha coordinación con el Programa Nacional de Infraestructura Educativa (PRONIED) del Ministerio de Educación y de la DGPMI del Ministerio der Economía y Finanzas (MEF). En los lineamientos se señala que el EVAR permite evaluar y calcular el riesgo para luego determinar las medidas para controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades. Asimismo, en el documento aprobado con Resolución Jefatural N° 058-2020-CENEPRED/J, se establecen los procedimientos y orientaciones técnicas para el desarrollo de los informes que realizarán los evaluadores de riesgo sobre los proyectos, cuya naturaleza de intervención sea específicamente la creación, mejoramiento, ampliación y recuperación de la infraestructura educativa. (CENEPRED, 2020).

"El tema de planificación del mantenimiento debe ser de interés para que el Programa de Ingeniería Civil de la Universidad Científica del Perú promocióne en sus estudiantes de término de carrera, proyectos de investigación de este tipo, pues existe poca documentación del tema especialmente índices y estadísticas. Además, actualmente el ritmo de la construcción ha empezado a disminuir debido a la crisis financiera actual, por lo que se debe dar mayor interés en conservar las edificaciones para que éstas alcancen su vida útil de diseño, por lo que se debe propender desde la academia obtener un modelo con base técnica para transformar el modo de operación actual de atención de los edificios a uno que incluya planificación y medidas preventivas (Camacho, 2009)". (Mendoza y Santillán, 2022)

Antecedentes específicos

El Director de Gestión Institucional de la Región de Educación de Loreto, emite la Constancia de Ubicación de la I.E.P.S Sagrado Corazón e indica que el C.E.P.S.M Sagrado Corazón se encuentra ubicado en la calle Sargento Lores N° 343, donde viene funcionando desde su creación a la fecha (05 de abril 2002), según las siguientes resoluciones:

Resolución Directoral N° 646 del 06/02/1939 (Nivel Primaria)

Resolución Directoral N° 109 del 28/02/1983 (Nivel Secundaria)

Del registro de la propiedad Inmueble

Certificado Copia Literal de Dominio

El inmueble ubicado en calle Sargento Lores – Arica y Huallaga, del distrito de Iquitos, finca urbana consistente en terreno y construcción de dos plantas, con un área de 8139.96 m², signado con el número municipal 334 está inscrito como bien individual a fojas 345 del tomo 68 del Registro de Propiedad Inmueble de la Oficina Registral Regional Región Loreto, es de propiedad del Ministerio de educación.

Asiento Número Cuatro.- La congregación de Franciscanas Misioneras de María, ha adquirido íntegramente el dominio de la finca inscrita en la partida que precede, en virtud del contrato de compraventa registrada en fecha 26 de julio de 1926, y cuya acumulación de área aparece inscrita y firmada en fecha 24 de mayo 1949 en el tomo Cuarto, folio doscientos cuarentinueve, partida CXVII, tomo treintidos, folio sesentidos, partida XXXV, tomo veinte, folio ciento nueve, partida LVII, tomo veinte, folio ciento sesentiseis , partida LXXXIII, tomo treinta, folio ciento veintiuno, partida partida LXV, tomo treinta, folio ciento cuarenta, partida LXXX, tomo treinticuatro, folio treinticuatro, partida LX, tomo treintiocho, folio noventiuno, partida XLIII y tomo veintiséis , folio ciento once, partida CLVIII, del Registro de Propiedad. Esta finca está ubicada entre las calles Sargento

Lores, Arica y Huallaga de la ciudad de Iquitos, distrito de Iquitos, provincia de Maynas: cuyos linderos son: Al Norte, propiedad de Riquel Dávila, Isabel Hernández, Abigail Meza y de la Compañía Nacional de Teléfonos; al Sur, la tercera cuadra de la avenida Sargento Lores; al Este, la calle de Arica; y al Oeste, la calle Huallaga. Tiene una extensión superficial de Cuatro mil ciento veintidos metros cuadrados ochentitres centímetros.

ASIENTO NÚMERO SEIS Tomo cuatro, folio 249 Partida CXVII

En fecha 22 de junio de 1949, se inscribió la memoria descriptiva valorizada de un módulo de dos plantas para local del colegio Sagrado Corazón de 800.70m² de área. La planta baja consta de un callejón, una galería interior, una sala para la dirección, otra para la secretaría, cinco aulas, otra gran sala y diversos servicios higiénicos. La planta alta consta: de seis salas para clases y galerías con arcos y baluartes y diversos servicios higiénicos: el piso de ambas plantas es de cemento y mosaicos, sostenida el de la planta alta por vigas de hierro; cuyo valor es de 150 mil soles oro, en la forma siguiente: cien mil soles oro costo de los materiales empleados y cincuenta mil soles oro que ha sido pagado al constructor por la dirección de sus trabajos y mano de obra; según consta de la escritura pública otorgada el 13 del corriente ante el notario Benjamín Pérez Rangel.

Asiento Número Siete. Tomo 4, folio 249, Partida CXVII

En fecha 22 de junio de 1949, se inscribió la memoria descriptiva valorizada de un módulo de dos plantas para local del colegio Sagrado Corazón de 462m² de área. La albañilería con ladrillo tubular, sobre cimientos de concreto y mampostería de ladrillo común, techo de tejas sobre armazón de madera forrada de cielo raso. La planta baja consta de dos salas, otra sala, una galería interior, seis habitaciones, una escalera, un pabellón, una cocina, una lavandería con piletas de cemento, un hall, una sala para mecanografía, un pasadizo, una sala de recibo, una sala para repostería, una sala dividida para enfermería y escritorio, una salita, una sala dividida para cocina y despensa, otra cocina, una huerta cerrada por muros de ladrillos, una escalera de madera, balaustres y diversos servicios higiénicos; el piso de mosaicos y cemento. La planta alta consta: de un

corredor y dieciocho habitaciones para dormitorios, un corredor con acceso a una galería de la planta baja por un balcón y diversos servicios higiénicos; piso de concreto sobre vigas de hierro; cuyo valor es de 50 000 soles oro en la forma siguiente: 34 000 soles oro, costo de materiales empleados y 16 000 soles oro pagado al constructor, por la dirección de sus trabajos y mano de obra; según consta en la escritura pública otorgada el 13 de junio 1949 ante el notario Benjamín Pérez Rangel.

Asiento Número Ocho, Tomo 4, Folio 249, Partida CXVII

En fecha 23 de julio de 1964, se inscribió la memoria descriptiva valorizada de un módulo de dos plantas para local del colegio Sagrado Corazón de 1133m² y 64 cm de área correspondiendo a 28.20m de frente x 40.20 m de fondo, de frente a la Av. Sargento Lores y signada con el número 334. La planta baja consta de un portal de entrada, con jardineras decorativas, un gran hall de pepelma y habitaciones para secretaría; en la parte lateral derecha, una escalinata de acceso a la planta alta y servicios higiénicos; en la parte posterior, una amplia galería con arquería formada por columnas de concreto armado y ladrillo y patio de recreo. Las paredes son de ladrillo, levantadas sobre zapatas de concreto y cimientos de ladrillo común; previsto de columnas y vigas principales de concreto armado que refuerzan el techo de esta planta que es de concreto armado tipo aligerado y que forma el piso de la planta alta. Las paredes son enlucidas y pintadas con supermate, las puertas de madera de cedro pintadas al óleo, las ventanas con persianas de madera, el piso es de mosaicos, las columnas de la galería y la pared que da a éstas revestidas de mosaicos hasta la altura de 1.20 metros y las de los servicios higiénicos hasta 1.50 metros; tiene instalación de agua potable y luz eléctrica empotrada. La planta alta consta: la escalinata de acceso a esta planta da a un hall y a la amplia galería construida sobre la parte baja, consta de dos amplias aulas y una habitación más que sirve de museo y servicios higiénicos; las columnas de la planta baja se prolongan a esta planta, formando una amplia galería; las paredes son enlucidas y pintadas con supermate; las puertas de madera de cedro pintadas al óleo; las ventanas con persianas; el techo es calamina sobre tijerales de madera escuadrado, el cielo raso es de Nórdex pintada

al óleo; todo el piso en general es mosaico; las columnas de la galería unidas entre sí por balaustres de concreto revestidas de mosaicos; tiene instalación de agua potable y luz eléctrica empotrada. El valor de la construcción es de seiscientos ochentisiete mil cuarentisiete soles oro, y trenticuatro centavos, a materiales empleados y doscientos veintinueve mil quince soles oro y sesentiseis centavos a la mano de obra y dirección técnica del constructor; según consta de la escritura pública otorgada el 16 de julio de 1964 en curso ante el notario público don julio A. Pérez.

Asiento Nueve: la inscripción del certificado de numeración fue inscrita en los registros públicos en fecha 23 de julio de 1964. Parte de esta finca o sea la casa de dos plantas cuya inscripción consta del asiento número ocho de esta partida, está signada con el número trescientos treinticuatro por la avenida Sargento Lores, de esta ciudad, como aparece del certificado de numeración expedido por el Concejo Provincial de Maynas, con fecha 18 de julio del año en curso.

Asiento Número Diez. Inscripción de fecha 6 de agosto de 1966

Al terreno inscrito bajo esta partida se ha acumulado el registrado a fojas siete, partida XXIV del tomo 63 del Registro de Propiedad Inmueble, resultando de la acumulación un terreno situado entre las calles Sargento Lores, Arica y Huallaga, distrito de Iquitos, provincia de Maynas, con una área de cinco mil doscientos cuarenticinco metros cuadrados y sesenta y siete centímetros cuadrados, encerrado dentro de los linderos y medidas perimétricas siguientes: al frente, la avenida Sargento Lores, con ciento un metros ochenticinco centímetros; al costado derecho, entrando, el jirón Arica, con veintisiete metros quince centímetros; al costado izquierdo, la calle Huallaga, con sesenta y nueve metros sesenta y tres centímetros; y al fondo, propiedad de la Congregación de Franciscanas Misioneras de María, en una línea quebrada que parte de la calle Huallaga, que mide cuarentisiete metros sesenta y cinco centímetros, rumbo Sur Este; volteando a la derecha, rumbo Sur Oeste, con ocho metros; volteando a la izquierda, rumbo Sur Este, con dos metros treinticinco centímetros; volteando a la derecha, rumbo Sur Oeste con dieciocho metros ochentitres centímetros; volteando a la izquierda, rumbo Sur Este, colindando también

con propiedad de la Compañía Nacional de Teléfonos , con veintitrés metros sesenta y cinco centímetros; encerrando el perímetro hasta la calle Arica.

Asiento Número Once: 26 de junio 1990 se inscribió la acumulación de áreas en los términos siguientes: Al terreno inscrito en esta partida , se ha acumulado los registrados a fojas trescientos ochentiuo y ciento diecinueve de los tomos cincuentidos y setentinueve de Registro de la Propiedad Inmueble de Loreto; constituyendo una nueva unidad inmobiliaria con un área total de ocho mil ciento treintinueve punto noventiseis metros cuadrados; encerrado dentro de los linderos siguientes: Al frente principal la tercera cuadra de la calle Sargento Lores, otro frente a la calle Arica, segunda cuadra, que viene a ser el costado derecho entrando y luego también aparece un tercer frente que viene a ser el costado izquierdo entrando, la calle Huallaga segunda cuadra; y al fondo , colinda con propiedades de Entel Perú, otra propiedad de la Congregación Franciscanas Misioneras del Perú y los Campamentos y Servicios S.A. Así consta de la solicitud suscrita por su propietaria La Congregación de Franciscanas Misioneras de María, representada por la reverenda madre Ecónoma Provincial de María Marsh Sans con fecha cinco de junio de 1989, legalizada ante notario Gilberto Vela Armas. El título se presentó el 20 de junio 1990.

Asiento Número Doce: Inscrito la donación en el tomo 68, folio 345, partida CXVII, Asiento 12 del Registro de Propiedad Inmueble Públicos de Loreto en fecha 1 de agosto de 1990.

El Ministerio de Educación a través de la Dirección Regional de Educación, representado por su Director Departamental de Educación profesor Nilo A. Zumaeta Ramírez; ha adquirido la propiedad del inmueble registrado bajo esta partida, en virtud de la donación hecha a su favor por la Congregación de Franciscanas Misioneras de María, representada por la reverenda madre Ecónoma Provincial María Marsh Sans, según poder inscrito en el tomo treinta, folio cuatrocientos uno del Registro de Mandatos de Loreto, valorizado en la suma de treintisiete millones ciento cinco mil trescientos ochenta intis. Escritura pública de fecha 31 de diciembre del año 1988,

otorgada ante el notario Gilberto vela Armas. El título se presentó el 24 de julio de 1990. Se inscribió la donación en fecha 1 de agosto de 1990, en los Registros Públicos de Loreto.

Informe Técnico de Seguridad en Edificaciones (R.D. N° 071-2018-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS

INFORME N° 025-2019-VI-JBLT de fecha 8 de julio de 2019

El Inspector Técnico de Seguridad en Edificaciones (R.D. N° 071-2018-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS), a través del Informe N° 025-2019-VI-JBLT, dirigido al Jefe de la División de Defensa Civil de la Municipalidad Provincial de Maynas, comunica los resultados, conclusiones y recomendaciones de la Visita de Inspección a la I.E.P.S. "Sagrado Corazón":

1) Personal que ocupa las instalaciones de la I.E. Sagrado Corazón:

- Director	:	1
- Sub Director en Primaria	:	2
- Sub Director en Secundaria	:	3
- Docentes en Primaria	:	50
- Docentes de Secundaria	:	92
- Auxiliares	:	10
- Personal Administrativo	:	36
- Alumnos en Primaria	:	1 200
- Alumnos en secundaria	:	1379

2) Áreas Construidas en las instalaciones de la I.E. Sagrado Corazón

Área del terreno de Primaria : 1 765.00 m2

Área del terreno de Secundaria : 6 355.00 m2

3) Antigüedad de la Construcción

El local correspondiente al Nivel de Secundaria fue construido el año 1920, es decir al 2019 la infraestructura tiene una antigüedad de 99 años aproximadamente.

El local correspondiente al Nivel de Primaria fue **reconstruido** el año 2005, es decir al 2019 la infraestructura tiene una antigüedad de 14 años aproximadamente. Nota: el adjetivo “reconstruido” corresponde a las autoras de este proyecto de investigación, pues en el citado informe el término utilizado fue “construido”.

4) Declaración de situación de emergencia y alto riesgo

Mediante Resolución Directoral N° 001185-2016-GRL-DREL-D de fecha 15 de abril de 2016, la Dirección Regional de Educación, DECLARA EN SITUACIÓN DE EMERGENCIA Y ALTO RIESGO, la infraestructura del Nivel Secundario del local de la Institución Educativa Primaria secundaria “Sagrado Corazón” ubicado entre las calles Sargento Lores /Huallaga.

5) Descripción del local del Nivel Secundaria

5.1. Área del terreno : 693.00m² aproximadamente

5.2. Área construida : 1386.00m² aproximadamente

La infraestructura es de dos (2) niveles, construido con columnas de mortero armado, vigas de metal reforzado con ladrillo común, losa aligerada con acero corrugado y mortero, piso de cerámicos, cielo raso de madera machihembrado, cobertura de calamina galvanizada.

6) Distribución

6.1. Primer Nivel: Cinco aulas, 1 ambiente, 1 ambiente de Psicología, 1 ambiente para biblioteca, 1 ambiente para área de matemática y servicios higiénicos.

6.2. Segundo Nivel: 8 aulas y servicios higiénicos.

7) De la Inspección Realizada

De acuerdo a la visita realizada la infraestructura sufre de constantes vibraciones estructurales, este acontecimiento es por el debilitamiento y deficiencias en los elementos estructurales de la edificación de la Institución Educativa, tales como las zapatas, columnas, vigas, losas, muros de ladrillos y cobertura de calamina galvanizada.

8) Conclusiones

1. La infraestructura de la Institución Educativa “sagrado Corazón” está considerada como **Patrimonio Cultural de la Nación**.
2. Al ser Patrimonio Cultural de la Nación NO SE PUEDE DEMOLER, solo se puede RESTAURAR.
3. La infraestructura de la institución Educativa “Sagrado Corazón” se encuentra declarado en Situación de Emergencia y con el nivel de Riesgo Alto (solo en la zona declarada en Situación de Emergencia y Alto Riesgo) por lo tanto la calificación es INHABITABLE.
4. La infraestructura de la Institución Educativa “Sagrado Corazón” es de propiedad del estado Peruano y la administración está a cargo de la Dirección Regional de Educación de Loreto – GOREL. Este local al encontrarse en Situación de Emergencia y calificada con el nivel de Riesgo Alto (Zona declarada en situación de emergencia y Alto Riesgo) y teniendo el conocimiento que es INHABITABLE, en caso de ocurrir un colapso y causar la pérdida de vidas humanas y daños al patrimonio es responsabilidad absoluta del Estado Peruano, la Dirección Regional de Educación y la Dirección de la Institución Educativa.

9) Recomendaciones

1. Para evitar la pérdida de vidas humanas, daños al patrimonio se recomienda **Realizar trabajos de reforzamiento con columnas y vigas de mortero armado** en el área declarada en **Situación de Emergencia y Alto Riesgo** y de acuerdo a las recomendaciones formuladas por la Dirección Desconcentrada del Ministerio de Cultura.
2. Construir nueva cobertura en el área mencionada.
3. Para prevenir cambiar de aula a las alumnas que vienen ocupando espacios considerando en Situación de Emergencia y Alto Riesgo.

OFICIO N° 374-2019-DDC-GSM-MPM de fecha 12 de julio de 2019: El Jefe de la División de Defensa Civil de la Municipalidad Provincial de

Maynas, corre traslado del Informe N° 025-2019-VI-JBLT a la Directora de la I.E.P.S “Sagrado Corazón”.

OFICIO N° 290-2019-DIEPS. “SC” de fecha 18 de julio de 2019: La directora de la I.E.P.S. “Sagrado Corazón”, corre traslado del Oficio N° 374-2019-DDC-GSM-MPM y sus recaudos, a la Dirección de la UGEL Maynas.

Entrevista Técnica a miembros del Ministerio de Cultura

¿Cuál es la opinión que tiene el Ministerio de Cultura en cuanto al Informe N° 025-2019-VI-JBLT de fecha 8 de julio de 2019, de INDECI sobre la I.E.P.S. “Sagrado Corazón”?

El Informe N° 025-2019-VI-JBLT, en mención se nos fue remitido por Defensa Civil de la Municipalidad Provincial de Maynas, encontrándose que sus conclusiones y recomendaciones no devienen de un análisis estructural y en consecuencia, carecen de sustento técnico. Aun, reconociendo que el pabellón de aulas de la Sección Secundaria de esta Institución Educativa, al igual que todas las edificaciones antiguas, poseen columnas y cimentación de ladrillo común, y están desprovistos de vigas y dinteles. El nivel muy superficial de la cimentación de ladrillo en estas edificaciones ante el tránsito de maquinaria pesada por las calles Huallaga y Sargento Lores produce vibraciones que se perciben en su primer y segundo nivel. El Ministerio de Cultura – Sede Loreto, conjuntamente, conjuntamente con un ingeniero civil especialista en estructuras, inspeccionaron el pabellón de aulas y otros servicios del nivel Secundaria, llegando a concluir que un reforzamiento apropiado y, que evite las vibraciones, puede permitir la ocupación de los ambientes que Defensa Civil considera inhabitables.

¿Existe el sustento técnico y normativo para un posible reforzamiento del Pabellón de aulas de la I.E.P.S. “Sagrado Corazón” de Iquitos?

Técnicamente, el reforzamiento estructural en algunas zonas que lo requieran de esta Institución Educativa, sí es factible, para lo cual se requiere una evaluación estructural, que considere los materiales, la

estructuración, la antigüedad, el uso educativo que presta y la categoría de edificación; asimismo, que “el objetivo principal de la ejecución obras en Bienes culturales inmuebles es el de conservación y preservación del Patrimonio Cultural y la adecuada intervención en áreas comprometidas con el Patrimonio Cultural Inmueble” (MVC, 2013). En cuanto al sustento normativo, en la Norma A.140 del Reglamento Nacional de Edificaciones, se prevé la autorización, para monumentos y ambientes urbano monumentales, de trabajos de conservación, restauración, consolidación estructural, rehabilitación y mantenimiento, remodelación y ampliación; asimismo, el *artículo 7 de la modificación de la citada Norma* señala los “Criterios de intervención en monumentos e inmuebles de valor monumental”, según el tipo de modalidad de obra. En este sentido, es amplio ya que está permitiendo que de alguna forma, se pueda intervenir en beneficio de la estructura del patrimonio cultural, para evitar su deterioro físico.

Además, la Ingeniería avanzó grandemente, por ello ahora se puede rescatar monumentos sin necesidad de derrumbarlos; ahora, se puede trabajar interiormente, cualquier clase de aplicación; así, en el presente caso, se puede generar un sistema de columnas, que pueda reforzar los ambientes, y recuperarlos a todos los que Defensa Civil los ha desvalorado hasta indicarlos como inhabitables.

¿Qué zonas del pabellón de aulas del Nivel Secundaria de la I.E.P.S. “Sagrado Corazón”, considera que deben ser reforzadas?

Las zonas a intervenir en los ambientes adyacentes a la calle Huallaga son: la zona de aulas y el auditorio; y, también un sector de la edificación adyacente a la calle Sargento Lores. Por lo demás, en esta Institución Educativa ya se ha realizado el reforzamiento en los laboratorios, donde se les ha dotado con estructura de concreto armado.

¿En representación del Ministerio de Cultura - Sede Loreto, cuáles son las recomendaciones de intervención a tener presente, en el pabellón de aulas del Nivel de Secundaria de la I.E.P.S. “Sagrado Corazón”?

En principio, la I.E.P.S. "Sagrado Corazón" necesita un Plan Maestro de Intervención, toda vez que la institución posee zonas antiguas y nuevas, por cuya condición, poseen diferentes criterios de intervención. Para el área antigua se debe contemplar la intervención a nivel de reforzamiento estructural, a tal nivel que se considere viable, pues no existe ningún problema en realizarlo, toda esto para el beneficio de la colectividad, pero considerando la no demolición de este patrimonio.

Algunos usuarios consideran que el Ministerio de Cultura – Zonal Loreto obstaculiza proyectos, ¿Cuál es su opinión?

En Iquitos, existen 90 inmuebles clasificados como patrimonio en la ciudad, la mayoría son de propietarios privados. El Ministerio de Cultura – Zonal Loreto, brinda asesoramiento para el mantenimiento, rigiéndonos a los criterios, que menciona el Reglamento y en virtud de lo previsto por las Naciones Unidas en la Agenda 2030 - Capítulo 5: Objetivos del Desarrollo Económico Sostenible, en el cual existen interrogativas que establecen cómo se puede intervenir determinados lugares.

En el Ministerio de Cultura, somos promotores - en el sentido de poder ser aliados con municipios y GOREL, para que se pueda intervenir, ejemplo: en la gestión anterior tuvo propuestas para intervenir los colegios: Sagrado Corazón y Sargento Lores, lamentablemente desconocemos, la causa por la cual quedó pendiente, se activó el proyecto, se coordinó con varios arquitectos, se expuso la posición del Ministerio de Cultura, pero en un momento se paralizó.

Existe una mala interpretación de parte del usuario que el Ministerio de Cultura entorpece acciones de intervención física en monumentos, lo cual no es cierto, nosotros asesoramos para que las intervenciones sean las adecuadas y debidas.

¿Cuál es el valor que posee el pabellón de aulas del Nivel de Secundaria del colegio "Sagrado Corazón"?

El Sagrado Corazón tiene una riqueza arquitectónica: el piso, alfeizer poseen mosaicos, entre otros. Inició su construcción en la época cauchera; algunas de sus construcciones se fueron realizando en diferentes épocas, pero mantuvo la unidad arquitectónica. Cuando realizó la ampliación del módulo para la Sección Primaria, se sugirió, trabajar una propuesta de fachada que no rompa el entorno inmediato de la institución, por eso se tiene la fachada que se observa. Por ello, consideramos que el reforzamiento se debe realizar de manera articulada entre el Ministerio de Cultura y el responsable de su ejecución.

¿Qué penalidades existen para quien realiza cambios o daños a un patrimonio como el Sagrado Corazón?

Existen penalidades de acuerdo a los daños ocasionados en una zona arquitectónica monumental; ésta es monetaria e incluye el resarcimiento y restitución de todo lo afectado.

Colegio de Arquitectos del Perú- Consejo Departamental de Loreto

¿Cuál es su opinión en cuanto al Informe N° 025-2019-VI-JBLT de fecha 8 de julio de 2019, de INDECI sobre la I.E.P.S. “Sagrado Corazón de Iquitos?”

El sector que ocupaban los estudiantes del nivel de Secundaria de esta Institución Educativa fue construido en la década de 1920; posee muchos años de antigüedad, tiene su valor de monumento histórico; y, no se encuentra en inminente peligro de derrumbe como se le atribuye, sino más bien, podría sufrir un incendio, por el deterioro y pérdida de aislamiento de cables y desbalance y sobre cargas en los tableros, del sistema de instalaciones eléctricas, aspecto, en el que INDECI no prestó la atención debida. En este sentido, el Colegio de Arquitectos no concuerda con las conclusiones del citado *Informe N° 025-2019-VI-JBLT* de INDECI. En la visita realizada, concluimos que dicha edificación puede ser intervenida aplicándosele un reforzamiento estructural y cambio del sistema eléctrico, para ser habitable, y recuperarlo para su uso.

¿Existe algún caso de edificación que haya sido intervenida en la región, que podría direccionar un posible reforzamiento del local del nivel de Secundaria del Colegio “Sagrado Corazón”?

En la ciudad de Yurimaguas existe una edificación considerada patrimonio cultural de la Nación, la cual es una iglesia. Esta edificación, desde su construcción sufrió los efectos de diversos sismos de variada intensidad, por lo cual presentaba fallas estructurales, poniendo en riesgo la vida de los creyentes y visitantes de dicha infraestructura religiosa. El Ministerio de Economía y Finanzas – MEF, buscando el bienestar de las personas, recomendó demoler y reconstruir esta iglesia, pero la presión social de los habitantes, quienes no deseaban dicha solución, instó a qué contrataran a un ingeniero especialista en patrimonios para realizar las mejoras respectivas; se resalta esta solución que buscó proteger la vida humana y la del patrimonio, haciendo uso de los avances tecnológicos y de la ingeniería. Actualmente, la iglesia de Yurimaguas nuevamente está habitada, se realizó el reforzamiento estructural, se realizó un trabajo con mano de obra calificada y bajo dirección técnica para efectuar cambios visibles, sin dejar de preservar la arquitectura.

¿Considera viable un reforzamiento estructural en el local de Secundaria de la I.E.P.S. “Sagrado Corazón”?

Sí, es posible realizar un reforzamiento estructural, para cuya intervención siempre se debe considerar los criterios de autenticidad y reversibilidad. La posible solución estructural debe poseer el menor impacto en la autenticidad y reversibilidad del patrimonio, es decir, buscando obtener siempre, el bienestar para las personas y el patrimonio.

En nuestra condición de tesis hemos efectuado la evaluación estructural del pabellón del nivel de secundaria de la I.E.P.S. “Sagrado Corazón”, producto de lo cual hemos encontrado que la estructuración de la edificación permite deflexiones y vibraciones debidas a la acción de caminar y a la acción por actividades rítmicas en el segundo piso. Efectuado el análisis y diseño correspondiente, estamos planteando las siguientes dos soluciones de reforzamiento estructural: un pórtico de acero

emplazado en el centro de la luz de las traveses y arriostramiento de traveses con placas de acero. De estas dos propuestas de reforzamiento presentadas en la Tesis ¿Cuál considera viable?

Las dos propuestas parecen interesantes, viables y factibles de ejecutarse, sin embargo, deberá seleccionarse la que menos afecte en autenticidad y reversibilidad. Según lo expuesto, la *propuesta del pórtico* considero que debería ser empotrado en los muros, para ello al ejecutarlo se debería extraer los mosaicos y nuevamente colocarlos en su lugar, al final solo podría visualizarse en la parte superior. En cuanto a la propuesta de las placas de acero soldadas entre rieles para arriostramiento de traveses, también considero factible, porque ésta solo afectaría visiblemente en la parte superior, que no posee mosaicos. En ambos casos, ambas propuestas permiten la consolidación estructural de la edificación de gran valor arquitectónico, y constituyen un gran aporte en la solución de esta problemática.

En nuestro medio, diversas empresas dedicadas a la construcción y funcionarios públicos, mencionan que, muchas veces, el Ministerio de Cultura y el Colegio de Arquitectos, retrasan el mejoramiento de algunos sectores al no permitir nuevas construcciones. ¿Qué opinión le merecen estos comentarios?

En Europa existen grandes construcciones antiguas, que tiene gran valor arquitectónico que sería imposible volver a obtener, por lo que tienen planes de mantenimiento y reforzamiento. Las nuevas construcciones generan grandes impactos, tanto sociales como ambientales. Nosotros no colocaremos el bienestar de un inmueble por sobre el de las personas, pero si somos quienes tenemos una visión de otra perspectiva, cuando se refiere a una edificación con valor patrimonial; y, nuestra intervención buscará el bienestar colectivo junto al bienestar del patrimonio, considerando que no siempre lo nuevo es lo mejor.

1.2. BASES TEÓRICAS

1.2.1. Control del proceso de edificación, planeamiento, construcción, administración y mantenimiento

“Uno de los requisitos más importantes que debe de cumplir un edificio es el de mantenerse estable ya que si no cumple con esto no podrá satisfacer las necesidades, todos los materiales, componentes y equipos de la edificación, así como los medios y métodos que se utilizan para su construcción, deben de ser controlados con el fin de garantizar que se cumpla con todas las especificaciones del proyecto como tal. Es muy importante tener claro que el ciclo que hace cumplir los planes trazados y lograr las metas propuestas son: planeamiento donde se establecen como se van a desarrollar las actividades previas, se toman decisiones básicas hasta el último evento antes de iniciar los trabajos, también se encontró la fase de construcción que comprende todos los trabajos que van a ser efectuados en el terreno y que culmina con la entrega definitiva”. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“Según Quintero, Solano y Pandales (2013), *“La función del control en la construcción, que en los aspectos de orden técnico busca garantizar la calidad de las obras, no concluye con la entrega definitiva”* (Puyana, 1986)”. La calidad durante el proceso de edificación, incluyendo la ejecución de obra se debe proyectar a la etapa de servicio, ya que el edificio debe de mantener no solo buen aspecto, sino fundamentalmente, satisfacer las necesidades y todas las expectativas de los usuarios durante el periodo de su vida útil; por eso es tan importante tener un control durante las etapas de planteamiento y construcción, y llevar a cabo un mantenimiento durante el periodo de servicio, este mantenimiento consiste en un conjunto de labores de aseo, higiene, renovación y reconstrucción los cuales deben efectuarse para que conserven o restablezcan al máximo las condiciones de apariencia del edificio. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“El uso de la infraestructura inevitablemente genera un desgaste, ésta va acompañada del envejecimiento y va relacionada inclusive con la calidad del proyecto inicial, el uso de materiales apropiados, la mano de obra y dirección técnica idónea y el cumplimiento de las especificaciones técnicas de diseño durante la ejecución, así como de un control y supervisión, efectivos. Al concluirse la construcción todos tienden a pensar que cesa la inversión en ella, sin embargo, ésta requerirá siempre de un mantenimiento para asegurar el adecuado desempeño durante toda su vida útil. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“Una edificación debe llegar al cumplimiento de su vida útil, garantizando la seguridad y el confort para sus ocupantes. Los daños y colapsos de las edificaciones se deben, generalmente a la falta de control de calidad en la construcción y a una ineficaz o ausencia de supervisión técnica. Durante la vida útil de una edificación se van a presentar daños, unos leves, moderados y otros severos, dependiendo la causa que los genere, los cuales deben de ser reparados tratando de minimizar la vulnerabilidad del edificio. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)” (Mendoza y Santillán, 2022).

“Para realizar un plan de mantenimiento se toman aspectos de mantenimiento preventivo y correctivo, y el costo de oportunidad para aplicar cada uno con el propósito de seleccionar el método menos costoso para atender las necesidades de cada edificio. La ley Sitter señala que el mantenimiento correctivo puede llegar a ser cinco veces más costoso que el mantenimiento preventivo (Do Lago, 1997)” (Camacho, 2009). “El administrador de edificios debe sopesar la cantidad de mantenimiento preventivo y correctivo brindada, porque, si bien es cierto, el costo de reparar anticipadamente una falla es menor, el gasto incurrido en la inversión de trabajar preventivamente puede llegar a ser mayor a operar correctivamente (Matulionis & Freitag, 1990)” (Camacho 2009). “Para llevar a cabo un sistema de planificación se debe crear los procedimientos y herramientas necesarios para medir el comportamiento de un edificio. Para ello se requiere de inspecciones periódicas, y a partir de ellas realizar las intervenciones requeridas (reparaciones, sustituciones, renovaciones y limpieza). Es

importante que independientemente, de si una intervención se haya planificado o no, ésta se registre en una base de datos, para así generar registros históricos de mantenimiento. Si éstos se llevan a cabo, a futuro se podrán obtener índices de la cantidad de bienes y servicios demandados por cada edificio para cubrir sus necesidades de conservación, así poder estimar la cantidad y monto requeridos para dar mantenimiento a las edificaciones”. (Camacho, 2009). (Mendoza y Santillán, 2022)

“Un plan de mantenimiento (preventivo/correctivo) provee beneficios tanto a los usuarios del edificio como al encargado de administrar el mantenimiento, pues busca minimizar las fallas prematuras de los elementos componentes de un edificio, también anticipar que estas fallas se den y poder atenderlas a tiempo” (Camacho, 2009). Para lograr el diseño del plan de mantenimiento se necesita una revisión documental para proveer de base teórica y técnica a los procedimientos y herramientas generados en otros planes de mantenimiento de infraestructura similar; debe realizarse entrevistas con el personal involucrado en el mantenimiento de los edificios. También se necesita aplicar entrevistas al personal de mantenimiento de otras instituciones públicas y privadas y organizaciones dedicadas al rubro de mantenimiento y conservación de obras civiles si los hubiera. Para adaptar el plan de mantenimiento a los edificios públicos de toda una ciudad o región, se debe evaluar desde los proyectos, los procesos constructivos, la antigüedad, el servicio que presta la edificación; y, el método de operar de una muestra de edificios para proyectar a la población, los deterioros y fallas más comunes para la tipología de edificios de la muestra, tomando como base un edificio patrón.

En el caso específico de haberse realizado trabajos de mantenimiento preventivo anteriores, se evalúa el Proceso de Ejecución Técnica del Servicio, y a partir de la evaluación y de una revisión documental, se elabora una matriz de guías de ciclos de mantenimiento preventivo; asimismo, para la obtención de registros históricos de mantenimiento, se crea una herramienta para registrar los reportes de mantenimiento de cada edificio y puedan ser consultados de forma ágil y automatizada (Camacho, 2009). “Las herramientas para planificar el mantenimiento están integradas

en un sistema gestor de base de datos. Para la realización de este proyecto se utiliza Microsoft Access. Éste permite realizar consultas automatizadas de los reportes de mantenimiento y crear informes. Para recopilar la información de las actividades de mantenimiento se elaboraron dos tipos de formularios: uno para inspecciones y otro para intervenciones. Para que el plan de mantenimiento pueda ser funcional se deben integrar todos los procedimientos y herramientas de planificación como lo son las guías de ciclos de mantenimiento, inspecciones periódicas a los elementos de un edificio y realizar intervenciones como resultado de un reporte de alguna inspección. A su vez, estos reportes quedarán registrados en la base de datos para consultas posteriores” (Camacho, 2009)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“A la hora de realizar una inspección en una edificación se deben de identificar bien cuáles pueden ser las probables causas por las que se degrada dicha edificación, las cuales pueden ser: problemas propios de la construcción, acciones externas, el terreno, las condiciones climáticas, desarrollo constructivo, el material u otra causa; y justamente, es por eso que es muy importante determinar bien cuál es el origen del deterioro para adoptar bien la solución adecuada. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)” (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.2. Seguridad y evaluación de la seguridad en los edificios

“La seguridad de un edificio se alcanza cuando es realmente capaz de soportar, sin el mínimo deterioro y de forma estable, el conjunto de acciones a que se ve sometido por los usos para los que ha sido construido y por los efectos del medio físico en que se ubica durante un tiempo de vida cuya duración depende de los criterios vigentes en cada sociedad y momento histórico concreto (García, 2014)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“El conocimiento que aporta la Ingeniería de Materiales y diversos trabajos de investigación sobre la durabilidad del concreto y las acciones degradantes a los que está expuesto durante su vida, permiten realizar evaluaciones

teóricas sobre el grado de seguridad de un edificio, a través de ensayos de capacidad resistente de los materiales y del cálculo de la rigidez y flexibilidad de la estructura integral; asimismo, del establecimiento de la geometría de los elementos estructurales y sus dimensiones mínimas resistentes a la fecha de su evaluación. La evaluación puede realizarse a partir del modelamiento estructural, utilizando métodos de cálculo actuales que arrojan resultados lo suficientemente aproximados al comportamiento real de la estructura. De esta forma, es posible acercarse al conocimiento de las acciones admisibles en ésta transcurrido un periodo de su uso y, emitir opinión sobre su capacidad (suficiencia) o incapacidad para soportar las cargas a las que está sometida y las acciones ambientales degradantes del entorno. (García, 2014)". (Mendoza y Santillán, 2022)

"El desarrollo del proyecto de edificación, su estudio definitivo de ingeniería y la ejecución permiten suponer la seguridad del edificio con suficiente garantía a pesar de que la generalidad de valores son estimados tanto en la calidad de materiales usados, como en las acciones previsibles, resistencias de rotura, módulo elástico, módulo de corte y deformaciones, están evaluadas en base a porcentajes probabilísticas que no suponen la certeza absoluta; sin embargo, en el proceso de diseño estructural, la mayoración de las acciones, minoraciones de resistencia y otros recursos, permiten establecer grados de seguridad cuya validez y eficacia muestra la práctica ingenieril; no obstante, muy poco, la ingeniería ha evaluado el comportamiento de las edificaciones durante o más allá de su vida útil estimada (García, 2014)". (Mendoza y Santillán, 2022)

"Para la evaluación de edificaciones de concreto armado antiguas habría que aplicar técnicas y ensayos especiales tan pronto haya pasado algún evento o incidente causante o agravante de deterioro como el caso de incendios, en base a casuística de la ingeniería de conservación y mantenimiento de obras civiles. "El procedimiento más eficaz para la evaluación de elementos parciales es el sometimiento de los mismos a pruebas de carga, lo que no es factible como aplicación integra sobre un edificio, dada la extensión,

diversidad y diferente grado de simultaneidad en el conjunto de acciones concurrentes". (García, 2014)". (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.3. El umbral de seguridad en los edificios

"En las actuaciones de conservación y mantenimiento sobre edificaciones antiguas se carece tanto de la referencia a una normativa como de una clasificación normalizada de sus elementos estructurales y no estructurales según sus características técnicas y conservación de sus propiedades físicas y mecánicas a lo largo de su vida útil. García (2014), para el caso español establece, tres escalones en la clasificación de las edificaciones según la época en que se construyeron:

- Conforme a un tiempo sin normativas. Las estructuras anteriores al siglo XIX no responden a métodos de cálculo sino a procedimientos empíricos.
- Conforme a normativas derogadas.
- Conforme a la normativa vigente. Los valores de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, las solicitaciones y la capacidad resistente y de deformaciones establecidos se basan en consideraciones probabilísticas. (García, 2014)". (Mendoza y Santillán, 2022)

"García (2014) clasifica el *nivel de seguridad* que puede alcanzar cada edificación, de acuerdo a su estado físico de conservación hasta en cuatro estados: de confianza, precariedad, peligro y de ruina física". (Mendoza y Santillán, 2022).

"- **Estado de confianza:** No se aprecian situaciones de riesgo en la edificación. (García, 2014)". (Mendoza y Santillán, 2022)

"- **Estado de precariedad:** Se detectan carencias en la edificación que disminuyen las garantías de seguridad por debajo del nivel considerado como adecuado, pero sin poner en peligro su estabilidad y habitabilidad al no descender a índices críticos. (García, 2014). (Mendoza y Santillán, 2022)

"- **Estado de peligro:** La edificación no puede soportar las acciones a que puede verse sometida en su utilización normal, tales como sobrecargas de uso o acciones naturales previsibles como viento y nieve. Así mismo, esta

calificación es aplicable cuando la estructura o la parte considerada ofrece daños tales como roturas, deformaciones extremas o desarticulaciones, niveles visibles de corrosión del acero y carbonatación del concreto que ya no es posible aplicar los procedimientos de cálculo para investigar su capacidad resultante, manteniéndose en pie la edificación mediante una indeterminada redistribución de cargas en sus elementos, ya sean estructurales o no. (García, 2014)". (Mendoza y Santillán, 2022)

“- **Estado de ruina física:** “El edificio original pierde su identidad como tal, debido a la reconversión total o parcial de su construcción en un conjunto de elementos residuales inútiles para el uso originario. Se puede llegar a este estado por diversas formas degenerativas que comprenden desde una deformación paulatina de la construcción hasta sus últimas consecuencias, hasta el derrumbe fortuito” (García, 2014). Esta clasificación atiende al estado físico de las edificaciones, dejando a un lado otros términos por los que se puede alcanzar lo que se denomina “Declaración del Estado Ruinoso”. Esta declaración, de carácter administrativo, se obtiene cuando los daños en la edificación adquieren cierta relevancia conforme a unos límites establecidos en normativa de acuerdo a parámetros técnicos, económicos o urbanísticos. (García, 2014)". (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.4. La Seguridad y vida de la edificación

“El sistema estructural de los edificios se ve afectado tanto por los procesos naturales de metamorfosis que se producen en sus materiales como por el uso a que se destinan. “Inciden en su periodo de vida el nivel de calidad de los materiales, las técnicas de puesta en obra, los sistemas constructivos adoptados y la intensidad de ocupación y uso. La vida efectiva de la edificación resulta un factor más determinante en su nivel de seguridad que el de su edad de ejecución” (García, 2014). La aparición de deficiencias en el edificio constituye clara manifestación del fenómeno natural de agotamiento de su vida útil. (García, 2014)". (Mendoza y Santillán, 2022)

“Mediante un diagrama en el que se registre la relación entre la vida efectiva y el estado de conservación de un edificio se obtiene una línea descendente

que indica una situación de declive acorde con el paso del tiempo. “El último tramo de esta curva se corresponde con lo que denominábamos ruina física. La adopción de medidas provisionales o definitivas puede evitar una evolución traumática de este proceso natural, pero no puede detenerlo”. (García, 2014). La acción de los agentes degradantes: el fuego, el agua, el viento, la exposición a la contaminación ambiental urbana, los insectos xilófagos, las explosiones, etc. puede agudizar la curvatura o introducir saltos en este diagrama, acortando la vida útil de la edificación (García, 2014). “La aparición de deficiencias no achacables a un proceso de envejecimiento requiere la adopción de medidas con diverso carácter de urgencia según la magnitud del daño causado. En casos extremos, esta intervención puede resultar inútil para recuperar la habitabilidad del inmueble”. (García, 2014). Aunque el nivel de seguridad pudiera experimentar una reducción ante la persistencia de unos daños estabilizados, su estado no calificará de precario siempre que dicho nivel no descendiera a un índice crítico y requiera intervención técnica; sin embargo, si se comprueba la persistencia de daños degenerativos procede la aplicación de un primer paquete de medidas que detengan tal proceso o, en el peor de los casos, protejan la integridad de las personas ante una situación irreversible. (García, 2014). Luego, en caso que se optara por un proceso de reparación de los daños, se adoptará las medidas tendentes a recuperar los niveles de habitabilidad. (García, 2014)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

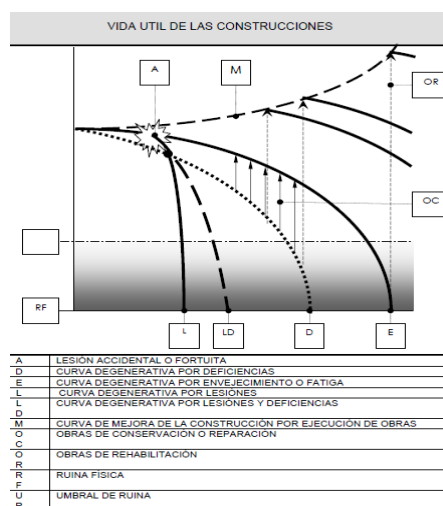


Figura 1. Vida útil de las construcciones

Fuente: Consideraciones sobre la seguridad en los edificios. (García, 2014)

1.2.5. Clasificación de las medidas de seguridad en los edificios

“García (2014), clasifica las medidas de seguridad a tomarse con relación a las condiciones de habitabilidad de una edificación, en función del grado de estabilidad que ofrece el edificio en: preventivas, restitutivas, restrictivas, aditivas:

“- Preventivas.

Cuando el edificio ofrece garantías de estabilidad, pero puede sufrir alteraciones por actuaciones internas: apeos en obras o reformas parciales, o externas: zonas de seguridad en demoliciones o excavaciones de edificios o solares próximos.” (Mendoza y Santillán, 2022)

“- Restitutivas.

Necesarias ante la aparición de daños en proceso degenerativo que sitúan al edificio en estado de peligro o ruina, ya sea en la globalidad del edificio o en alguna de sus partes o elementos estructurales. Las medidas necesarias tienden a garantizar las condiciones mínimas de seguridad: refuerzo o apeo de elementos estructurales agotados. (García, 2014)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

Atendiendo al tipo de intervención que requieren: restrictivas, aditivas.

“- Restrictivas.

Cuando implican la supresión o condena de determinados espacios o instalaciones que no reúnen las condiciones de servicio o suponen un peligro ante la existencia de daños: estancias con forjados de piso cedidos, canalizaciones de agua ante la presencia de socavaciones, etc. (García, 2014)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“- Aditivas

Suponen la instalación de elementos complementarios o supletorios de los deficitarios: sistemas de apeo y refuerzo. (García, 2014).

El técnico ante las medidas de seguridad La panorámica de las decisiones a tomar por el técnico en una edificación dañada varía en función de una serie de factores que condicionan la eficacia y puesta en marcha de las medidas de seguridad”: tiempo necesario de ejecución; dificultad de puesta en obra; disponibilidad de personal y medios; nivel de ocupación del edificio afectado; costes de ejecución”. (García, 2014). (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.6. Situaciones frecuentes de atención en la gestión de la seguridad de los edificios

Según (García, 2014), las **situaciones más frecuentes** de atención o actuación en la gestión de la seguridad de los edificios a afrontar son: Actuaciones de emergencia, actuaciones para obras de reparación, actuaciones de mantenimiento sin previsión futura, y actuaciones para demolición. (Mendoza y Santillán, 2022)

“Actuaciones de emergencia: Son aquellas en las que el objetivo prioritario es resolver, en el menor tiempo posible, una situación de peligro surgida de improviso para el técnico. La situación requiere adoptar las medidas perentorias que eliminen o palien el peligro existente de la forma más rápida. Ante ello se presenta como objetivo secundario el mantenimiento de la habitabilidad del edificio. Este segundo objetivo podrá tenerse en cuenta en la medida en que no demore excesivamente la realización de las medidas de seguridad de urgencia tanto en su puesta en marcha como en su realización, aún a costa de hipotecar la acción futura con procesos más complicados o costosos. Esta jerarquía de objetivos debe prevalecer sobre consideraciones de costes o demoras en las decisiones que prolonguen la amenaza de un hundimiento”. (García, 2014)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“En las actuaciones de emergencia han de tenerse en cuenta, en primer lugar, los riesgos de ocupación durante el tiempo previsto para la adopción de las medidas de seguridad proyectadas, por lo que se decidirá sobre la necesidad o no de desalojar el edificio en la zona en peligro o en su totalidad, requiriendo la presencia inmediata de la autoridad que lo ocupa (sólo si fuera Institución Pública); e incluso, si fuera preciso, el auxilio del Servicio de Bomberos, funcionarios de los gobiernos locales, fuerza pública, defensa civil, , y representantes de la Fiscalía de la Nación y el Poder Judicial. (García, 2014)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“Una vez que se decide actuar, hay que reconocer y marcar las circulaciones dentro del edificio afectado, advirtiendo de forma expresa las zonas de peligro o cerradas al paso tanto para operarios como para los ocupantes del

inmueble. Se deben trazar las áreas de influencia sobre los edificios y vías colindantes advirtiendo de ello a los vecinos o, en su caso, a las autoridades municipales”. (García, 2014). (Mendoza y Santillán, 2022)

“En estas situaciones debe vigilarse escrupulosamente el cumplimiento de las medidas de seguridad referidas al personal y a las instalaciones de obra. La maquinaria a emplear - grúas con canastilla, plataformas elevadoras, palas de brazo largo, etc.- se selecciona en función de las posibilidades de acercamiento y permanencia en el edificio dañado sin peligro para los operarios. Si se instala un sistema de apeo se debe recurrir a elementos ligeros y de puesta en obra inmediata”. (García, 2014)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“Actuaciones para obras de reparación. Es, quizás, el tipo de actuación más habitual en la mayoría de las obras en edificios antiguos. Las obras de reparación estructural requieren la adopción de medidas de seguridad previas. El proceso y tipo de medidas de seguridad previsibles se encuentran indisolublemente ligadas al proceso concreto de reparación, sin entorpecerlo físicamente y adecuándose a sus fases en el tiempo. El sistema de medidas de seguridad debe contemplarse en este caso con ahorro de medios y materiales, adoptando el más económico. No obstante, su carácter secundario respecto al objetivo primario de reparación del edificio no debe ir en detrimento de su eficacia, ni subestimar su necesidad. Este hecho, por desgracia frecuente a la vez que temerario, conduce a convertir las medidas de seguridad en un mero decorado que no resiste el menor análisis técnico”. (García, 2014)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“Para este tipo de actuación es obligatorio formular básicamente un Plan de Mantenimiento y un Manual de Recuperación de los materiales para elementos de apeo. En el Plan es necesario que se describa y coordine, en todas las fases de la obra, las medidas de seguridad adoptadas con las obras de reparación previstas. Los procesos de montaje y desmontaje de apeos deben supeditarse en todo momento a este Plan, evitando cualquier situación intermedia de riesgo por retirada improcedente de algún elemento de apeo; asimismo, el Plan debe incluir la alternativa de adoptar directamente sistemas de refuerzo permanente. El Manual de Recuperación de los

materiales para elementos de apeo facilita la utilización de piezas recuperables en los sistemas de apeo. (García, 2014)". (Mendoza y Santillán, 2022)

“Actuaciones de mantenimiento sin previsión futura. La existencia de edificios con daños estructurales que exijan la adopción de medidas de seguridad sin que esté prevista su reparación a mediano o largo plazo se vincula normalmente a casos en que la Administración impide que sean consolidados -edificios fuera de ordenación- o aquellos en los que la propiedad ejerce su derecho a demostrar la superación del límite de conservación - tramitación de expedientes contradictorios de ruina-. Se inician entonces procesos, normalmente de varios años, durante los que es necesario garantizar la estabilidad del edificio mediante la adopción de medidas de seguridad”. (García, 2014). Estas actuaciones de mantenimiento, requieren, asimismo prever futuras actuaciones y permanente revisión de las medidas adoptadas”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“- Previsión de futuras actuaciones. “Las medidas de seguridad dependen del grado de convicción sobre el futuro definitivo del edificio – demolición o reparación -. Ha de tenerse en cuenta que la ubicación de elementos de forma que no entorpezca futuras reparaciones, ya que en ese caso habría que reubicarlo, o que ésta resulte indiferente ante una perspectiva de demolición, optando entonces por la solución más simple y económica. En el caso de actuar sobre edificios desocupados sin previsión futura de intervención, deben mantenerse las posibles vías de acceso a través de los huecos del edificio. Hay que prever la intromisión de personas ajenas a un edificio en el que, dado su estado constructivo y carencias de habitabilidad, se pudieran producir accidentes. Un método consiste en cegar los huecos de puertas, ventanas y buhardillas mediante tabiques o tabicones de fábrica, dejando siempre unas hiladas en celosía para permitir la ventilación del inmueble y un acceso permanente para efectuar las oportunas revisiones periódicas del estado del edificio”. (García, 2014)". (Mendoza y Santillán, 2022)

“Revisión de las medidas adoptadas. “Un factor fundamental es la estanqueidad del edificio a las aguas pluviales. Deben mantenerse en servicio todos los sistemas de evacuación y ha de vigilarse el buen estado de las carpinterías o de los cerramientos alternativos en los huecos de ventilación del edificio. Hay que estimar la durabilidad del apeo, tanto de sus materiales como de su mecanismo de ajuste, procurando su estabilidad ante las variaciones de temperaturas, desecaciones, humedades, etc. Finalmente, han de establecerse revisiones periódicas para proceder a los ajustes y ampliaciones necesarias”. (García, 2014).” (Mendoza y Santillán, 2022)

“Actuaciones para demolición. Las técnicas de demolición constituyen una materia extensa y variada, condicionada por el estado del edificio y su ubicación urbana. Desde las demoliciones por voladura hasta las más simples demoliciones manuales requieren una serie de medidas de seguridad que afectan a diferentes periodos de la obra” (García, 2014). En este tipo de actuación es necesario tomar en cuenta medidas de seguridad durante y posteriores a la demolición”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“- Medidas de seguridad previas

“Deben cortarse todas las acometidas de instalaciones de telefonía, gas y electricidad, manteniendo en su caso las de agua para servicio de obra durante el proceso de demolición, y preservando la de saneamiento para una futura evacuación de aguas pluviales en el solar resultante. Ha de asegurarse antes del comienzo de los trabajos el desalojo total del inmueble así como de todas aquellas zonas aledañas que pudieran resultar afectadas en función del sistema de demolición elegido. Se debe prever el proceso de hundimiento controlado, para lo que se puede recurrir a sistemas de apeo. Dichos apeos conviene realizarlos mediante piezas irrecuperables”. (García, 2014).” (Mendoza y Santillán, 2022)

“En los casos de existencia de edificaciones colindantes resulta inexcusable contemplar las previsibles consecuencias de la demolición sobre las mismas. Un estudio de las características estructurales, del estado de los elementos constructivos que pueden verse afectados se hace imprescindible

estableciendo, en función de ello, las medidas de seguridad precisas para garantizar que no se produzcan daños o que no se incrementen los existentes. Si en dichas edificaciones vecinas se detectaran previamente daños es necesario dejar constancia fehaciente de ello, en revisión de posibles reclamaciones infundadas”. (García, 2014)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“- Medidas de seguridad durante la demolición

En los procesos de demolición manual deberá ejecutarse un sistema de apeos que garantice la estabilidad de la edificación ante las cargas y sobrecargas a que se somete durante el proceso de demolición, evitando de esta manera, entre otros, los hundimientos incontrolados. (García, 2014)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“- Medidas de seguridad posteriores (García, 2014).

El terreno del solar resultante de la demolición deberá dotarse de obras de drenaje suficiente para absorber las aguas pluviales, protegiendo las bases de los cerramientos colindantes ante posibles filtraciones, restituyendo, en su caso, la acometida de la red de saneamiento. (García, 2014).

Cuando la demolición es de parte de una edificación mayor, “Desde el momento en que se elimina la edificación objeto de demolición, es preciso evaluar si se produce un incremento peligroso de la esbeltez en los elementos verticales de las construcciones vecinas. Para atajar este peligro, deben simultanearse las obras de demolición con la instalación de un sistema de apeos o refuerzos que mantenga la estabilidad de las construcciones afectadas. Un sistema de refuerzo sencillo consiste en configurar contrafuertes de fábrica con los restos macizados de los muros transversales a las edificaciones vecinas aún sin demoler”. (García, 2014)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.7. Análisis de la patología en la seguridad de los edificios

“El análisis de la patología como fase de la intervención en la seguridad de la edificación abarca un campo de casuísticas considerablemente extenso,

complejo y variado, y siendo materia de esta investigación, tópicos como carbonatación, corrosión, efectos de altas temperaturas por incendio, tiempo de exposición sin cobertura y sin mantenimiento, han sido abordados como parte del Marco Teórico, proponiéndonos en este ítem solamente a esquematizar los pasos elementales que se dan en un proceso de análisis patológico. Según García (2014), estos pasos son: Lectura de la sintomatología, elaboración de una hipótesis general, verificación de la hipótesis deducida.”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“El diagnóstico obtenido del estudio y análisis de la patología se formula el diagnóstico actualizado del estado de conservación o deterioro de la edificación, a partir del cual se debe formular el Plan de Mantenimiento”. (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.8. Acciones degradantes, daños y deterioro en las edificaciones

“Si bien el control de calidad durante el proceso de construcción de una edificación concluye con la entrega de la obra de parte del constructor, éste debe prolongarse a cuenta del propietario en la etapa de servicio, pues, ésta se degrada con el tiempo, y va sufriendo daños y deterioros a causa de una serie de factores tanto intrínsecos, propios de la calidad de la obra, como exógenos ajenos a ella, dependientes del uso y el ambiente durante su vida de servicio, a las cuales en general se les denomina acciones degradantes, y frente a las cuales se prevé acciones de mantenimiento para que el edificio conserve su apariencia, estabilidad y garantice confort y seguridad a los ocupantes”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“Puyana (1986) esquematiza el proceso de envejecimiento, su relación entre la edad y el fenómeno de la degradación física y funcional de los edificios en las figuras (2) y (3) y señala: “El mantenimiento en líneas generales consiste en el conjunto de aseo, higiene, refacción, renovación, reparación y aún de reconstrucción que deben efectuarse para conservar o restablecer al máximo las condiciones de apariencia y de confort del edificio y la adecuada

operación de sus instalaciones y equipos” (Puyana, 1986)”. (Mendoza y Santillán, 2022)



Figura 2. La calidad física y funcional de las obras.

Fuente: Control Integral de la edificación III. Administración y Mantenimiento. (Puyana, 1986) en (Mendoza y Santillán, 2022).

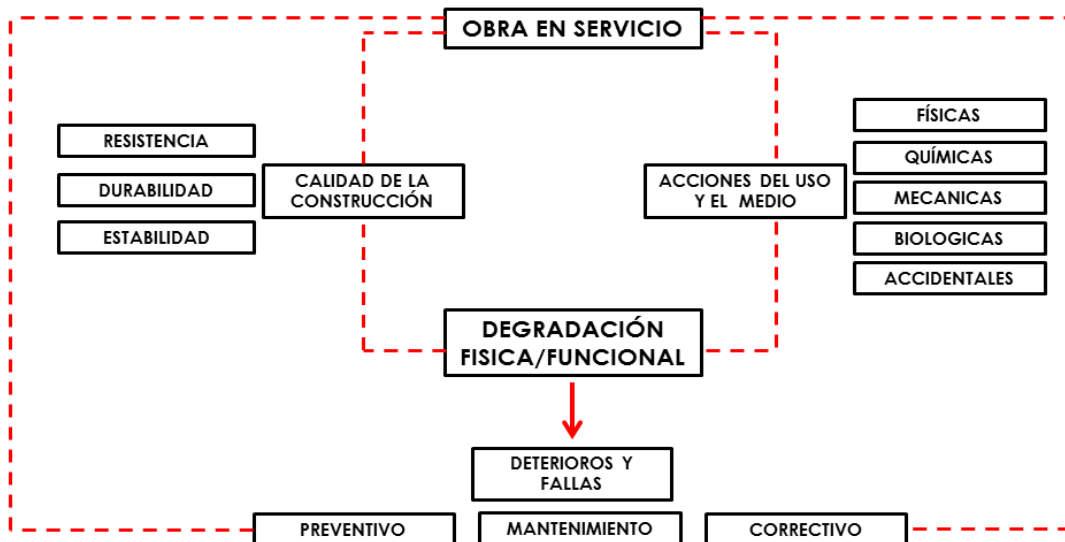


Figura 3. La degradación de las obras

Fuente: Control Integral de la edificación III. Administración y Mantenimiento. (Puyana, 1986) en (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.9. Criterios y conceptos de mantenimiento de Edificaciones

“El mantenimiento y las reparaciones son las tareas fundamentales que garantizan la prolongación de la vida útil del fondo de viviendas existentes y de las edificaciones, evitando con ello su deterioro y finalmente su destrucción. Las características del mantenimiento y de las reparaciones están en función de la tipología de la edificación en sí y están estrechamente relacionadas con la época de construcción y de los materiales que se emplearon en su ejecución. (Arencibia, 2007)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“Existen dos tipos de mantenimientos, el preventivo y el correctivo. El preventivo, como su nombre lo indica previene cualquier inconveniente que pueda ocurrir en la vida útil de las edificaciones evitando así que esta cumpla los objetivos para la cual se diseñó. El correctivo trata de corregir aquellos errores que ya presenta la edificación para así lograr extender su vida útil hasta el máximo y conservar su patrimonio arquitectónico. (Arencibia, 2007)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“Según Arencibia (2007): “El mantenimiento preventivo tiene la posibilidad de ser programado en el tiempo y, por lo tanto, evaluado económicamente. Está destinado, como su nombre indica, a la prevención, teniendo como objetivo el control " a priori " de las deficiencias y problemas que se puedan plantear en el edificio debido al uso natural del mismo. El mantenimiento corrector comprende aquellas operaciones necesarias para hacer frente a situaciones inesperadas, es decir, no previstas ni previsibles. Las reparaciones y sustituciones físicas y/o funcionales son operaciones típicas de este tipo de mantenimiento. (Loria, 2005)” (Arencibia, 2007)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“El mantenimiento comprende los trabajos de carácter preventivo o planificado que se realizan periódicamente en las edificaciones y viviendas durante su vida útil para conservar las propiedades y capacidades funcionales, subsanar las deficiencias o afectaciones que son provocadas por la acción del uso, agentes atmosféricos o su combinación, sin que sus

elementos componentes fundamentales sean objeto de modificación o sustitución parcial o total. (Tejera, 2003)” (Arencibia, 2007)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“Dentro de los trabajos que el mantenimiento comprende, pueden citarse los siguientes: pintura, arreglo de desconchados y fisuras superficiales en revoques y enlucidos, rejuntado en soladura de azotea, sustitución de tejas, impermeabilización de áreas de cubiertas, fijaciones de losas de piso o zócalo, engrase de bombas de agua o de otros motores, limpieza de tanques y cisternas, limpieza de tanques sépticos, destupición de instalaciones hidráulicas y sanitarias, colocación de zapatillas en llaves, ajustes de válvulas, ajustes de interruptores eléctricos, ajustes de puertas y ventanas, reposición de vidrios y herrajes, etc. Estos trabajos en dependencia de cuando se empleen podrán considerarse preventivos o correctivos. (Arencibia y Borroto, 2005)” (Arencibia, 2007)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“Se puede plantear que las correcciones serán más durables, más efectivas, más fáciles de ejecutar y mucho más económicas, cuanto antes son ejecutadas, para esto se dividen las etapas de construcción y de uso en cuatro períodos. Estos períodos se corresponden con el de diseño, el de ejecución propiamente dicha, el del mantenimiento preventivo efectuado antes de los tres primeros años, y el del mantenimiento correctivo efectuado posterior al surgimiento de los problemas. (Do Lago, 1997)” (Arencibia, 2007)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“Do Lago (1997) en Arencibia (2007) indica: Una interpretación adecuada de cada uno de estos períodos puede ser la que se muestra a continuación:

“– Proyecto: Toda medida a nivel de diseño con el objetivo de aumentar la protección y durabilidad de la estructura, por ejemplo, aumentar el espesor del recubrimiento del refuerzo, reducir la relación agua-cemento del concreto, especificar tratamientos protectores superficiales, etc. (Do Lago, 1997)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“– Ejecución: Toda medida fuera del proyecto, tomada durante la ejecución propiamente dicha, incluyendo en ese mismo período la obra recién

construida, implica un costo cinco veces superior al costo que se hubiese ocasionado si esta medida hubiera sido tomada a nivel de diseño, para lograr el mismo grado de protección y durabilidad de la estructura. (Do Lago, 1997)” (Mendoza y Santillán, 2022)

“– Mantenimiento Preventivo: Toda medida tomada con antelación y previsión, durante el período de uso y mantenimiento de la estructura. Como ejemplo puede ser citado la eliminación del moho ácido y la limpieza de la fachada, resanes y remedios de las superficies expuestas, pinturas con barnices hidrofugantes, renovación y construcción de botaguas, goteras, pretilos y otras medidas de protección. (Do Lago, 1997)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“– Mantenimiento Correctivo: Corresponde a los trabajos de diagnóstico, pronóstico, reparación y protección de las estructuras que ya presentan manifestaciones patológicas, o sea corrección de problemas evidentes. (Do Lago, 1997)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Para Arencibia y Borroto (2005) el mantenimiento no es más que los trabajos que se deben realizar de forma cíclica, sus tareas deben tener como objetivos la conservación física y funcional de un edificio a lo largo de su vida útil. Estos trabajos de mantenimiento pueden clasificarse en preventivos y correctivos según el momento en que se aplican. El mantenimiento se lleva a cabo realizando una serie de tareas como son: pintura, limpieza de tanques e instalaciones hidráulicas entre otras”. (Arencibia, 2007)” (Mendoza y Santillán, 2022).

“Para Cadena (2015): “El mantenimiento consiste en prevenir fallas en un proceso continuo, principiando en la etapa inicial de todo proyecto y asegurando la disponibilidad planificada a un nivel de calidad dado, al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía, uso y, de las normas de seguridad y medio ambiente aplicables” (Cadena, 2015)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Bajo un enfoque técnico, económico y social, la acepción más entendida sobre el concepto de Mantenimiento en general, corresponde y aplica "al conjunto de actividades desarrolladas con el fin de conservar las

propiedades o bienes; donde se incluyen: inmuebles, instalaciones, máquinas, equipos, sistemas, herramientas, componentes y accesorios en condiciones óptimas para su funcionamiento en condiciones de seguridad, de máxima eficiencia y economía, previendo daños y/o reparándolos oportunamente cuando éstos ya se hubiesen producido. (Cadena, 2015)". (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.10. Acciones degradantes de deterioro y mantenimiento a seguir

Las causas más comunes que dan lugar a deterioros en la infraestructura; y, los tipos de mantenimiento correspondientes, se presentan, en la tabla 1 y tabla 2, siguientes:

Tabla 1. Causas comunes de deterioros.

Mala ejecución de obras o siniestros	Uso cotidiano	Mal uso
1. Inadecuado procedimiento constructivo. 2. Utilización de materiales de mala calidad. 3. Utilización de mano de obra no calificada. 4. Por fenómenos de naturaleza: <ul style="list-style-type: none"> • Vendavales • Terremotos • Inundaciones • Deslizamientos • Avalanchas 	Uso: extremar medidas para limitar al máximo la incidencia de las instalaciones minimizando: <ul style="list-style-type: none"> • Consumo energético • Reduciendo el gasto • Generación de residuos • Producción de contaminación Conservación: Es la resistencia de los edificios al paso del tiempo y al uso, dadas por las condiciones de sus materiales alargando la vida útil mediante un adecuado uso de él. Mantenimiento: Dirigido a prever y asegurar el funcionamiento normal.	<ul style="list-style-type: none"> • Vandalismo • Intervenciones sin asesoría técnica • Ausencia de mantenimiento • Cambio de uso de las instalaciones.

Fuente: Manual de uso, conservación y mantenimiento de los colegios de la Secretaría de Educación Distrital. En (Quintero, Solano y Pandales, 2013). (Mendoza y Santillán, 2022).

Tabla 2. Mantenimiento

Recurrente	Preventivo	Correctivo	Predictivo	Obras de emergencia de alto riesgo y contingencia
<p>Son todos los procesos o trabajos rutinarios de limpieza y aseo que deben ser revisados:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Pisos -Muros -Baños -Vidrios -Carpintería metálica de todas las áreas de la planta física 	<p>Tiene que ver con los procesos de conservación de las edificaciones, se realiza mediante un programa de inspección, reparación y de verificación del estado en cuanto a:</p> <ul style="list-style-type: none"> Instalaciones eléctricas -Instalaciones Hidrosanitarias -Mantenimiento de cubiertas -Impermeabilizaciones -Filtraciones -Canales y bajantes -Enchapes -Pinturas -Vidrios -Lámparas y bombillas -Zonas verdes -Áreas exteriores 	<p>Hace referencia a las reparaciones ocasionadas por deficiencias en los materiales o en los sistemas constructivos</p>	<p>Corresponde a todos los procesos que se realizan mediante inspecciones periódicas, con reemplazo de partes y elementos antes de que se presenten deterioro o falten:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Bombas de presión -Tanques de reserva -Antenas -Instalaciones especiales -Pararrayos -Extintores 	<p>Se da cuando se presentan hechos que no se hayan podido prever en el plan de mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Caída de un muro: donde es necesario la evacuación o traslado inmediato de los alumnos de un colegio a un lugar de tránsito.

Fuente: Manual de uso, conservación y mantenimiento de los colegios de la Secretaría de Educación Distrital. En (Quintero, Solano y Pandales, 2013). (Mendoza y Santillán, 2022).

El conocimiento de las etapas del proceso de construcción de una infraestructura permite identificar cuál de ellas es la que más influye en su deterioro o siniestro; sin embargo, muchos investigadores han concluido de que los fallos se pueden dar en estos cuatro grupos: proyecto, materiales, ejecución, uso y mantenimiento (Quintero, Solano, Pandales, 2013). Ver Tabla 3. (Mendoza y Santillán, 2022).

Tabla 3. Fallos posibles en el proceso de construcción de infraestructura

PROYECTO	MATERIALES	EJECUCIÓN	USO Y MANTENIMIENTO
Ausencia de cálculos: -Concepción -Evaluación de acciones -Cálculo de esfuerzos -Errores e imprecisiones en la normatividad -Dimensionamiento -Deformaciones Excesivas -Detalles constructivos	Asentamientos -Retracción -Resistencias	-Encofrado -Recubrimiento -Montaje -Junta	-Agresión medio ambiental -Cambios de uso -Actuación de acciones accidentales -Ataques

Fuente: Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado. En (Quintero, Solano y Pandales, 2013). (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.10.1. Clasificación de las acciones degradantes

(Mendoza y Santillán (2022) señala que estas acciones como causas del deterioro, pueden ser agrupadas según: acciones físicas, químicas, mecánicas, biológicas y accidentales:

1.2.10.1.1. Acciones físicas

Tabla 4. Acciones físicas

EL AGUA	EL SOL	EL VIENTO	LA TEMPERATURA
Causa deterioro, acorta la vida útil. Afectan materiales y componentes. Agente destructivo por efectos de: Capilaridad en el interior de muros o a través de pisos. Absorción de la lluvia por los materiales expuestos a la interperie. Filtraciones en cubiertas, ya sea por gotereo de canaletas o cañerías averiadas o con uniones deficientes. Los problemas se agravan: El agua es a presión (una simple avería en la red puede	Afectan notablemente ciertos materiales sensibles a la exposición directa de sus rayos. Ejemplo: El sol es un factor físico que motiva acciones químicas causantes de fisuras, quiebres o alabeos. Afecta las tinturas y pigmentos, causando decoloración y desperfectos. Pueden sufrir efectos de	El viento puede motivar efectos de abrasión en los materiales expuestos, produciendo deterioros en aquellos sensibles. Tales efectos dependen, por una parte, de las condiciones intrínsecas del material, de su durabilidad y resistencia al desgaste y por la otra, de la frecuencia e intensidad de la	Los cambios de temperatura, generan deterioros físicos como las fisuras o cambios químicos en su estructura como, por ejemplo: la cristalización. En la localidad donde se dan muy bajas temperaturas, el ciclo de congelación – deshielo produce

<p>producir daños muy considerables).</p> <p>Las aguas negras se potencializan por el contenido de altas sustancias que generan malos olores, desagradable aspecto y focos infecciosos.</p> <p>Los efectos físicos de la abrasión hidráulica se potencializan al combinarse con sustancias químicas como los álcalis o ácidos, contenidas en el medio ambiente y/o en los mismos materiales.</p>	<p>desechamiento como los plásticos, masillas o mantos de impermeabilización, que al fisurarse permiten el paso del agua en forma de humedad, gotas o chorros.</p>	<p>acción abrasiva a la cual están sometidos. Mientras ciertos materiales como los metales, son prácticamente inalterables a la abrasión por el viento, otros como por ejemplo: los revestimientos de mortero pueden resultar susceptibles y erosionarse, muy particularmente cuando su acción se combina con la lluvia y/o la arena.</p>	<p>efectos destructivos al expandirse el agua dentro de las fisuras o poros de los materiales donde se haya depositado, como en el concreto, constituyendo un importante fenómeno en la patología de este material.</p>
--	--	---	---

Fuente: Control Integral de la edificación III. Administración y Mantenimiento. (Puyana, 1986) en (Quintero, Solano y Pandales, 2013). (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.10.1.2. Acciones químicas

“En Quintero, Solano y Pandales (2013), Puyana (1986), con relación a las acciones degradantes del tipo químicas indica que éstas: “Constituyen fuente de daños progresivos que se agravan gradualmente si no se suspenden las causas que les dieron origen y las circunstancias que mantienen vigentes tales procesos.

Los gases ácidos de la atmósfera en los centros urbanos y el agua al actuar como solventes de ciertas sustancias, constituyen causas primordiales de un gran conjunto de deterioros motivados por el fenómeno de la oxidación que ocurre en virtud de la tendencia de los materiales metálicos particularmente, a volver a su estado natural estable, tomando para ello oxígeno del agua, de la lluvia, de la atmosfera, del suelo o de cualquier otro material hidráulico con el cual esté en contacto.

Los procesos de oxidación pueden también ser de origen electroquímico, los cuales se generan cuando dos metales diferentes se encuentran en contacto directo en presencia de la humedad del ambiente, de la lluvia o de otras sustancias contenidas en el polvo depositado en sus superficies, con ello el material más electronegativo se corroe y se va disolviendo paulatinamente hasta desaparecer en el área afectada por tal fenómeno”. (Puyana, 1986)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.10.1.3. Acciones mecánicas

Tabla 5. Acciones mecánicas

ACCIONES MECÁNICAS	
Conjunto de causas de diverso origen y naturaleza que motivan solicitaciones mecánicas como esfuerzos simples o combinados de compresión, tensión, tracción, flexión u otros.	
CARGAS MUERTAS / PERMANENTES	CARGAS VIVAS / VARIABLES
Las correspondientes al peso propio de la estructura y demás elementos fijos de la construcción como la mampostería, los pisos, los revestimientos o las cubiertas. Dada la simplicidad de su estimación en el cálculo y su carácter invariable, las cargas fijas no suelen presentar en condiciones normales mayores niveles de riesgo como causas directas de daño en las estructuras.	Tal caso se presenta cuando las fallas son consecuencia de solicitaciones extremas causadas por una excesiva concentración de personas y/o por un uso de la edificación muy diferente al previsto, como sería el utilizar como bodega un edificio de vivienda.
EL TERRENO	
El suelo actúa como agente de las fuerzas generadas por los movimientos del terreno como los empujes, las presiones del agua subterránea o los asentamientos que experimentan el edificio, al consolidarse bajo su propio peso, lo cual ocurre al emigrar el agua intersticial en los estratos del subsuelo, así como por eliminación de sus gases y vacíos.	
ACCIONES MECÁNICAS	
En razón directa de la magnitud de los asentamientos, cuando no son uniformes, la edificación puede experimentar deterioros de diversos tipos y grado de importancia y aún en ciertas situaciones de gravedad extrema, constituir una amenaza para su misma estabilidad. Aún sin llegar el riesgo del colapso, los desperfectos que por este motivo sufre un edificio en su apariencia y los daños producidos en sus componentes e instalaciones, podrían deteriorar hasta hacerlas nulas en la práctica, sus condiciones originales de servicio. Tal es la situación que se presenta en edificaciones, donde por efecto de asentamiento los pisos se desnivelan, los elementos frágiles como vidrios o tuberías se quiebran, las partes móviles como puertas o ventanas no abren o no ajustan, equipos como los ascensores trabajan en forma irregular y las cañerías que desaguan por gravedad no funcionan por haberse modificado las pendientes. Los asentamientos diferenciales con su secuela de desplomes, desniveles y aún de rotura de elementos, constituyen uno de los capítulos más importantes de la patología de la construcción que, en zonas donde	

El subsuelo acusa particulares condiciones de compresibilidad tiene gran importancia, no solamente en la construcción de edificios altos, si no aún en edificaciones corrientes. Por su parte los empujes del terreno sobre elementos de la cimentación como zapatas o muros de contención, también producen solicitaciones mecánicas y pueden causar daños como fisuras, grietas e inclusive volcamientos.

EL VIENTO

La presión del aire en movimiento origina tensiones que pueden motivar desórdenes en la edificación, directamente por la deformación reiterada y/o la eventual ruptura de los elementos sometidos a la acción del viento en sus efectos habituales de presión y succión e indirectamente por cuanto éste facilita el ingreso del agua de lluvia, del polvo o de sustancias agresivas de la atmósfera al interior del edificio, las cuales a su vez actúan como agentes degradantes desencadenando procesos de deterioro físicos y químicos, cuya causa primaria es el viento.

El viento junto con la nieve y el granizo como cargas de origen climático, producen esfuerzos de diversa magnitud y efectos en las edificaciones.

Así mismo las vibraciones causadas por el viento, el tráfico externo o las máquinas incorporadas, cuando son de amplitud importante, pueden producir agrietamientos por las solicitaciones mecánicas a que dan origen.

LOS SISMOS

Aunque un temblor excepcionalmente fuerte se le pueda considerar como una causa accidental, este criterio sólo sería válido para regiones de bajo o moderado riesgo sísmico, donde históricamente esta actividad telúrica haya sido excepcional o secundaria en sus manifestaciones, pero no resultaría aplicable en cambio a otras donde haya antecedentes importantes o donde potencialmente exista riesgo de esta naturaleza.

Los sismos, por clase y la intensidad de los esfuerzos que generan y combinados por las variables propias de cada caso, como el suelo, el tipo de cimentación y la geometría del edificio, produce solicitaciones mecánicas de enorme importancia que así sea ocasionalmente pueden causar efectos destructivos como características de catástrofes, cuando motivan el colapso de edificaciones o las afectan estética y funcionalmente en tal forma y medida que por simple seguridad deben demolerse.

Fuente: Control Integral de la edificación III. Administración y Mantenimiento. (Puyana, 1986).

En (Quinteros, Solano y Pandales, 2013). (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.10.1.4. Acciones biológicas

“En Quintero, Solano y Pandales (2013), Puyana (1986), con relación a las acciones degradantes del tipo biológicas indica que éstas “Aunque no se les suela dar mayor atención, algunos agentes de origen animal y vegetal afectan los componentes de las obras hechos de materiales orgánicos, como las maderas o los de tejidos naturales. Entre los agentes degradantes de origen animal se destacan los insectos xilófagos, como las termitas y las

larvas de algunos coleópteros que pueden causar efectos destructivos graves cuando atacan elementos portantes en estructuras de madera.

Las acciones degradantes de estos agentes pueden combinarse con ciertas variables haciendo más delicado el problema como en climas tropicales como humedad elevada, cuando se utilizan maderas blandas, no inmunizadas o con protección deficiente, casos en los cuales la destrucción que causan podría ser muy grande u muy rápida.

Además de los agentes de origen animal ya mencionados, los roedores en circunstancias especiales causan serios daños que pueden llegar hasta la destrucción total de elementos de madera o de otros componentes de origen orgánico como las alfombras o cortinas de lana natural.

Finalmente como agentes biológicos de origen vegetal pueden destacarse ciertos hongos que atacan las maderas produciendo su decoloración y aún la desintegración de sus tejidos, particularmente en climas tropicales.

A medida que la humedad y la temperatura del ambiente son mayores, favorecen la acción de los agentes destructores de la madera haciendo más necesario el control preventivo de estas acciones como la protección por inmunización o pintura y la periódica revisión de los elementos hechos con materiales orgánicos.

La inspección preventiva de estos componentes depende en buena medida de las circunstancias del medio en que se encuentran, teniendo presente que ciertos daños inclusive pueden pasar desapercibidos y progresar con el tiempo hasta hacer necesaria la renovación de un conjunto de elementos y aún la reconstrucción de una estructura.” (Puyana, 1986)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.10.1.5. Acciones accidentales

“Aunque los diversos agentes destructivos como el fuego y explosiones, salen de la clasificación de las solicitaciones mecánicas, por la accidentabilidad e imprevisión de su generación y no podrían ser atribuibles

al diseñador o constructor, pero no dejan de significar grandes acciones mecánicas, y dependiendo del tipo y magnitud sus efectos son demoledores como las explosiones o de naturaleza diferente según la intensidad del calor y el tiempo de exposición al fuego.” (Mendoza y Santillán, 2022)

Ver a continuación la Tabla 6.

Tabla 6. Acciones accidentales

ACCIONES ACCIDENTALES
<p>Independientemente de su naturaleza, un último grupo de agentes de deterioro y destrucción de las edificaciones son originados en accidentes y no pueden por tanto ser imputables al uso, al medio físico o al ambiente. Entre tales causas que si bien son de carácter excepcional tienen de ordinario efectos sumamente destructivos por su potencia devastadora, se destacan el fuego, los impactos por choques, las explosiones de gases o de bombas.</p>
FUEGO
<p>Los incendios constituyen una de las causas que con mayor frecuencia, ocasionan la destrucción parcial o total de los edificios.</p> <p>En razón de que desde el punto de vista práctico resultaría inconcebible un control preventivo del fuego al utilizar únicamente materiales incombustibles y/o eliminar los riesgos de ignición suprimiendo los múltiples elementos y equipos que puedan darle origen; éste control debe hacerse a nivel de planeamiento, diseñando los medios de evacuación y especificando los materiales que impiden a las llamas propagarse rápidamente a otras zonas y durante la construcción, vigilando la calidad de los materiales y la ejecución de aquellas partes que justamente tienen por objeto impedir su avance.</p>
EXPLOSIONES
<p>Los impactos motivados por explosiones tienen igualmente efectos destructivos radicales e instantáneos contra los cuales, salvo en edificios muy especiales, no es lógico ni económico precaverse, pues se trata de</p>

fenómenos fortuitos y excepcionales que no obedecen a circunstancias de uso normal, ni siquiera excesivo de los edificios.

Se exceptúa lógicamente las explosiones de origen volcánico o los rayos en zonas donde estos fenómenos constituyen riesgos típicos que deben por tanto preverse.

Fuente: Control Integral de la edificación III. Administración y Mantenimiento. (Puyana, 1986) en (Quintero, Solano y Pandales, 2013). (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.10.2. Daños en la edificación

“Durante su vida útil, los edificios están expuestos a acciones degradantes que les causan daños y deterioros de naturaleza, nivel y frecuencia diferentes, los cuales alteran sus condiciones de apariencia y funcionamiento que tenían al ser entregados al servicio; y para corregirlos, cuando se presenten, se realizan actividades de mantenimiento que varían de acuerdo con las circunstancias específicas del caso (Puyana, 1986).” (Mendoza y Santillán, 2022)

“Los daños progresivamente van tomando diferentes niveles de gravedad; y Puyana (1986) en su libro Control Integral de la edificación III Administración y Mantenimiento, los clasifica en daños: superficiales, mayores, graves y críticos.” (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.10.2.1. Daños superficiales

“Son aquellos desperfectos precoces que, generalmente, se presentan durante el periodo inicial de servicio de las edificaciones, y afectan levemente la función de un componente, en forma y medida poco significativas o apenas afectan la apariencia de un elemento siendo posibles corregirlos fácilmente mediante retoques, ajustes o arreglos simples; sin embargo, algunos de estos daños superficiales se pueden agravar si no son corregidos oportunamente, con lo cual su posterior enmienda se hace más difícil y costosa. (Puyana, 1986).” (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.10.2.2. Daños mayores

“Son desordenes ya más significativos por su tipo o magnitud que los superficiales, cuyos efectos resultan relevantes, en cuanto deterioran la apariencia o el confort de edificio haciendo necesaria su refacción o reparación. Estos daños no son generalizados y su mantenimiento no requiere conocimientos especiales para efectuarlos y tampoco representa gastos considerables; aunque, en algunos casos, pueden requerirse reparaciones importantes para enmendarlos satisfactoriamente (Puyana, 1986)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.10.2.3. Daños graves

“Son aquellos que ocasionan serios trastornos en las condiciones generales de uso, de funcionamiento y aún de seguridad del edificio o en particular de una zona, instalación, equipo o componente del mismo, causando no solamente insatisfacción en los usuarios, sino también pudiendo convertirse en fallas críticas. Estos daños, aun cuando no sean ni se conviertan fatalmente en críticos al afectar la estabilidad o seguridad del inmueble, deben corregirse sin dilatación, ya que las perturbaciones que causan menguan las condiciones de servicio a niveles intolerables y para su corrección exigen trabajos especiales a realizarse por personal idóneo, e inclusive requieren la renovación de componentes o partes dañadas que no ofrezcan las debidas garantías (Puyana, 1986)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.10.2.4. Daños críticos

“Son aquellos daños que generan el más alto nivel de riesgo al afectar en grado máximo las condiciones de uso y funcionamiento del edificio, llegando hasta poner en peligro la seguridad de las personas. Los daños críticos, deben ser atendidos en forma inmediata, exigen para su

investigación y arreglo, personal idóneo que utilice medios y métodos apropiados para determinar las causas que lo originan y enmendarlos correctamente con la debida urgencia y seguridad. (Puyana, 1986)". (Mendoza y Santillán, 2022)

“Aunque es evidente que pueda variarse esta clasificación de los daños en los edificios, lo que interesa no es designar su grado de nocividad ya que ésta siempre será subjetiva, si no relieves los puntos de su control preventivo en el diseño, la construcción y el mantenimiento, habida cuenta del relativo grado de importancia que tienen”. (Figura 4) (Puyana, 1986)". (Mendoza y Santillán, 2022)

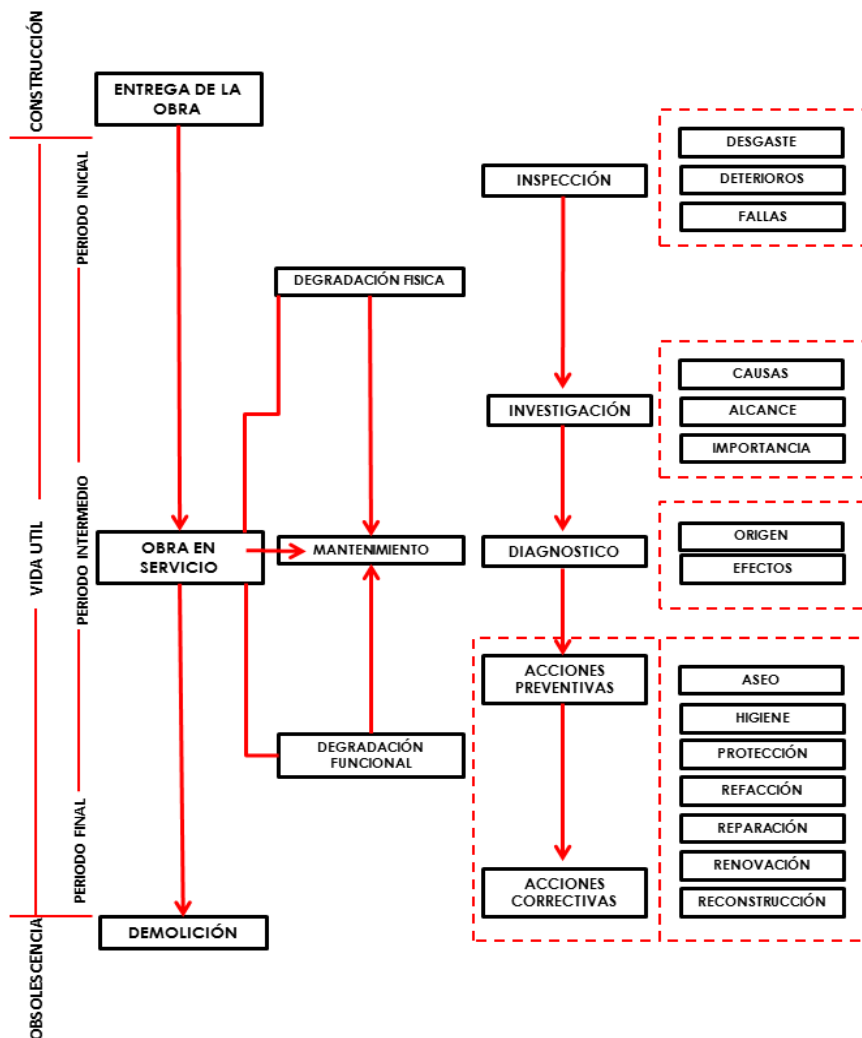


Figura 4. Proceso de mantenimiento en la construcción.

Fuente: “Control Integral de la edificación III. Administración y Mantenimiento en (Puyana, 1986) en (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.10.2.5. Fisuras y grietas

“Las fisuras y grietas constituyen un género de desperfectos muy frecuentes en la construcción, ya sea en sus manifestaciones mínimas como micro- fisuras casi imperceptibles o de mayor entidad como las grietas, que inclusive pueden aparecer durante la misma ejecución de la obra. Se producen por la acción de fuerzas externas o la combinación de esfuerzos exteriores e internos de materiales que sufren deformaciones por retracción, temperatura y por hinchamientos que a su vez son producidos por un vasto conjunto de causas como los movimientos del terreno, la acción de cargas y sobrecargas, los cambios en las dimensiones, en los contenidos de humedad, en las condiciones físicas y aún en la composición química de los materiales, como se indica en la Tabla 7. (Puyana, 1986).” (Mendoza y Santillán, 2022).

Tabla 7. Fisuras motivadas por diferentes causas.

Causa de origen de fisuras					
Movimientos	Retracción	Secamiento	Temperatura	Corrosión	Acciones mecánicas
El control					
Verificando la adecuada resistencia y rigidez.	Especiales y/o con el empleo de armaduras de acero de pequeño diámetro como las mallas electrosoldadas para absorber los esfuerzos de tracción	Evitar en lo posible fundir concreto bajo los rayos del sol, en tiempo excesivamente seco y/o con fuertes vientos	Dejar juntas de dilatación en la estructura	Obtener un óptimo grado de compacidad del concreto y un adecuado espesor de la capa de recubrimiento de las armaduras que las protejan de la acción agresiva del medio con el cual están en contacto los elementos estructurales	Compresión simple Tracción simple Torsión Flexión
Recomendaciones					
No reparar las grietas hasta no determinar su origen y haber tomado las medidas para que cese su acción.					

Fuente: Control Integral de la edificación III. Administración y Mantenimiento. (Puyana, 1986)". (Mendoza y Santillán, 2022)

1.2.10.2.6. Proceso de Carbonatación del concreto

“A pesar de la gran bondad que ofrece el concreto en las construcciones, este se ve afectado por una serie de factores tanto internos como externos, siendo los segundos la causa más común de deterioro, al generar el fenómeno natural de la carbonatación. Una consecuencia de la carbonatación es la disminución del pH del hormigón desde 13 hasta 9 después del proceso. La profundidad carbonatación y la consecuente reducción de la alcalinidad del mismo generan la despasivación del concreto, pudiendo llegar eventualmente a la profundidad de las armaduras de acero, en las mismas que con la presencia de humedad y oxígeno se producirá la corrosión del acero de refuerzo, llevando primero a la fisuración y luego al desprendimiento del recubrimiento del concreto por el empuje de las láminas de acero sub producto de la corrosión e incremento de volumen (Martínez, 2010)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Los hidróxidos de calcio, sodio y potasio, disueltos en el componente acuoso el concreto, son los responsables del elevado pH que actúa como protector del acero, y es cuando el CO₂ penetra en el concreto que se produce una reacción entre los hidróxidos de la fase líquida intersticial y los compuestos hidratados del cemento, de tal manera que cuando todo el Ca(OH)₂, Na(OH) y K(OH) presente en los poros ha sido carbonatado, el pH empieza a decrecer, dando como resultado un medio ácido que produce un constante y progresivo efecto corrosivo en el acero” (Mosqueira y Paredes, 2019)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Cuando el valor del pH llega a niveles inferiores a 9,5 la alcalinidad del concreto ya no es suficiente para mantener pasiva la capa de óxido protectora de las armaduras de acero. Esto provoca que, ante la presencia de la humedad y del oxígeno, se active la corrosión de las armaduras embebidas en el concreto (Mosqueira y Paredes, 2019)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“El concreto en estas condiciones de precariedad alcalina se conoce como “Concreto carbonatado”, que en estudios efectuados lo llaman cáncer del concreto. Las posibilidades de cantidades excesivas de la carbonatación en el concreto están en relación directa al tiempo y la profundidad. Es por ello que el espesor del recubrimiento de las armaduras de acero es un factor determinante ante estas variables (Montani, 2000) en (Mosqueira y Paredes, 2019)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Mosqueira y Paredes (2019), en su tesis doctoral indican: Se puede estimar la profundidad de carbonatación mediante la siguiente fórmula:

$$X = K \sqrt{T}$$

Donde:

X: Profundidad de carbonatación (mm).

T: Edad del elemento de estudio (años).

K: Coeficiente que depende de la humedad relativa:

$$K = 72 \left(\frac{1}{\sqrt{\frac{f'c}{10}}} \right) - 0.126$$

En diversas investigaciones se determinó que, el efecto del tiempo de exposición del concreto de $f'c=210$ kg/cm², en la profundidad de carbonatación estuvo directamente relacionada con el tiempo de exposición al CO₂, el mismo que se observó claramente en las muestras de concreto sin ningún tipo de recubrimiento (Mosqueira y Paredes, 2019). La profundidad de carbonatación en el concreto de $f'c = 210$ kg/cm² frente a la exposición de CO₂, en muestras sin recubrimiento, depende directamente de: la concentración de CO₂ en el aire; la permeabilidad, presencia de micro y macro poros en el concreto y la humedad relativa. La profundidad de carbonatación en el concreto de $f'c = 210$ kg/cm² frente a la exposición de CO₂, en muestras recubiertas con aditivo Chema Seal®, mostró un comportamiento inicial resistente; sin embargo, el concreto se tornó sensible y vulnerable a la carbonatación conforme transcurrió el

tiempo de exposición al CO₂ (Mosqueira y Paredes, 2019)". (Mendoza y Santillán, 2022).

“La resistencia a la compresión en el concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ frente a la exposición de CO₂, tanto en muestras con aditivo y sin aditivo, produjo un efecto inicial de tendencia ascendente hasta un 13%, con respecto a la resistencia de la muestra patrón (o de diseño), posteriormente las acciones a las que está sometido el concreto por la inducción a CO₂ períodos más prolongados, generan disminución de pH volviéndolo ácido. El concreto en estas condiciones de labilidad alcalina generó que el concreto pierda progresivamente su resistencia, en este sentido Mosqueira y Ramirez (2019) afirman que existe una fuerte relación entre la profundidad de carbonatación y la resistencia a la compresión del concreto, existiendo un efecto negativo, pues al aumentar la profundidad de carbonatación disminuye la resistencia a la compresión del concreto en tiempos prolongados por cada 30 días de exposición, lo que validó la hipótesis planteada. (Mosqueira y Paredes, 2019)". (Mendoza y Santillán, 2022).

“Por otro lado, al observar la variación del peso de las muestras por efecto del tiempo de exposición del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al CO₂, afirman que existe aumento de peso en las muestras en cada una de las etapas de estudio, esto se debió a las ganancias que han tenido las muestras por el CO₂ inducido, en los poros y microporos que la textura del concreto presenta. (Mosqueira y Paredes, 2019)". (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.10.2.7. Características generales de los rieles

El riel fue evolucionando en su forma y en su proceso metalúrgico de fabricación a lo largo de los años. Los rieles se fabrican de acero y en general la composición química de sus componentes es la siguiente:

Carbono: de 0,40 a 0,82 %. Con él aumenta la dureza y la resistencia al desgaste, pero también influye en la fragilidad. La gran mayoría son perlíticos.

Manganeso: de 0,60 a 1,70 %. Influye en la dureza, la resistencia al desgaste y a la tenacidad (no frágil), pero disminuye la soldabilidad.

Silicio: de 0,05 a 0,50 %. Aumenta la dureza, la resistencia al desgaste y facilita la laminación del riel.

Azufre y fósforo: menos de 0,05 %. No son deseables debido a que fragilizan el acero, pero es muy costosa su eliminación.

Para mejorar ciertas características del riel se agregan otros aleantes como Ni, Cr, Mo, V y Al. Variando estos componentes y de acuerdo con el proceso de fabricación utilizado se consiguen distintas calidades de rieles.

Con la finalidad que, soporte las cargas de servicio a lo largo de su vida útil, deben cumplir con las siguientes exigencias: alta resistencia al desgaste, a la compresión, a la tracción, a la fatiga, a la rotura; alto límite elástico y elevada dureza, buena soldabilidad, buena calidad de la banda de rodadura y elevada homogeneidad del material en los componentes.

1.2.10.2.8. Partes del riel

Según Fava y Romero (2022): “Actualmente el perfil de riel utilizado es el Vignole, que está constituido por tres partes principales, que son:

Hongo o cabeza, es la que se utiliza como superficie de rodamiento y está expuesta a las mayores sollicitaciones y sufre el desgaste. Debe tener un alto y ancho suficiente, dependiendo del calibre de cada riel.

Alma, es el elemento de espesor reducido que tiene la función de unir el hongo con el patín, asegurando la transmisión de las cargas desde el hongo al patín.

Patín, constituye la base del riel y es plana en la parte inferior, lo que permite su apoyo sobre los durmientes y debe tener un ancho suficiente, con el fin de distribuir la carga sobre los durmientes”. (Fava y Romero, 2022).

Fava y Romero (2022): En la figura siguiente se describe otras regiones del riel:

“Superficie de rodadura: Zona en la parte superior de la cabeza del riel, que se encuentra en contacto con la banda de rodadura de la rueda. En pendientes y en rieles de baja (velocidad) esta región puede variar desde 20 hasta 70 mm dependiendo del perfil de la rueda y del riel.

Región esquina de trocha: La esquina superior en lado de trocha del riel, la cual hace contacto con la región de pestaña de la rueda. Dependiendo de la geometría riel–rueda, esta región puede variar entre 15 y 25 mm.

Esquina de trocha: Es el punto en la región de esquina de trocha, con una dirección de 45° respecto de la horizontal (con o sin peralte).

Región esquina de campo: La esquina superior del lado de campo del riel.

Zona de apoyo de eclisas: La región en el fondo de la cabeza del riel, la cual hace contacto con las eclisas. Las eclisas o bridas son los elementos empleados para la unión de rieles.

Empalme cabeza/alma: Región de empalme entre las secciones de la cabeza y el alma.

Eje neutro: Distancia vertical del riel en la cual el segundo momento de área de la sección superior es el mismo que el de la sección inferior. Referido a la flexión, en este punto no hay tensión ni compresión.

Empalme alma/patín: Región de empalme entre las secciones del alma y el patín del riel.

Cima del patín: Región superior del patín, que se encuentra en contacto con las fijaciones.

Fondo del Patín: Región inferior del patín del riel, que se encuentra en contacto con los durmientes o el balasto.

Pestaña del patín: Región del borde del patín del riel”. (Fava y Romero, 2022).

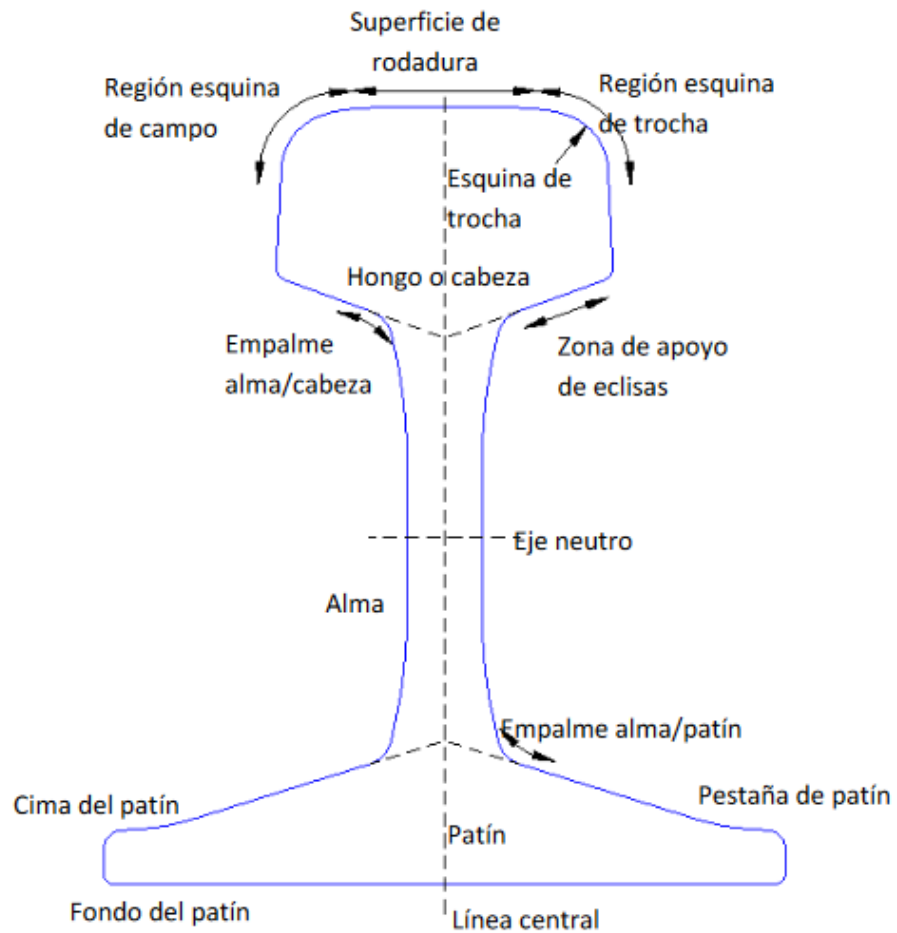


Figura 5. Ubicación de partes de un riel

1.2.10.2.9. Ensayos no destructivos en rieles

Según Alba Obrutsky en Fava y Romero (2022): “Los Ensayos no Destructivos END (castellano) Non Destructive Testing NDT (inglés) son herramientas fundamentales y esenciales para el control de calidad de materiales de ingeniería, procesos de manufactura, confiabilidad de productos en servicio y mantenimiento de sistemas, cuya falla prematura puede ser muy costosa.

Se definen como aquellos métodos de ensayo utilizados para examinar o inspeccionar un material o un sistema sin impedir la utilidad futura del mismo. Investigan específicamente la integridad material del objeto

ensayado para permitir establecer el desempeño futuro del mismo. Son de fundamental importancia para la detección, análisis y evaluación de discontinuidades, defectos y para la caracterización de materiales.” (Fava y Romero, 2022).

En ferrovías, donde el uso de los rieles es casi exclusivo, se manejan términos de defectología que son pertinentes al uso de rieles en la construcción de ese tipo de vía; asimismo, generalmente, el personal que realiza los END no es el mismo que repara o reemplaza el componente dañado. En los ensayos END, la palabra evaluar se refiere a cuantificar el daño que representa una indicación relevante.

Sin embargo, en el caso materia del presente trabajo de investigación, al haberse utilizado rieles como trabes en las losas de la edificación que nos ocupa, se considera necesario, guardando la distancia, conocerlos parcialmente y con carácter referencial los siguientes aspectos:

“Discontinuidad: Se considera como discontinuidad a: cambios en la geometría de un componente; huecos; grietas; composición inhomogénea o fuera de los parámetros de diseño; cambios en la microestructura o propiedades del material; falta de continuidad o cohesión; interrupción o variación en la estructura o configuración física normal de un material o componente”. (Fava y Romero, 2022).

Existen dos clasificaciones de discontinuidades: relevantes y no relevantes.

“- Discontinuidades relevantes: son aquellas que por alguna de sus características (longitud, diámetro, ubicación, forma, etc.) deben ser interpretadas, evaluadas e informadas.

Luego, en la mayoría de los casos, los componentes con indicaciones relevantes son cambiados o reparados; o, por lo menos, se les establece un seguimiento con menores intervalos de tiempo”. (Fava y Romero, 2022).

“- Discontinuidades no relevantes: son aquellas que por sus características se interpretan, pero no se evalúan, pero deben ser registradas”. (Fava y Romero, 2022)

Las discontinuidades se tipifican, según: su forma, posición y origen.

- **Según su forma:** *volumétricas, planares y lineales* (se considera lineal cuando su longitud es por lo menos tres veces su ancho).
- **Según su posición:** *superficiales, subsuperficiales e internas*.
- **Según su origen:** *de proceso primario* (durante la producción de la materia prima: lingote, tocho, palanquilla, etc.); *de proceso secundario* (trabajado mecánico en frío o en caliente); *de transformación* (tratamientos térmicos); *de terminación o instalación* (incluye defectos introducidos por soldaduras, amolados, cortes, golpes, etc.); *de servicio* (durante el ciclo de trabajo, en el caso de los rieles y otros componentes ferroviarios, se los llama introducidos por el tráfico). (Fava y Romero, 2022).

“El tipo de discontinuidad que se presente determina el método de END a utilizar. Por ejemplo, los defectos superficiales no pueden ser detectados y evaluados por ultrasonido (**US**), pero sí se pueden emplear corrientes inducidas (**CI**). Los defectos subsuperficiales son casi imposibles de detectar por US; y según su tipo y profundidad pueden ser evaluados por CI. A la inversa, un defecto interno en un material conductor, como un riel, no puede ser detectado y evaluado por CI y para este tipo de defectos en rieles se emplean, generalmente, técnicas ultrasónicas. Estas diferencias se deben a que el US penetra en el material del riel; mientras que la penetración de las CI se limita a unos pocos milímetros debajo de la superficie. Por lo tanto, para realizar una inspección por END se debe conocer la defectología del componente, las solicitaciones a las cuales este está sometido y el método más conveniente para esa situación”. (Fava y Romero, 2022).

Según Fava y Romero (2022): “Existen otros métodos de END; pero US y CI son los más utilizados en rieles en servicio en la actualidad. El método que siempre está presente es la inspección visual. Otros métodos como líquidos penetrantes o partículas magnéticas se suelen emplear en el ámbito ferroviario; pero su aplicación es localizada y con ellos no se puede pensar en una inspección automática sobre un tren instrumentado, que es lo que se busca actualmente”. (Fava y Romero, 2022).

1.2.10.2.10. Cargas, direcciones y esfuerzos soportados por el riel

Las direcciones de las cargas y esfuerzos que generan el inicio de los defectos y su posterior crecimiento en los rieles.

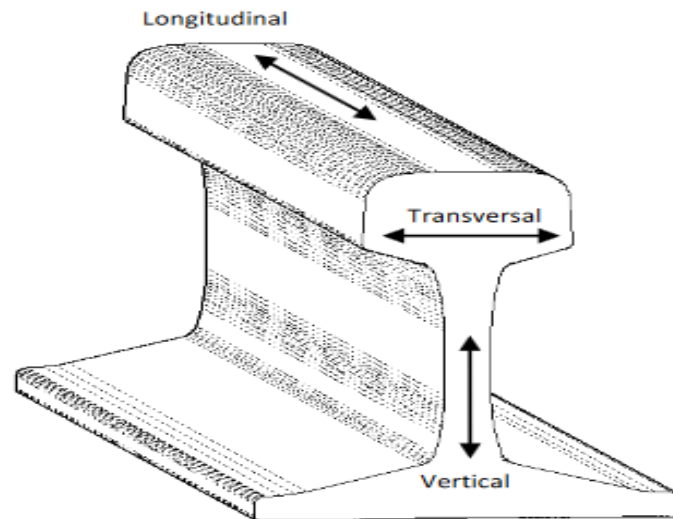


Figura 6. Direcciones de cargas y esfuerzos

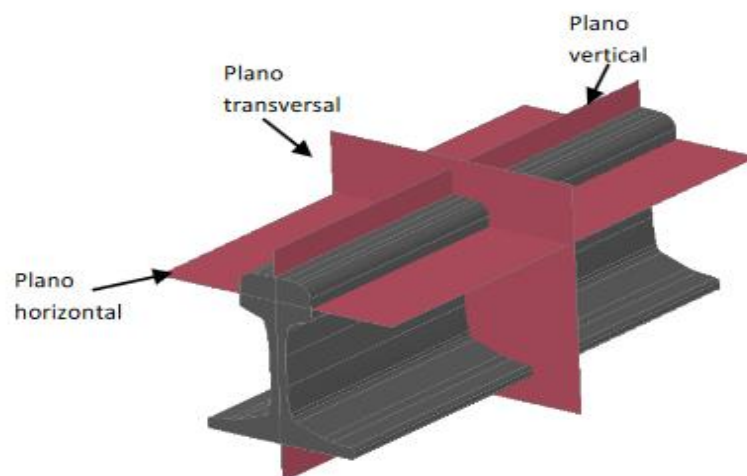


Figura 7. Planos de cargas de un riel

1.2.10.2.11. Verificación de deflexiones y vibraciones para cargas de servicio en sistemas de pisos

A. Deflexiones

La Norma peruana y las especificaciones AISC – LRFD no establecen límites y tolerancias para que, conocidas las deflexiones, se puedan comparar con unos permitidos y se pueda establecer así el cumplimiento de un estado límite, como se hace con el caso de las resistencias. AISC-LRFD sólo indica: “Los límites del servicio serán seleccionados con debida consideración a que se cumpla la función intencionada de la estructura”. Desde un punto de vista estructural, las deflexiones máximas no pueden servir como criterio general para verificar que se cumple una condición de servicio adecuado en una viga con condiciones particulares.

En las especificaciones AISC para el Método de Diseño por Esfuerzos Permitidos de 1989 (ASD) se consideran ciertas disposiciones sobre el particular. Así, la AISC-ASD-L3.1 establece: “Vigas y traveses que soporten pisos o techos serán dimensionadas con la consideración debida a las deflexiones producidas por las consideraciones de diseño”. Adicionalmente indica que la deflexión máxima por cargas vivas de servicio se limita a $L/360$. En los comentarios AISC-ASD L3.1 se sugiere como guía las siguientes limitaciones para los peraltes de las vigas:

Para vigas y traveses completamente esforzados:

$$L/d \leq 56360/F_y \text{ o } d \geq L/22 \text{ si } F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$$

Para correas de techados, excepto en techos planos:

$$L/d \leq 70450/F_y \text{ o } d \geq L/27 \text{ si } F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$$

Para arcos completamente esforzados:

$$d \geq L/20$$

Donde:

L: Luz libre

D: Peralte de la viga.

B. Vibraciones en sistemas de entrepiso

En el estudio de pisos y techos, para ver si se cumplen con los estados límites de servicio, se han presentado anteriormente, en este capítulo, algunas consideraciones relativas a las máximas deflexiones permisibles de vigas y arcos. Sin embargo, hay otro factor que es muy importante a tener en cuenta, sobre todo cuando se trata de pisos. Este fenómeno son las vibraciones.

El análisis de las vibraciones de pisos es uno de los pocos tópicos de la ingeniería estructural, el cual combina el análisis estático con el análisis dinámico, lo cual lo hace más interesante y complicada la posibilidad de predecir estos efectos para evitar tener pisos sujetos a molestas vibraciones pasajeras y muchas veces de carácter constante.

1.2.10.2.12. Criterios de vibraciones en sistemas de Entrepiso

Las vibraciones se manifiestan como un molesto movimiento del piso, producido por la acción de caminar de los ocupantes y la acción por actividades rítmicas de la edificación. La primera se presenta en edificaciones donde solo se tiene tránsito de personas caminando; y, la segunda se presenta cuando hay una actividad que genera excitaciones a diferentes frecuencias o con cargas de impacto por el movimiento de las personas, y se debe tenerlo muy en cuenta al construir sistemas de pisos.

Recién, durante los últimos 20 años se han desarrollado varios métodos que han sido incluidos en algunos reglamentos de diseño de estructuras en México, Canadá y estados Unidos de América para diferentes materiales. Entre éstos: La Guía "AISC / CISC Steel Desing Guide Series 11" (American Institute of Stell Construction, 2016), el Reglamento canadiense "National Building Code of Canada", "Guía de Diseño por Vibración debido a la Actividad Humana en Pisos Prefabricados ANIVIP". (Luna et al, 2022).

Tanto, para el caso de *vibraciones por acción de caminar*, como en el de *vibraciones por acciones rítmicas*, existen dos criterios a revisar para determinar si los sistemas de piso son susceptibles a vibrar: criterio de rigidez y criterio de aceleración. El primero afirma que un sistema de piso es satisfactorio si la frecuencia natural del sistema, f_n , es mayor o igual a la frecuencia natural mínima requerida, $f_{nreq'd}$, para prevenir vibraciones. El segundo afirma que un sistema de piso es satisfactorio si la relación de aceleración pico (a_p/g), debida a actividades rítmicas, no excede las aceleración límite del sistema a_0/g que depende del uso del sistema de piso. (Luna et al, 2022)

Si ambos criterios son satisfechos se puede esperar que la percepción de vibraciones por el usuario esté en un rango tolerable y que no genere sensación de inseguridad. (Luna et al, 2022)

Según, Luna, et al (2022), en ambos criterios es necesario determinar la frecuencia del sistema lo cual se puede dividir en tres casos:

Caso I: Modo Panel Viga Secundaria

Caso II: Modo Panel Viga Principal

Caso III: Modo de Panel Combinado.

Caso I: Modo Panel Viga Secundaria

En este apartado se describe brevemente el cálculo del modo de panel para un sistema compuesto de losacero con viga metálica IPR. La finalidad de esta parte es calcular las propiedades geométricas de la sección compuesta utilizando el método de la sección transformada. En base a estas propiedades es posible

determinar las deflexiones al centro de la viga que generan la vibración del sistema. (Luna, et. al., 2022).

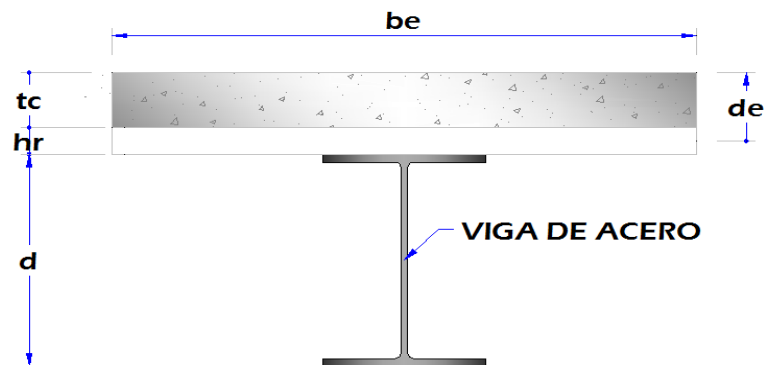


Figura 8. Viga Secundaria de acero.

“Peralte efectivo para revisión de vibraciones: Usualmente tomado como el peralte que se encuentra sobre la lámina más la mitad de peralte de la lámina” (Luna, et. al., 2022).

$$d_e = t_c + \frac{h_r}{2}$$

Luna, et al. (2022), afirma: El ancho efectivo de la losa de concreto para efecto de evaluación de vibraciones es tomado como la menor de las siguientes cantidades:

- El 40% del claro de la viga = $0.40L$
- La separación entre vigas = S

$$b_e = \text{Min}(0.40L, S)$$

(Luna, et al. (2022), recomienda para el cálculo del Momento de inercia transformado de la losa por unidad de ancho, hacer uso de las siguientes expresiones:

$$D_s = \frac{[(d_e)^3]}{12n}$$

$$n = \frac{E_s}{1.35E_c}$$

$$E_c = (0.14w_c^{1.5})\sqrt{f'_c}$$

Tabla 8. Términos inercia transformada

Símbolo	Elemento
n	Relación modular dinámica
E _s	Módulo de elasticidad del acero
E _c	Módulo de elasticidad del concreto (ACI-05)
w _c	Peso volumétrico del concreto (kg/m ³)
f' _c	Resistencia a compresión del concreto (kg/cm ²)

Fuente: Luna et al. (2022)

Para el cálculo del Momento de inercia transformado, I considerar “La posición del centro de gravedad de la sección de acero, respecto a su borde inferior” (Luna et al., 2022).

$$Y_a = \frac{0.5A_{ps}(2d - t_{ps}) + 0.5A_{pi}t_{pi} + 0.5A_{al}[d + t_{pi} - t_{ps}]}{A_a}$$

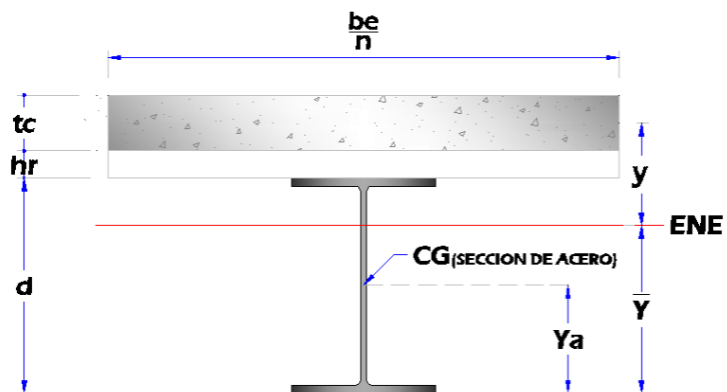


Figura 9. Propiedades del modo panel viga

(Luna, et al (2022) indica considerar: La posición del eje neutro elástico ENE: (o la del centro de gravedad de la sección transformada), respecto al borde inferior de la viga de acero.

$$\bar{Y} = \frac{A_a Y_a + A_{ct} \left[d + h_r + \frac{t_c}{2} \right]}{A_a + A_{ct}}$$

La distancia del centroide del área efectiva de la losa al eje neutro elástico, según Luna et al (2022) es:

$$y = d + h_r + \frac{t_c}{2} - \bar{Y}$$

El momento de inercia de la sección transformada es:

$$I_j = I_t = I_a + A_a [((\bar{Y} - Y_a)^2)] + I_{ct} + A_{ct} y^2$$

$$A_{ct} = b_{eq} t_c = \left(\frac{b_e}{n} \right) t_c$$

$$I_{ct} = \frac{b_{eq} [(t_c^3)]}{12} = \frac{b_e ((t_c^3))}{12n}$$

“Las propiedades geométricas de la sección compuesta son utilizadas para determinar la deflexión generada por la carga por peso propio del sistema y la carga viva reducida dependiendo del tipo de vibración que se desea revisar” (Luna, et al, 2022).

$$w_j = S[CV + CM]$$

Luna et al (2022) señala: La deflexión máxima generada en el sistema se determina considerando que la viga esta simplemente apoyada en sus extremos caso en que su deflexión está dada por:

$$\Delta_j = \frac{5w_j L_j^4}{384 E_s I_j}$$

Tabla 9. Términos en el cálculo de deflexiones panel viga secundaria

Símbolo	Descripción
w_j	Peso soportado por una unidad de longitud
L_j	Longitud de la viga secundaria o joist
E_s	Módulo de elasticidad del acero
I_j	Momento de inercia de la sección transformada

Fuente: Luna et al. (2022)

Luna et al (2022) señala: “La frecuencia del sistema en base a las ecuaciones propuestas por la Guía 11 está dada por la siguiente ecuación:

$$f_j = 0.18 \sqrt{\frac{g}{\Delta_j}}$$

Tabla 10. Términos en el cálculo de frecuencia panel viga secundaria

Símbolo	Elemento
f_j	Frecuencia natural fundamental, Hz
g	Aceleración de la gravedad, 9.806 m/s ²
Δ_j	Deflexión debida al peso soportado

Fuente: Luna et al (2022).

A menudo, los procedimientos analíticos requieren el cálculo de la primera frecuencia natural, la máxima amplitud, velocidad o aceleración del sistema de piso. En algunos casos se requiere un estimado de la supresión de vibraciones dentro del sistema de piso. Se usa, entonces una escala de perceptibilidad humana para determinar si este requiere atención.

Hasta la fecha, los métodos desarrollados han tratado la respuesta transitoria o bien la respuesta permanente de un sistema de piso ante una excitación de carácter temporal o constante, respectivamente. Los métodos más populares de análisis son:

- El factor de capacidad R de Wiss y Parmelee.

- La escala modificada de frecuencia-amplitud de Rainer-Meister.
- El criterio de aceptación de Murray.

Los resultados de estos tres métodos varían bastante y con frecuencia están en directa contradicción con los resultados de campo de los sistemas de pisos construidos. Sin embargo, de estos tres métodos, el de Murray es el más aceptado actualmente.

A) Vibraciones por Acción de Caminar

Criterio de Rigidez

El criterio afirma que un sistema de piso es satisfactorio si la frecuencia natural del sistema, f_n es mayor o igual a 3 Hz pero menor a 9 Hz. El límite inferior de 3Hz es para garantizar que no se presente resonancia en el sistema.

Si $3\text{Hz} \leq f_n < 9\text{Hz}$ ----- El sistema es adecuado

Criterio de Aceleración

El criterio afirma que un sistema de piso es satisfactorio si la relación de aceleración a_p/g , no excede la aceleración límite a_o/g apropiada para la ocupación del piso.

Si $\frac{a_p}{g} < \frac{a_o}{g}$ ----- El sistema es adecuado

La aceleración pico, a_p , debida a la acción del caminar dada como fracción de la aceleración de la gravedad, g es determinada como:

$$\frac{a_p}{g} = \frac{P_o e^{(-0.35fn)}}{\beta W} \quad \text{-----donde:}$$

Tabla 11. Factores en el cálculo vibracional de sistemas de entrepiso

Símbolo	Descripción
---------	-------------

a_p	:	Aceleración pico
g	:	Aceleración de la gravedad, 9.806m/s ²
P_o	:	Fuerza constante = 65 lb \approx 30kg para sistemas de piso
f_n	:	Frecuencia natural fundamental de una viga o joist, panel viga, panel combinado
β	:	Relación modal de amortiguamiento (0.01 a 0.05)
$W = wL\beta$:	Peso efectivo soportado por la viga o panel de joist, panel viga.

Fuente: Luna et al (2022)

Tabla 12. Valores para determinar aceleración debido a acción de caminar

Ocupación	Fuera cortante P_o			Relación de amortiguamiento β	Límite de aceleración a/g x 100%
	kg	kN	lb		%
Oficinas	29.50	0.29	65	0.02– 0.05 *	0.5
Centros comerciales	29.50	0.29	65	0.02	1.5
Puentes peatonales en interiores	41.75	0.41	92	0.01	1.5
Puentes peatonales en exteriores	41.75	0.41	92	0.01	5.0

Fuente: Luna et al (2022)

B) Vibraciones por Acciones Rítmicas

“La necesidad de evitar problemas de vibración en construcciones debido a actividades rítmicas ha hecho que se elaboren criterios de diseño dado que esto hace que las aceleraciones repetitivas

ocasionen problemas de fatiga en miembros estructurales lo que resulta peligroso e inseguro para los asistentes” (Luna et al., 2022).

Criterio de Rigidez

“Este criterio afirma que un sistema de piso es satisfactorio si la frecuencia natural del sistema, f_n es mayor o igual a la frecuencia natural mínima requerida para prevenir vibraciones, este criterio está basado en función de las cargas dinámicas por actividades rítmicas y la respuesta dinámica de la estructura del piso, esto es:

Si $f_n \geq (f_n)_{req'd}$ ----- El sistema es adecuado “ (Luna et al., 2022)

$$[(f_n)_{req'd}] = f \sqrt{1 + \left(\frac{k}{g} \frac{\alpha_i w_p}{w_t}\right)}$$

Criterio de Aceleración

“El criterio afirma que un sistema de piso es satisfactorio si la relación de aceleración a_p/g , debida a actividades rítmicas, no excede la aceleración límite a_o/g de la ocupación apropiada del sistema de piso.

Si $\frac{a_p}{g} < \frac{a_o}{g}$ Límite ----- El sistema es adecuado

La aceleración pico, a_p , debida a actividades rítmicas dada como fracción de la aceleración de la gravedad, g , es determinada de acuerdo con la presencia o ausencia del fenómeno de resonancia.” (Luna, et al., 2022).

El procedimiento para determinar las frecuencias y aceleraciones es similar a lo visto en la acción de caminar con ajustes en las cargas consideradas y las excitaciones que generan las vibraciones.

$$\frac{a_p}{g} = \frac{P_o e^{(-0.35fn)}}{\beta W} \text{ -----donde:}$$

Tabla 13. Factores en el cálculo de frecuencias vibracional de sistemas de entrepiso

Símbolo	Descripción		
a_p	:	Aceleración pico	
g	:	Aceleración de la gravedad, 9.806m/s ²	
P_o	:	Fuerza constante = 65 lb \approx 30kg para sistemas de piso	
f_n	:	Frecuencia natural fundamental de una viga o joist, panel viga, panel combinado	
β	:	Relación modal de amortiguamiento (0.01 a 0.05)	
$W = wL\beta$:	Peso efectivo soportado por la viga o panel de joist, panel viga.	

Fuente: Luna et al (2022)

Tabla . Límites de aceleración recomendados para vibraciones debido a actividades rítmicas

Límites de aceleración Recomendados para vibraciones debido a Actividades Rítmicas			
Ocupaciones afectadas por la vibración	Tolerancia Límite de la Aceleración, a_o , %g		
	Min	Máx	Prom
Oficinas o Residencias	0.4	0.7	0.55
Baile o Comedores	1.5	2.5	2.00
Levantamiento de pesas	1.5	2.5	2.00
Concierto o solo actividades rítmicas	4.0	7.0	5.50
Aerobics	-----	-----	6.00

Fuente: Luna et al (2022)

Tabla 14. Cargas estimadas durante eventos rítmicos

Parámetros de las cargas dinámicas para actividades rítmicas					
Actividad	Frecuencia de fuerza f_{step} , Hz	Peso distribuido de los Participantes W_p , psf			Coeficiente Dinámico α_i
Baile		Kg/m ²	Kpa	psf	

1° Armónico	1.5 - 2.70	61.00	0.60	12.50	0.50
2° Armónico	3.0 - 5.40	61.00	0.60	25 ft2 por persona	0.05
Concierto		Kg/m2	Kpa	psf	
1° Armónico	1.5 – 2.70	151.35	1.50	31.00	0.25
2° Armónico	3.0 – 5.40	151.35	1.50	5ft2 por persona	0.05
Aerobics		Kg/m2	Kpa	psf	
1° Armónico	2.0 – 2.75	20.50	0.20	4.20	1.50
2° Armónico	4.0 – 5.50	20.50	0.20	4.20	0.60
3° Armónico	6.0 – 8.25	20.50	0.20	35 ft2 por persona	0.10

Fuente: Luna et al (2022)

Tabla 15. Criterios de diseño para Eventos Rítmicos

Actividad límite de aceleración	Frec. de fuerza * (f, hz)	Peso efectivo de los participantes (wp)			Peso total (wt)			Frec. Mín. requerida*** (fn,hz)
		Kg/m2	Kpa	psf	Kg/m2	Kpa	psf	
Baile y Comedor A _o /g =0.02	3.00	61.00	0.60	12.50	550.00	5.60	112.50	6.40
	3.00	61.00	0.60	12.50	305.15	3.10	62.50	8.10
Conciertos en vivo o eventos deportivos A _o /g = 0.05								
Piso pesado 5kPa (100psf)	5.00	151.35	1.50	31.00	639.50	6.50	131.00	5.90**
Piso ligero 2.5 kPa (50psf)	5.00	151.35	1.50	31.00	395.45	4.00	81.00	6.40**
Sólo aerobics A _o /g = 0.06								
Piso pesado 5kPa (100psf)	8.25	20.50	0.20	4.20	508.75	5.20	104.20	8.80**
Piso ligero 2.5 kPa (50psf)	8.25	20.50	0.20	4.20	264.50	2.70	54.20	9.20**
Ejercicios de saltos compartidos con levantamiento de pesas A _o /g =0.02								
Piso pesado 5kPa (100psf)	8.25	12.20	0.10	2.50	500.45	5.12	102.50	9.20**
Piso ligero 2.5 kPa (50psf)	5.50	12.20	0.12	2.50	256.30	2.62	52.50	10.60**

Fuente: (Luna, et.al, 2022)

Luna, et.al (2022), afirma que la frecuencia requerida del sistema se determina como se mencionó previamente con la ecuación:

$$[(f_n)req'd] = f \sqrt{1 + \left(\frac{k}{a_0} \frac{\alpha_i w_p}{g w_t}\right)}$$

Tabla 16. Factores para el cálculo de frecuencias debido a actividades rítmicas

f_n	Frecuencia natural fundamental del sistema de piso
$(f_n)_{req'd}$	Frecuencia natural mínima requerida para prevenir vibraciones no aceptables en la frecuencia de cada fuerza
f	Frecuencia de fuerza = $i \times f_{step}$
i	Número armónico = 1, 2 o 3
f_{step}	Frecuencia de paso
k	Constante (1.3 para baile, 1.7 para conciertos en vivo o eventos deportivos y 2.0 para aerobics)
α_i	Coeficiente dinámico
$\frac{a_0}{g}$	Relación del límite de aceleración pico
w_p	Peso efectivo por unidad de área de las partes que intervienen y que se encuentran sobre el panel de piso
w_t	Peso total efectivo por unidad de área distribuida sobre el panel de piso (peso que participa + peso del sistema de piso)

Fuente: (Luna, et.al, 2022)

La aceleración pico, según Luna et.al (2022), se determina mediante la ecuación:

$$\frac{a_p}{g} = \frac{\frac{1.3\alpha_i w_p}{w_t}}{\sqrt{\left\{ \left[\left(\left(\frac{f_n}{f} \right)^2 - 1 \right) \right]^2 + \left[\left(\left(\frac{2\beta f_n}{f} \right)^2 \right) \right] \right\}}}$$

Tabla 17. Factores para el cálculo de frecuencias debido a actividades rítmicas

$\frac{a_p}{g}$	Aceleración pico como una fracción de la aceleración por gravedad
α_i	Coefficiente dinámico
W_p	Peso efectivo por unidad de área de participantes distribuidos sobre el panel de piso
W_t	Peso efectivo distribuido por unidad de área del panel de piso, incluyendo a ocupantes
f_n	Frecuencia natural del sistema de piso
f	Frecuencia de fuerza = $i \times f_{step}$
i	Número armónico = 1 , 2 o 3
f_{step}	Frecuencia de paso
β	Relación de amortiguamiento

Fuente: (Luna, et.al, 2022)

Conclusión:

Según Luna et al. (2022), si se cumple la ecuación $f_n \geq (f_n)_{req'd}$ y también la ecuación $\frac{a_p}{g} < \frac{a_o}{g}$ Límite, la vibración estará en niveles tolerables para los ocupantes de la edificación.

1.2.10.2.13. Materiales para estructura metálica de pórtico y planchas de arriostre en sistemas de pisos

Para el diseño de la estructura metálica desarrollada en la presente tesis se ha optado los siguientes materiales acorde con el tipo de elemento usado.

- Para conformar los elementos estructurales, como son: arcos, vigas, viguetas y columnas se ha usado acero ASTM A36 mediante varillas o tubos de pared delgada.
- En la fabricación de los elementos de arriostre de rieles de la estructura de techo se ha usado acero ASTM A36 mediante planchas laminadas en caliente.

- Para las bases de apoyo de columnas y las juntas empernadas se ha utilizado las planchas laminadas en caliente de acero ASTM A36.
- Para los pernos de anclaje de bases de apoyo para columnas y los utilizados en las juntas empernadas se ha empleado acero ASTM A307.
- Para electrodos (material de relleno en las uniones soldadas) el material usado es acero E60XX.

Tabla 18. Características de los aceros a utilizar

Tipo de acero	E (kg/cm ²)	P (ton/m ³)	F _y (ton/cm ²)	F _u (ton/cm ²)
ASTM A36	2.1x10 ⁶	7.8	2.53	4.08
ASTM A307	2.1x10 ⁶	7.8	2.6	4.2
E60XX	2.1x10 ⁶	7.8	3.52	4.34

Donde:

D: Módulo de elasticidad del material

ρ: Densidad

F_y: Esfuerzo de fluencia

F_u: Esfuerzo de fractura.

1.2.10.2.14. Corrosión

“Este fenómeno, se produce mediante un proceso químico o electroquímico que se desarrolla en presencia del agua o de la humedad del medio o electrolítico, cuando dos materiales diferentes se encuentran en contacto. Afecta en particular ciertos elementos metálicos como las carpinterías a la intemperie e interna y exteriormente las tuberías con líquidos y/o en medios agresivos, pueden atacar también algunos materiales como las piedras o los concretos. (Alas, 2019)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“La corrosión del refuerzo del concreto es un proceso electroquímico, pues se produce una reacción química acompañada de una transferencia de

electrones. Este fenómeno se da como consecuencia de la diferencia del contenido de iones disueltos en la superficie del acero de refuerzo, los cuales generan áreas de distintos niveles de energía, formando así una celda electroquímica, cuyos principales componentes son: Ánodo, cátodo, conductor metálico y electrolito (Alas, 2019)". (Mendoza y Santillán, 2022).

- a) "Ánodo: Es la zona de la superficie de la armadura donde se produce la oxidación de reducción, se da una pérdida de electrones y la corriente iónica se dirige hacia el electrolito (Alas, 2019)". (Mendoza y Santillán, 2022)
- b) "Cátodo: Zona de la superficie de la armadura donde se presenta la reacción de la reducción y la corriente iónica entra al metal. Se toman los electrones liberados en la zona anódica y se mezclan con ciertos iones presentes en el electrolito (Alas, 2019)". (Mendoza y Santillán, 2022).
- c) "Conductor metálico: Conduce los electrones desde la zona anódica hacia la zona catódica (Alas, 2019)". (Mendoza y Santillán, 2022).
- d) "Electrolito: Conduce la corriente eléctrica mediante un flujo de iones. En este caso, el concreto es el material que cumple la función de electrolito (Alas, 2019)". (Mendoza y Santillán, 2022).

"Para que exista corrosión, es necesario que se presente una reacción anódica, donde el acero pueda "disolverse", liberando electrones; y una reacción catódica, que retenga los electrones liberados. Es determinante también que se encuentre presente una determinada concentración de oxígeno y humedad en el concreto (Alas, 2019)". (Mendoza y Santillán, 2022)

"Los mecanismos que ayudan a la iniciación y expansión de la corrosión del acero, son la presencia de **cloruros** y el **fenómeno de carbonatación**. "Los cloruros se presentan en el concreto mediante dos formas distintas. Durante el proceso de mezcla del concreto, teniendo como fuente principal los aditivos, agua, áridos y cemento, donde los cloruros pueden mezclarse químicamente con el material cementante, los cuales normalmente se

distribuyen uniformemente evitando crear la llamada celda electroquímica”. (Alas, 2019)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

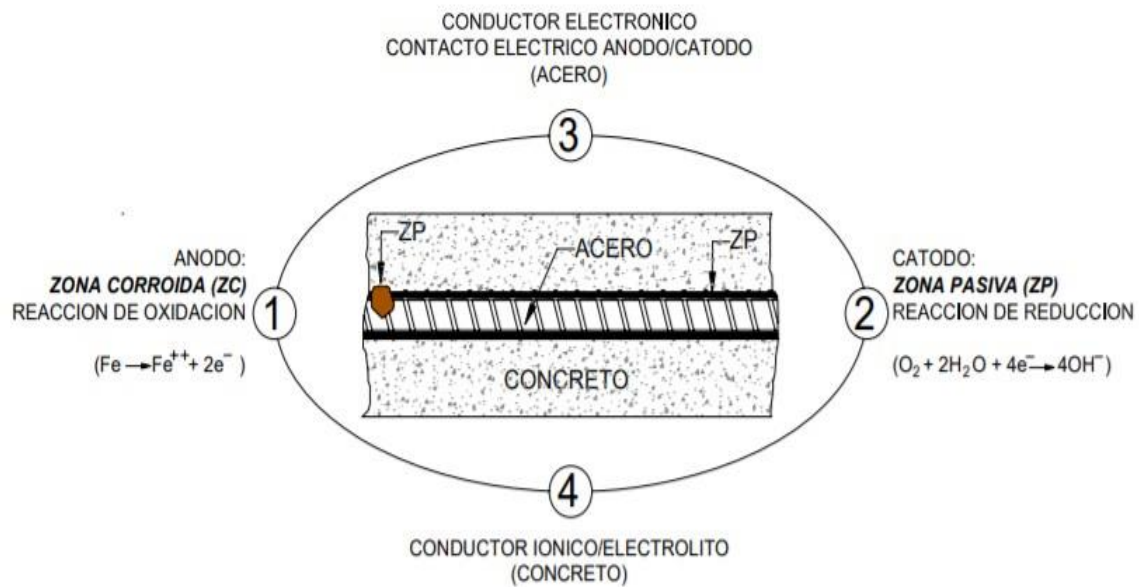


Figura 10. Elementos que componen la celda electroquímica

Fuente: (Alas, 2019) en (Mendoza y Santillán, 2022).

“Otra forma en la que el cloruro llega al concreto se da después del proceso de fraguado; aquí el cloruro tiende a incorporarse desde el exterior gracias a agentes ambientales, como por ejemplo sales fundentes y ambiente marino en general. Los cloruros que se encuentran en la superficie pueden ser conducidos hacia la armadura gracias al agua que se encuentra en los poros del concreto, cuando esto sucede, la concentración de cloruros alrededor de las armaduras no es homogénea debido a que una zona de la armadura se encuentra en contacto con un concreto contaminado y la otra zona, con un concreto sin cloruros, creando una celda electroquímica. Se sabe también que a mayor profundidad de penetración, menor es el contenido de cloruros” (Alas, 2019)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“En cuanto a la carbonatación, descrita ya anteriormente, en Alas (2019) se precisa: “El CO₂ que se encuentra en la atmósfera puede ingresar fácilmente al interior del concreto, debido a que éste es un material permeable; posteriormente el dióxido de carbono, al mezclarse con la humedad en el concreto, tiende a disolverse la solución alcalina y presenta

una reacción con iones calcio (Ca^{++}), transformando el hidróxido de calcio con pH alto a carbonato de calcio, pero con un pH más neutral. El desarrollo del proceso de carbonatación está ligado a factores como el contenido de humedad en el concreto, porosidad y concentración de alcalinos carbonatables, siendo la humedad la más determinante. Si los poros del concreto se encuentran totalmente vacíos, en ausencia de agua, el CO_2 podrá disiparse de manera sencilla en el concreto, sin embargo, no será posible la existencia de una reacción. Por otro lado, si los poros se encuentran totalmente saturados de agua, podemos decir que existe una ligera carbonatación, ya que el agua no es un medio totalmente efectivo para solubilizar el CO_2 , sin embargo, cuando los poros se encuentran llenos de una manera parcial, se establecen buenas condiciones para que la carbonatación pueda iniciarse” (Alas, 2019)” (Mendoza y Santillán, 2022).

“Para estimar el grado de intensidad de corrosión que una estructura de concreto armado posee se deben seguir etapas como: inspección preliminar, ensayos in situ y de laboratorio, tomas de muestras, Etc. Y para estimar la vida útil de las estructuras estudiadas, se puede utilizar al método semi-probabilista que presenta la Instrucción Española de Hormigón Estructural (EHE) (Pérez 8)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Diversos autores, entre ellos Ortega y Robles [9], para evaluar el nivel de daño estructural, el estado de deterioro y estimar la vida residual en el que se encuentra una estructura de concreto armado, recomiendan una metodología numérica experimental basada en la realización de ensayos no destructivos de laboratorio tomando en cuenta la penetración de cloruros y/o carbonatación, ya que, al producirse el inicio de la corrosión por dichos factores, se alteraría el periodo de vida de la estructura. Según sea el nivel de daño y el periodo de vida útil residual, se decidiría si la estructura deberá ser reparada o si se debe poner fuera de servicio”. (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.10.2.15. Protocolo de ensayos de carbonatación y esclerometría

A. Protocolo de ensayo de carbonatación

- Tomar porciones en seco del elemento objeto de estudio, sin importar geometría particular (someterlo al ensayo lo antes posible de su extracción). No tomar la muestra de zonas donde el recubrimiento del concreto se encuentre suelto o existan fisuras, excepto cuando expresamente interese comprobar si estas regiones se han carbonatado.
- Dejar limpia de polvo y partículas sueltas la superficie de la muestra (la muestra deberá guardarse en un recipiente hermético, con el menor contenido de aire posible hasta que pueda ser ensayada).
- Someter a ensayo de carbonatación antes de las 24 horas de extraída.
- Usar fenolftaleína al 1% de concentración, disuelta en alcohol etílico al 70%.
- La disolución de fenolftaleína puede aplicarse con pulverizador, mediante goteo, o cualquier otro procedimiento que permita extender una capa relativamente fina y uniforme sobre la superficie en cuestión. No deberá aplicarse en cantidades excesivas o sobre superficies mojadas, ya que la disolución con el indicador podría escurrir desde unas zonas a otras y, en el caso de que hubiera adquirido coloración, podrían obtenerse resultados erróneos.
- Si no se aprecia coloración o ésta es muy débil, deberá repetirse el ensayo una vez que la superficie haya secado tras la primera aplicación, protegiendo en lo posible la muestra de contacto con el aire durante este tiempo. Se puede estabilizar la coloración temporalmente, cubriendo la superficie, ya seca, con una resina o barniz incoloro.
- Realizar la lectura o toma de medidas de profundidad de la capa carbonatada dentro de los 15 a 30 minutos después de aplicar la disolución de fenolftaleína, porque puede variar ligeramente con el tiempo. Las medidas se realizarán con una precisión de 0,5mm.
- En la determinación de los resultados tener en cuenta lo siguiente:

- a) Si la carbonatación presenta un frente homogéneo, como indica la figura, la profundidad de carbonatación se expresará como d_k
- b) Cuando el frente de carbonatación aparezca de forma irregular, la medida se dará indicando una penetración media, d_k , la penetración máxima, d_k máx, y la penetración mínima, d_k mín.
- c) Cuando la carbonatación presente penetraciones singulares ingresando a más profundidad en algunas zonas que otras.
- d) Deberá indicarse si el color que adquiere la superficie con el indicador no es rojo-púrpura sino rosado (que corresponde a un pH entre 8 y 9,5) y, en ese caso, su profundidad y frecuencia. Deben considerarse carbonatadas áreas de transición que hayan perdido su color después de 24 horas de aplicación y protegidas del contacto con el aire.
- e) La profundidad de la carbonatación se medirá preferentemente en las zonas donde exista árido de pequeño tamaño. Se prescindirá de las medidas de las zonas con granos de áridos de gran tamaño.
- f) No es aconsejable medir la profundidad de la carbonatación en las esquinas de los elementos de concreto, donde los componentes ácidos de la atmósfera han podido penetrar por dos caras a la vez, salvo que por esas zonas discurren las armaduras e interese conocer si ha llegado hasta ellas el frente carbonatado.

B. Protocolo de ensayo de esclerometría

Procedimiento de Esclerometría recomendado por la Norma Técnica Peruana NTP 339.181: 2013:

Equipos

- Martillo de rebote
- Piedra abrasiva
- Yunque de ensayo
- Área de prueba y preparación de superficie de ensayo

Procedimiento

- Sostener el instrumento firmemente para que el émbolo esté perpendicular a la superficie de ensayo.
- Gradualmente empujar el instrumento hacia la superficie de ensayo hasta que el martillo impacte.
- Después del impacto, mantener presionado el instrumento y, si es necesario, oprimir el botón situado al costado del instrumento para trabar el émbolo en su posición retraída.
- Leer y registrar el número de rebote en la escala, aproximándolo al entero.
- Tomar diez (10) lecturas de cada área de ensayo. Los ensayos de impacto estarán separados por más de 25 mm.
- Examinar la impresión hecha sobre la superficie del concreto después del impacto, y si el impacto produce trituración superficial o se rompe a través de un hueco de aire superficial, anular la lectura y tomar otra lectura.
- Para el cálculo: Descartar las lecturas que difieran del promedio de las 10 lecturas por más de 6 unidades y determinar el promedio de las lecturas restantes. Si más de dos lecturas difieren de este promedio por 6 unidades, desechar todas las lecturas y determinar los números del rebote en 10 nuevas ubicaciones dentro del área de ensayo.

Precisión y desviación

Precisión: El ensayo efectuado con un mismo espécimen, por el mismo operador y utilizando el mismo equipo, la desviación estándar diaria es 2,5 unidades (1s) como está definido en la ASTM C 670. Por consiguiente, el rango de 10 lecturas no deberá exceder de 12.

Desviación: La desviación de este método de ensayo no puede evaluarse, desde que el número de rebote sólo puede determinarse en términos de este método de ensayo.

Tabla 19. Recomendaciones.

<i>RECOMENDACIONES</i>
2. La utilización de varillas y estribos, libres de oxidación, bien colocados, y asegurados en sus sitios.
3. La suficiente separación de las armaduras de los fondos, costados y extremos de los encofrados, que garanticen recubrimientos con espesor adecuados para darles a los refuerzos la protección necesaria.
4. No utilizar, para efecto del bloqueo y separación de las armaduras en los fondos de los encofrados, trozos de metal que se corroe y llevan la oxidación al elemento estructural.
5. La debida compactación de las mezclas y un eficiente curado al concreto que le den la mayor compacidad y resistencia posible a los agentes agresivos del medio en que se encuentran.

Fuente: Control Integral de la edificación III. Administración y Mantenimiento. (Puyana, 1986) en (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.10.2.16. Humedades

“Se estima que uno de cada tres daños en las edificaciones es causado por el agua, ya sea por filtración, por absorción en materiales porosos y/o por la condensación de la humedad ambiental.

Los problemas por humedades pueden radicar tanto en el proyecto mismo, por detalles constructivos deficientes, diseños equivocados o errónea selección de materiales, como la ejecución de las obras por causa de malos procedimientos de trabajo que las hacen sensibles a éste género de deterioros. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Además de los negativos efectos que tiene en el buen aspecto de los edificios en sus primeras consecuencias de orden físico, la humedad constituye el medio por excelencia para desencadenar múltiples procesos de degradación como la corrosión de los metales, el ataque de los álcalis a las pinturas, la reacción agresiva de las sales solubles o de los agentes biológicos, como mohos, hongos y bacterias que además de deteriorar su apariencia, afectan la durabilidad y el funcionamiento de los elementos y

componentes de la construcción y facilitan el desarrollo de microorganismos que crean y facilitan el desarrollo de microorganismos que crean ambientes malsanos demeritando así las condiciones y exigencias de higiene y salubridad de sus usuarios ” (Puyana, 1986)” (Quintero, Solano y Pandales, 2013)” (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.10.2.17. Desprendimientos

“Los desprendimientos que afectan particularmente los ítems de pisos, enchapados, revestimientos y estucos, son causados por efectos mecánicos como impactos y vibraciones, así como por fallas en la capacidad adherente de los morteros o pegantes que mantienen los materiales de acabados sujetos a su base y finalmente por deficiencias de éstas mismas y/o de los soportes que los aseguran. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“En general la adherencia de los pegantes industriales corrientes se rebaja hasta anularse, en presencia de la humedad, mientras los morteros para sentarse revestimientos cerámicos por el contrario fallan cuando la mezcla pierde agua al ser absorbida por las baldosas que no se humedecieron debidamente antes de colocarlas.” (Puyana, 1986) (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.11. Tipos de estados de Conservación

Los estados de conservación según la Guía General “Parámetros de Mantenimiento de la Infraestructura Educativa” (MINEDU, 2020) son:

a. Bueno

Cuando la infraestructura educativa presenta las siguientes condiciones:

- Se encuentra operativa.
- Funciona dentro de sus parámetros técnicos.
- Se encuentra dentro de su periodo de vida útil.
- Recibe mantenimiento recurrente y preventivo.

- Cumple la normativa vigente6.

b. Regular

Cuando la infraestructura educativa presenta las siguientes condiciones:

- Se encuentra operativa.
- Cumple con limitaciones o deficiencias sus parámetros técnicos y físicos.
- Se encuentra dentro de su periodo de vida útil.
- No recibe mantenimiento recurrente y preventivo. A pesar de ello, el estado de deterioro puede ser revertido mediante mantenimiento recurrente o preventivo.
- Cumple la normativa vigente.

c. Malo

Cuando la infraestructura educativa presenta una o más de las siguientes condiciones:

- No se encuentra operativa, o está operativa pero obsoleta.
- Ha superado su vida útil.
- No recibe mantenimiento recurrente ni preventivo, y el estado de deterioro no puede ser revertido mediante mantenimiento recurrente o preventivo.
- Representa un riesgo para la integridad de los usuarios.
- No cumple la normatividad vigente.

1.2.12. Criterios y conceptos de mantenimiento de edificaciones

“El mantenimiento de edificaciones se puede resumir como el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

(Mendoza y santillán (2022) indican que: “Quintero, Solano y Pandales (2013), presenta definiciones de mantenimiento según autores que se han interesado en la conservación y el mantenimiento, no solo de las

edificaciones sino todo aquello que dentro de su vida útil pueda deteriorarse, entre ellas de:

“Para Babé (1986) el mantenimiento no es más que los trabajos que deben realizarse de forma cíclica para la atención de los equipos y de los elementos componentes de las construcciones con el fin de subsanar sus deficiencias, y mantener de manera eficaz los servicios que brinden con énfasis especial de aquellas partes que por su uso continuado o por su ubicación se encuentran más expuestos al deterioro” (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Según Tejera (2003), el mantenimiento de un edificio es un conjunto de trabajos periódicos programados y no programados que se realizan para conservarlo durante el período de vida útil en adecuadas condiciones para cubrir las necesidades previstas”. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Para Arencibia y Borroto (2005) el mantenimiento no es más que los trabajos que se deben realizar de forma cíclica, sus tareas deben tener como objetivos la conservación física y funcional de un edificio a lo largo de su vida útil”. (Mendoza y Santillán, 2022).

Dentro de las Ventajas del Mantenimiento de Edificaciones que señalan (Mendoza y Santillán (2022), se pueden resaltar:

- Alargar la vida en óptimas condiciones de los edificios, disminuyendo al máximo el deterioro del patrimonio inmobiliario.
- Aumentar la seguridad del edificio, al conservar en perfecto estado los sistemas de seguridad y evitar que el mal uso y estado de las instalaciones puedan provocar siniestros que afecten a las personas y al inmueble.
- Evitar al máximo la parada de las instalaciones, que en algunos casos puede dar lugar a la no utilización del edificio, con los problemas a que esto puede dar lugar. (Quintero, Solano y Pandales, 2013).
- Disminución de los costos energéticos. Una instalación bien conservada consume menos energía.

- Mayor confort para los ocupantes del edificio.

“Las características del mantenimiento son función de la tipología de la edificación en sí y están estrechamente relacionadas con la época de construcción y de los materiales que se emplearon en su ejecución. Universalmente, se reconoce dos tipos de mantenimientos, el preventivo y el correctivo. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022)

“El **mantenimiento preventivo** es con el objetivo de prevenir, (realizarse antes de que se presenten los deterioros), cualquier anomalía que impida la funcionalidad para lo que fue diseñado durante su vida útil. El mantenimiento preventivo tiene la posibilidad de ser programado y evaluado económicamente en el tiempo para realizarse antes de que se presenten los deterioros. El **mantenimiento correctivo** trata de corregir aquellos errores que ya presenta la edificación para así lograr extender su vida útil hasta el máximo. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Dentro de los trabajos que el mantenimiento comprende, pueden citarse los siguientes: Instalaciones eléctricas, filtraciones, canales y bajantes, impermeabilización de áreas de cubiertas, sustitución de tejas, enchapes, pinturas, vidrios, lámparas y bombillos, limpieza de tanques y cisternas, limpieza de tanques sépticos, instalaciones hidráulicas y sanitarias, ajustes de puertas y ventanas, zonas verdes, áreas exteriores, etc. Además, es importante involucrar a los usuarios del inmueble en los mantenimientos cuando éstos no dependen de personal especializado, entre estas tareas pueden citarse: limpieza de las azoteas, pintura de interiores y exteriores, etc. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.12.1. Otras clasificaciones de mantenimiento de edificaciones

“Para **Babé (1986)** los mantenimientos pueden clasificarse atendiendo a tres factores: el tipo de obra, el propietario del inmueble y el momento en que se realiza el mismo (Quintero, Solano y Pandales, 2013).

Atendiendo al tipo de obra puede considerarse: **Mantenimiento de obras nuevas:** Se realiza en ciclos previstos desde el momento en que se elabora el proyecto y que debe aplicarse tan pronto concluye la construcción. **Mantenimiento de obras viejas existentes:** El que debe comenzar su aplicación después que se han efectuado las reparaciones o reconstrucciones requeridas para eliminar los desperfectos existentes.

Según el propietario del inmueble se definen: **Mantenimiento privado:** El que debe realizar de forma continua y con los recursos propios del usuario de un edificio. **Mantenimiento estatal:** El que se realiza por los organismos del Estado en obras de uso social como escuelas, hospitales, puentes, carreteras, acueductos, presas, etc.

Teniendo en cuenta el momento en que se realiza se consideran: **Mantenimiento preventivo:** El que debe ser previsto por el profesional al realizar el proyecto de una obra. **Mantenimiento correctivo:** El que se planifica ejecutar en las construcciones para evitar al máximo los deterioros.

Sin embargo en **Ruiz (1998)** se propone una interesante clasificación del mantenimiento y la reparación de viviendas: **Mantenimiento ordinario:** Comprende todos aquellos trabajos periódicos sobre elementos comunes por motivo de su utilización y del envejecimiento y desgaste por la acción ordinaria de la agresividad ambiental y del propio envejecimiento de los materiales empleados en su construcción. **Reparaciones extraordinarias:** Comprenden aquellos trabajos necesarios a efectuar en los edificios cuando se produzcan las situaciones siguientes: *Averías extraordinarias* derivadas de la acción anormal de agentes climatológicos o ambientales. *Desperfectos extraordinarios* derivados de la vejez anticipada de los componentes, instalaciones, etc. del edificio a causados por un mal diseño o mala aplicación de la calidad de la construcción. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)". (Mendoza y Santillán, 2022).

“A su vez **Gutiérrez y Casanova (1985)** plantean que los trabajos de mantenimiento pueden clasificarse en función de la zona en la cual van a realizarse. Trabajo de mantenimiento ordinario sobre los elementos

comunes; y, trabajo de mantenimiento ordinario sobre elementos privativos. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)". (Mendoza y Santillán, 2022).

"Por otra parte, para el arquitecto **Andrés Olivera Ranero** ofrece una clasificación de acuerdo con los objetivos, complejidad y costos del mantenimiento, dividiéndolos en las siguientes categorías (Olivera, 1983).

Mantenimiento simple o habitual: Pueden considerarse las actividades periódicas, como la limpieza diaria hasta la reposición o reparación de componentes simples de la edificación (lámparas, tejas etc.).

Mantenimiento complejo: Consiste en la reparación compleja o la sustitución de elementos fundamentales de la edificación. Debe realizarse por personal especializado. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)." (Mendoza y Santillán, 2022).

"Otra posible clasificación de los tipos o sistemas de mantenimiento la ofrece **Xavier Casanovas (1996)** atendiendo a la periodicidad de la aplicación del mismo: **Mantenimiento planificado:** Consistente en actuaciones periódicas en un edificio con una visión preventiva. **Mantenimiento no planificado:** Consistente en actuaciones en un edificio con un objetivo puramente correctivo." (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.12.2. Organización del mantenimiento

"La Secretaría de Educación de Bogotá (2008), presenta en forma detallada la gestión del mantenimiento y lo relaciona con aspectos tales como: frecuencias, inspecciones, comprobaciones y actuaciones que se deben aplicar dentro de los procesos de mantenimiento de las edificaciones". (Mendoza y Santillán, 2022).

"Organizar el mantenimiento, es determinar unas políticas, las cuales se deben administrar y velar por la aplicación correcta en el terreno, hacer un seguimiento y sacar conclusiones para analizar y mejorar y reorientar las políticas. La administración debe garantizar la planificación del mantenimiento y la responsabilidad en el mantenimiento (Quintero, Solano y Pandales, 2013)". (Mendoza y Santillán, 2022).

“Quintero, Solano y Pandales (2013), recomienda para las nuevas edificaciones elaborar una memoria o manual, el cual incluya la descripción y composición de cada elemento de la construcción, las instrucciones precisas de uso y el mantenimiento del propio edificio relacionando el personal adecuado para realizar las diferentes actividades. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.12.2.1. Mantenimiento de cimentación

“La cimentación traslada todas las cargas del edificio al terreno de fundación sobre el que se apoya. Según la naturaleza del terreno se aplican o bien cimentaciones superficiales (cimientos corridos, zapatas, losas) o bien cimentaciones profundas (pilotes, u otras). Todos los tipos de cimentación, después de su construcción, quedan generalmente ocultos o enterrados (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“No se debe realizar ninguna actuación que pretenda eliminar, disminuir las dimensiones o cambiar el emplazamiento de cualquiera de los elementos que componen la cimentación de un edificio, o apoyar sobre ellos nuevas construcciones u otras cargas. En el supuesto de una necesaria intervención que afectara a alguno de aquellos elementos se requerirá, tanto para el proyecto como para la ejecución de las obras correspondientes, la intervención de personal especializado. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

Tabla 20. Cimentación.

FRECUENCIA	INSPECCIONES Y COMPROBACIONES	ACTUACIONES
Permanentemente	Vigilar: encargado Acciones en zonas contiguas o bajo el edificio. Excavaciones en predios vecinos Obras subterráneas en la vía pública. Fugas de agua	

Fuente: Manual de uso, conservación y mantenimiento de los colegios de la Secretaría de Educación Distrital. En (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.12.2.2. Mantenimiento de estructura

“La estructura es el conjunto de elementos resistentes que componen el esqueleto portante del edificio, encargado de trasladar a la cimentación, las cargas y sobrecargas que soporta. Las estructuras que predominan, según el material que predomina en su construcción, son las de concreto armado, las de acero y las formadas por muros de ladrillos. Los principales elementos de la estructura son: cimentación, columnas, vigas, entrepisos, muros de albañilería portantes; a veces se construyen estructuras del tipo mixto de pórticos y muros portantes; y, estructuras duales”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Si la intervención de mantenimiento de una estructura, afectara a alguno de los elementos resistentes se requiere el asesoramiento permanente de un ingeniero civil; asimismo, es recomendable no efectuar perforaciones ni cortes en las secciones transversales de columnas y vigas; tampoco se deben cambiar de uso a los espacios, por ejemplo, destinar para ambientes de bailes o depósito de libros a ambientes que no fueron diseñados para tal fin, y en todo caso deberán efectuarse con arreglo al Reglamento de Edificaciones y contando con la licencia de obra respectiva. Asimismo, si el proyecto original contaba con estudio de impacto ambiental, las recomendaciones técnicas contenidas en él deben ser consideradas obligatoriamente para la ejecución de cualquier obra posterior. (Norma GE.040. Uso y Mantenimiento. Artículo 2, Artículo 4 y Artículo 10. Reglamento Nacional de Edificaciones. Perú, 2006)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Las edificaciones declaradas en estado ruinoso no pueden ser habilitadas ni empleadas para ningún uso. Los propietarios de edificaciones en este estado deberán efectuar trabajos de remodelación y consolidación de la estructura o de demolición, para lo cual deberán obtener las licencias respectivas. (Norma GE.040. Uso y Mantenimiento. Artículo 5. Reglamento Nacional de Edificaciones. Perú, 2006)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Cuando se trate de bienes culturales inmuebles, se deberá solicitar las recomendaciones y/o autorizaciones al Instituto Nacional de Cultura (Norma GE.040. Uso y Mantenimiento. Artículo 5. Reglamento Nacional de Edificaciones. Perú, 2006)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

“Las edificaciones que resulten afectadas por fenómenos naturales o por actos producidos por la mano del hombre, deberán ser sometidas a la evaluación de profesionales especialistas, quienes deberán recomendar las obras de reforzamiento o demolición necesarias” (Norma GE.040. Uso y Mantenimiento. Artículo 17. Reglamento Nacional de Edificaciones. Perú, 2006)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

Tabla 21. Estructura.

FRECUENCIA	INSPECCIONES COMPROBACIONES	Y	ACTUACIONES
Permanentemente	VIGILAR: encargado Aparición de humedades. Desplomes, oxidaciones, fisuras y grietas, en cualquier elemento constructivo. Ataques de comején, hongos por humedad, etc., en elementos estructurales de madera.		
Cada año	REVISAR: especialista Ataques de comején, hongos por humedad, etc., en elementos estructurales de madera.		Ejecutar el tratamiento y reparaciones detalladas por el especialista. Consultar técnico competente.
Cada 5 años	COMPROBAR: especialista Estructura de concreto: sellado juntas de dilatación. Estructura de acero: estado pintura de protección. Estructura de madera: estado pintura de protección.		Ejecutar el tratamiento y reparaciones detalladas por el especialista. Consultar técnico competente.
Cada 15 años	REVISAR: técnico competente Estado general de la estructura		Según informe dictamen del técnico competente.

Fuente: Manual de uso, conservación y mantenimiento de los colegios de la Secretaría de Educación distrital. En (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.12.2.3. Mantenimiento de mampostería y fachadas

“La fachada como paramento exterior de una edificación cubre exteriormente la estructura, puede ser frontal, lateral o posterior; proporcionan una protección térmica y acústica y resguardan de los agentes atmosféricos. En cuanto a su deterioro, son los humos, la humedad, el polvo y otros agentes atmosféricos, que causan primero suciedad en pintura o revestimiento y luego hasta afectan su estructura.

Para la limpieza de fachadas debe evitarse la limpieza con procedimientos físicos, como el chorro de arena.” (Mendoza y Santillán, 2022).

Para la carpintería de puertas y ventanas Quintero, Solano y Pandales (2013), en Mendoza y Santillán (2022) recomiendan tener en cuenta las siguientes observaciones:

- Evitar golpes y el cierre con cuidado y sin brusquedad.
- Evitar apoyar objetos, como poleas o tabladillos para elevar materiales, puesto que pudieran dañar la carpintería que los soporta.
- En la reposición de vidrios rotos en la carpintería de aluminio, tener cuidado con el posible descuadre de la hoja.
- Conservar en buen estado la junta elástica de sellado -generalmente cordón de silicona-, para evitar la entrada de humedad

Para la limpieza de carpintería y vidrios, Quintero, Solano y Pandales (2013), en Mendoza y Santillán (2022), recomiendan:

- Emplear esponjas, con agua jabonosa o detergentes rebajados que no contengan cloro.
- No utilizar objetos duros ni productos abrasivos.
- No usar disolventes o alcohol, ni productos que los contengan, en la limpieza del aluminio lacado.

- Limpiar la suciedad y el polvo que pueda obstruir los orificios que el perfil inferior del cerco lleva para evacuación del agua que recoge.

Rejas, barandas y celosías: Para el mantenimiento de estos elementos Quintero, Solano y Pandales (2013), en Mendoza y Santillán (2022), recomiendan:

- No deben utilizarse como apoyo de andamios ni para sujetar máquinas o elementos destinados a subir cargas.
- En las rejas y barandas deben vigilarse especialmente los anclajes. La pintura debe mantenerse en buen estado.

Tabla 22. Mampostería y fachadas

FRECUENCIA	INSPECCIONES Y COMPROBACIONES	ACTUACIONES
Muros y revestimientos exteriores		
Permanentemente	VIGILAR: encargado Aparición de humedades. Desplomes, fisuras y grietas Desprendimientos, piezas sueltas.	
Cada 3 años	REVISAR: especialista Juntas de dilatación y el sellado de juntas.	Reposición en su caso.
Cada 5 años	COMPROBAR: especialista Anclajes, molduras y elementos salientes. Estado de ganchos de servicio (se deben comprobar siempre con carácter previo a su utilización). Estado de pinturas.	Ejecutar el tratamiento y reparaciones detalladas por el especialista. Consultar técnico competente.
Cada 15 años	REVISAR: técnico competente Estado general de los muros. Anclajes de alfajías, molduras y elementos salientes.	Según informe del técnico competente.
	Puertas, ventanas y elementos de protección (tapasoles, rejas y barandas).	
Permanentemente	VIGILAR: encargado Roturas de cristales. Anclajes y anclajes defectuosos de barandas	

FRECUENCIA	INSPECCIONES Y COMPROBACIONES	ACTUACIONES
Oxidaciones y corrosiones en elementos metálicos. Ataque de hongos o insectos en los elementos de madera		
Cada año	COMPROBAR: especialista Las juntas de dilatación en la carpintería, y entre la carpintería y los vidrios. Los sistemas de evaluación. Juntas de sellado entre puertas y ventanas y vanos.	Limpiar las puertas y ventanas y persianas. Reponer juntas por especialista. Limpiar orificios para evacuación de condensaciones.
Cada 3 años	REVISAR: encargado. La pintura de la carpintería y la cerrajería. Mecanismos de cierre.	Repintar o barnizar por especialista. Ajustar y engrasar cierres, bisagras y demás elementos móviles de la carpintería y elementos de protección.
Cada 5 años	COMPROBAR: especialista Los elementos de fijación y anclaje de las puertas y ventanas, rejas y barandas. Ataques de comején, hongos por humedad, etc., en elementos de madera. Dilatación. Mecanismos de cierre y maniobras. Cintas, guías y topes de persianas.	Ejecutar el tratamiento y reparaciones detalladas por el especialista. Consultar técnico competente.

Fuente: Manual de uso, conservación y mantenimiento de los colegios de la Secretaría de Educación distrital. En (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.12.2.4. Mantenimiento de muros y divisiones interiores

Muros: Estos se encuentran en las divisiones o separaciones de espacios interiores de un mismo edificio. La tabiquería de ladrillo tiene un espesor de 12 a 15 cm con revestimiento incluido; y, algunos muros llevan empotradas instalaciones de agua, desagüe y electricidad. Por todo ello (Quintero, Solano y Pandales, 2013), en (Mendoza y Santillán, 2022), indican:

- Se prohíbe pintar, lacar o barnizar los muros en ladrillo a la vista. Si los muros se encuentran sucios, éstos se deben lavar con agua a presión y detergentes.

- Se prohíbe pañetar o resanar las vigas o columnas a la vista.
- Aplicar en la superficie limpia, pintura o producto impermeabilizante.
- Limpiar únicamente con un trapo húmedo, o correctivamente con ácido nítrico u otro producto, cumpliendo las proporciones de disolución recomendadas por el fabricante, para ello.
- No colocar objetos que por su peso o forma de colocación puedan producir empujes que dañen la propia pared. Las estanterías con objetos pesados deben apoyarse en el suelo.
- Procurar cerciorarse por dónde pasan las conducciones empotradas antes de clavar algo en la pared, pues podría producir una avería en las instalaciones y suponer un riesgo grave para su seguridad.
- Para colocar un clavo, introducir antes un taco de madera o plástico.

“Las recomendaciones anteriores son igualmente válidas para tabiques con paneles prefabricados tipo Dry Wall (con acabado de yeso) que se fijan a una ligera estructura metálica (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.12.2.5. Mantenimiento de carpintería interior

La carpintería interior está constituida por puertas que permiten el acceso de personas, impiden la formación de corrientes de aire o colaboran en la protección. Mendoza y Santillán (2022), señalan: “Las superficies de las puertas siempre están expuestas a golpes y rozaduras”, y recomiendan:

- Evitar golpes y rozaduras en la superficie.
- Procurar que las puertas no sean golpeadas o giradas bruscamente (portazos), asimismo, tampoco se deben colgar pesos para evitar desprendimiento del anclaje o deterioro de bisagras.
- Si existiere acero en su confección, se recomienda el uso de trapo húmedo y limpio para evitar la corrosión. Evitar lavado a presión.
- Aplicar pintura de esmalte con pistola o brocha, por lo menos una vez al año.

- Mantener, en lo posible, cerradas las hojas de las puertas; y, en caso de haberse mojado debe ser secadas inmediatamente cualquier muestra de humedad.
- Engrasar con regularidad la herrajería (cerraduras, manivelas, bisagras, etc.).
- La limpieza de las puertas puede hacerse con un trapo seco; y, si necesitara su lavado, se recomienda utilizar algún producto de ferretería recomendado para tal caso.

Tabla 23. Muros y puertas

FRECUENCIA	INSPECCIONES Y COMPROBACIONES	ACTUACIONES
	Muros	
Permanentemente	VIGILAR: encargado Aparición de humedades. Fisuras, grietas y desprendimientos.	
Puertas, mamparas y barandas de Escaleras		
Permanentemente	VIGILAR: encargado Cierres defectuosos. Roturas de cristales. Anclajes y anclajes defectuosos.	
Cada 3 años	REVISAR: encargado La pintura de la carpintería y la cerrajería. Mecanismos de cierre y maniobra. Repintar por un especialista. Ajustar y engrasar cierres, bisagras y demás elementos móviles de la carpintería y elementos de protección.	Repintar por especialista. Ajustar y engrasar cierres, bisagras y demás elementos móviles de la carpintería y elementos de protección.
Cada 5 años	COMPROBAR: especialista Los elementos de fijación y anclaje de las barandas. Ataques de comején, hongos por humedad, etc., en elementos de madera. Oxidaciones y corrosiones en elementos metálicos.	Ejecutar el tratamiento y reparaciones detalladas por el especialista. Consultor técnico competente.

Fuente: Manual de uso, conservación y mantenimiento de los colegios de la Secretaría de Educación Distrital. En (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.12.2.6. Mantenimiento de cubiertas

“Elementos de las partes superiores de los edificios, generalmente inclinados, que protegen de las inclemencias meteorológicas, especialmente, de la lluvia, para lo cual, suelen estar revestidos con tejas colocadas sobre planos de fuerte pendiente. En las terrazas, estos planos son de escasa pendiente y llevan un revestimiento que permite pisar sobre ellas. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. (Mendoza y Santillán, 2022).

Algunas cubiertas son transitables y otras no, por lo que sólo pueden ser usadas para el cumplimiento de la finalidad para la que fue concebida. Para ambos tipos (Quintero, Solano y Pandales, 2013) en Mendoza y Santillán (2022), recomiendan:

- Dotar de accesibilidad a las cubiertas, exclusivamente, para su conservación y limpieza por personal especializado.
- En cualquier tipo de terraza evitar la colocación de elementos que pudieran dañar la membrana impermeabilizante. Cuando no fuera posible evitarlo, tomar las precauciones del caso.
- Cubiertas y terrazas deben estar siempre limpias y libres de vegetación parásita. De igual forma, se mantendrán las canaletas y bajantes de lluvia, retirando los obstáculos que dificulten el desagüe.

Tabla 24. Cubiertas.

FRECUENCIA	INSPECCIONES Y COMPROBACIONES	ACTUACIONES
Azoteas		
Permanentemente	VIGILAR: encargado. Empozamientos de agua. Fisuras, grietas, hundimientos y piezas sueltas. Aparición de humedades en los techos de la última planta.	
Cada año	REVISAR: encargado o especialista. Juntas de dilatación y canales. Juntas de pisos en remates. Estado de los pisos.	Limpieza general de remates y canales de desagüe. Reponer o reparar por especialista los elementos dañados.

Cada 3 años	COMPROBAR: especialista. Estado de impermeabilizaciones, acabados superficiales, anclaje de elementos sobresalientes de cubierta, ductos, chimeneas, etc.	Ejecutar el tratamiento y reparaciones detalladas por el especialista. Consultor técnico competente.
Cubiertas en calaminas de Zinc		
Permanentemente	VIGILAR: encargado Aparición de vegetaciones. Hundimientos y piezas rotas o desplazadas. Aparición de humedades en los techos de la última planta.	
Cada año	REVISAR: especialista Limahoyas, limatesas, canales y piezas de cubierta. Encuentros con paramentos y culatas verticales.	Limpieza general de limahoyas, limateas, canales y canales de desagüe. Reponer o reparar por especialista, los elementos dañados.
Cada 5 años	COMPROBAR: especialista Estado de sujeciones de piezas, juntas, canales, traslapes, remates, elementos sobresalientes de cubierta, chimeneas, etc.	Ejecutar el tratamiento y Reparaciones detalladas por el especialista. Consultar técnico competente.
Especiales (Claraboyas)		
Cada año	REVISAR: especialista. Juntas, encuentros y canales. Encuentros con paramentos verticales y culatas. Los sistemas de cierre y accionamiento de elementos móviles.	Limpieza general. Reponer o reparar por especialista los elementos dañados o defectuosos.
Cada 5 años	COMPROBAR: especialista Estado de elementos de fijación, anclajes sellados, etc. Pintura de elementos metálicos.	Ejecutar el tratamiento y Reparaciones detalladas por el especialista. Consultar técnico competente.

Fuente: Manual de uso, conservación y mantenimiento de los colegios de la Secretaría de Educación Distrital. (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.12.2.7. Mantenimiento de revestimiento y acabados

“Se da esta denominación a cualquier capa de material aplicada sobre la superficie de muros, suelos o cielos rasos que componen el edificio,

para protegerlas o decorarlas (Quintero, Solano y Pandales, 2013).”
(Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.12.2.7.1. Revestimientos verticales

(Mendoza y Santillán (2022), señala que entre los revestimientos de muros, los más comúnmente utilizados son:

- Pañete: Revestimiento con mortero de cemento.
- Revoque: Revestimiento con mortero de yeso yeso.
- Estucos: Revestimientos finos de diversos materiales (yeso, cal, etc.).
- Enchapes: Revestimientos con azulejo.

Los tres primeros necesitan un acabado de pintura; los restantes, no.

Todos estos revestimientos, aunque fueran de muy buena calidad, tienen múltiples limitaciones funcionales, por lo que (Quintero, Solano y Pandales, 2013) en Mendoza y Santillán (2022), recomiendan:

- Ningún objeto pesado (muebles de cocina, estanterías, etc.) puede estar sujeto o colgado de los revestimientos. Se recomienda llevar la sujeción al elemento constructivo que sirve de soporte al revestimiento, es decir, a la pared.
- Evite los golpes y roces ya que pueden afectar a su aspecto y estabilidad.
- Las reparaciones deben efectuarse a la mayor brevedad y con materiales análogos a los originales.
- Limpiar con agua y jabón, y desinfectarlo con hipoclorito.
- No usar ácidos ni líquidos que contengan acetona o químicos que puedan quemar el material o rayarlo.

Si tuviera necesidad de hacer alguna perforación en la pared revestida:

- Utilizar siempre un taladrado. Antes de taladrar un azulejo, haga una pequeña hendidura golpeando suavemente con punzón y martillo y coloque en ella la punta del taladro

- En los enchapes evitar los encuentros y esquinas de las piezas

En mayor o menor grado, los revestimientos son siempre sensibles a la humedad.

Por eso, según Mendoza y Santillán (2022), entre las recomendaciones que, al respecto pueden hacerse, se destacan:

- Los estucos de yeso se preservarán de la humedad y salpicado de agua.
- Se procurará que el desagüe de las jardineras o el agua de su riego no caiga sobre los aplacados de la fachada.
- Si las juntas entre los enchapes o azulejos y los aparatos sanitarios no estuvieran bien rellenas, proceda a hacer un sellado con silicona, para evitar que el agua o la humedad penetre hasta el mortero de agarre.
- Los revestimientos están expuestos a la acción del polvo y la suciedad, por lo que se hace precisa una frecuente limpieza.

“Para su limpieza resultan apropiadas las siguientes recomendaciones:

- Los estucos de yeso o estucos suelen limpiarse con un paño seco repasando suavemente sus paramentos.
- Los enchapes: con un paño húmedo, evitando la utilización de ácidos o abrasivos.
- La limpieza de revestimientos de madera y corcho se efectuará en seco. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)”. Antes de taladrar un azulejo, haga una pequeña hendidura golpeando suavemente con punzón y martillo y coloque en ella la punta del taladro.

1.2.12.2.7.2. Revestimientos de suelos

“El pavimento o solado es la capa superior que recubre la superficie de cualquier suelo. Su finalidad es múltiple: desde proporcionar una superficie dura al desgaste, hasta un terminado decorativo. Los materiales que más

frecuentemente aparecen como acabado son: el adoquín, el mármol o los cerámicos, que se reciben al suelo mediante una capa de mortero o pegamento. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)". Antes de taladrar un azulejo, haga una pequeña hendidura golpeando suavemente con punzón y martillo y coloque en ella la punta del taladro

Mendoza y Santillán (2022), señala: entre los pisos cerámicos que puede encontrarse en su edificio son de los siguientes tipos:

- De cerámica sin revestir. La más conocida es la baldosa que se emplea comúnmente en la pavimentación de terrazas, y patios.
- Adoquín en concreto color gris tráfico liviano, utilizado para terrazas y patios.
- Baldosín de granito
- De cerámica esmaltada. Una capa de esmalte extendida sobre la cara vista de la baldosa se vitrifica al tiempo de su cocción.
- De gres. Es este un material de gran dureza, muy compacto e impermeable.

Para los pisos cerámicos de mármol, según Mendoza y Santillán (2022), deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Procure secar inmediatamente el suelo mojado para evitar que el agua penetre en la capa interior provocando, desprendimientos y filtraciones en las áreas inferiores.
- La limpieza debe realizarse con productos como detergentes y desinfectantes apropiados.
- Los pisos en vinisol deben ser limpiados evitando botar agua ya sea en balde o con manguera. Si se comete este error el material se puede levantar.
- No utilizar ácidos ni químicos que puedan quemar o rayar el material.
- Para los pisos de tableta tipo gres o similar se deben aplicar ceras traslúcidas o neutras ya sean naturales, híbridas o sintéticas.

- Si fuera preciso, revise y reponga las juntas dañadas. Su buen estado previene roturas y dificulta el paso de la humedad.
- Evite el derramamiento de grasas y ácidos sobre su superficie.
- Evite golpes o impactos de objetos duros o punzantes ya que pueden romper las baldosas.
- Si una baldosa se rompe o desprende repare el daño lo más rápidamente posible para evitar que las piezas contiguas pudieran sufrirlo.
- Procure disponer de piezas para reposición de los pisos de su edificio.
- El baldosín de retal de mármol y de granito puede pulirse o brillarse de nuevo cuando su aspecto lo aconseje.
- No arrastre los muebles sobre estos pisos.

Para su limpieza resultan apropiadas las siguientes recomendaciones:

- La limpieza debe hacerse con agua jabonosa o detergente neutro.

1.2.12.2.7.3. Revestimientos de cielo rasos

Estos revestimientos estarán adheridos o suspendidos del techo. En el primer caso, suelen ser revestimientos con pasta de mortero de cemento. (Quintero, Solano y Pandales, 2013). Los suspendidos, generalmente son de triplay, madera u otro material.

Se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- De los falsos cielos rasos no se colgará ningún objeto pesado.
- En general, para colgar cualquier objeto debe buscarse la fijación en el elemento estructural que sirva de soporte.

1.2.12.2.7.4. Pinturas

Mendoza y Santillán (2022) indica: “Son revestimientos que sirven de acabado y protección a muchas superficies. Por su situación y consiguiente

contacto directo con el ambiente, las pinturas sufren en primera instancia la mayor parte de las agresiones que tendrían que soportar. (Quintero, Solano y Pandales, 2013). (Mendoza y Santillán, 2022).

Las pinturas prestan su acción protectora, siempre y cuando se observe las siguientes recomendaciones:

- Evite golpes, roces, rallados, etc.
- La acción del polvo, los agentes atmosféricos, el contacto de las personas, etc. exigen un continuo cuidado para que las pinturas no pierdan sus posibilidades de proteger y decorar. Por tanto, procure que estén siempre en perfecto estado.
- Las pinturas sobre elementos metálicos protegen a éstos contra la oxidación, por lo cual procure restaurar la pintura a la primera señal de óxido que observe y selle la filtración de agua que, seguramente, la produce.

Especial cuidado deberá tenerse con las barandas de terraza o cualquier elemento similar colocado a la intemperie. Su oxidación podría entrañar serio peligro. (Mendoza y Santillán, 2022).

Para la limpieza, Mendoza y Santillán (2022) recomiendan:

- Para pinturas tipo veneciano y a la cal, limpie con paño seco. No emplee líquidos de limpieza ni agua, ya que estas pinturas no protegen al yeso contra la humedad.
- Para pinturas al silicato y al cemento, pase ligeramente un cepillo suave con abundante agua.
- Para pinturas plásticas y esmaltes, utilice esponjas o paños humedecidos en agua jabonosa.

1.2.12.2.7.5. Barnices

Para los barnices, protectores que, generalmente, se aplican sobre madera, debe observarse las siguientes recomendaciones:

- Vigile el estado del barniz: es fundamental para la conservación de la madera y el buen funcionamiento de la carpintería.

Para la limpieza de la madera:

- Utilizar esponjas o paños ligeramente humedecidos en agua jabonosa para quitar las manchas.
- Para limpiar superficies barnizadas no utilizar alcohol ni disolventes, ni productos que los contengan.

Tabla 25. Revestimientos.

FRECUENCIA	INSPECCIONES COMPROBACIONES	Y	ACTUACIONES
Pisos			
Piedras Naturales			
Permanentemente	VIGILAR: encargado Aparición de hundimientos, piezas sueltas, fisuras, grietas, y abombamientos. Aparición de humedades.		
Cada 2 años	REVISAR: encargado Aparición de hundimientos, piezas sueltas, fisuras y grietas.		
Cerámicos			
Permanentemente	VIGILAR: encargado Aparición de hundimientos, piezas sueltas, fisuras y grietas.		
Cada 2 años	REVISAR: encargado Juntas en suelos exteriores.		Rellenar y sellar juntas por especialista.
Vanos y Remates			
Permanentemente	VIGILAR: encargado Aparición de humedades. Aparición de hundimientos, piezas sueltas, fisuras y grietas.		
Cada 2 años	COMPROBAR: encargado Juntas de sellado entre puertas y ventanas y vanos		Reponer juntas, en su caso, por especialista.
Enchapes			
Permanentemente	VIGILAR: encargado Aparición de desprendimientos de piezas sueltas, fisuras, grietas, abombamientos y zonas huecas.		

	Aparición de humedades.	
Cada año	REVISAR: especialista Juntas con los aparatos sanitarios.	Reponer los sellados, en su caso
Cada 5 años	COMPROBAR: encargado o especialista Adherencia con el soporte y estado de juntas y encuentros	Ejecutar el tratamiento y Reparaciones detalladas por el especialista. Consultar técnico competente.
Revestimientos y pañetes		
Permanentemente	VIGILAR: encargado Aparición de abombamientos, desprendimientos, fisuras y grietas. Aparición de humedades. Revisar: especialista. Estado del revestimiento.	
Cada 10 años	REVISAR: especialista Estado del revestimiento	Ejecutar el tratamiento y Reparaciones detalladas por el especialista. Consultar técnico competente.
Cielo rasos		
Permanentemente	VIGILAR: encargado Aparición de desprendimientos, abombamientos, fisuras y grietas. Aparición de humedades Comprobar: especialista, estado general de la estructura de soporte.	
Cada 5 años	COMPROBAR: especialista Estado general de sustentaciones.	Ejecutar el tratamiento y Reparaciones detalladas por el especialista. Consultar técnico competente.
Pinturas interiores		
Permanentemente	VIGILAR: encargado Aparición de abombamientos y desprendimientos. Aparición de humedades.	
Cada 5 años	COMPROBAR: encargado Estado general de las pinturas	Proceder. En su caso, al repintado de las zonas en mal estado.

Fuente: Manual de uso, conservación y mantenimiento de los colegios de la Secretaría de Educación Distrital en (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.12.2.8. Mantenimiento de instalaciones sanitarias y electromecánicas

Se denomina así a todo tipo de infraestructuras que prestan algún servicio o proporcionan algún suministro al edificio.

Dentro de las instalaciones sanitarias y electromecánicas las hay de muchos tipos:

- Para suministro de agua, gas y energía eléctrica.
- Para evacuación, como extracción de humos y gases o desagües.
- Para comunicaciones, como es el caso de la conectividad y redes de telecomunicaciones, del teléfono y TV, o radio.
- De protección, como pararrayos, contra-incendios y puesta a tierra

1.2.12.2.8.1. Mantenimiento de instalaciones sanitarias

Red Comunitaria del edificio

La red comunitaria o red de saneamiento del edificio, está conformada por el conjunto de elementos que sirve para la evacuación de las aguas lluvias recogidas por sus terrazas, cubiertas y patios interiores, y de las aguas residuales y negras producidas en los edificios, hasta la red pública de alcantarillado o hasta el pozo séptico o estación purificadora. (Quintero, Solano y Pandales, 2013) en (Mendoza y Santillán, 2022).

El sistema de evacuación está formado por:

- Una red vertical, que forman especialmente:
 - Las bajantes: Conducen aguas lluvias y residuales hasta la caja a pie de bajante.
 - Canales: Receptores de las aguas lluvias en cubiertas.
 - Sifones: Receptoras de las aguas lluvias en terrazas.
 - Sumideros: Recogen aguas en la planta inferior del edificio.

“En edificios de más de cuatro plantas, existe, a veces, una columna de ventilación que discurre paralelamente a los bajantes, para evitar que los

sifones se queden sin agua. (Quintero, Solano y Pandales, 2013)". (Mendoza y Santillán, 2022).

- Una red horizontal está formada por los colectores, registros y cajas, que llevan las aguas recogidas hasta la caja de inspección mayor. Que luego es conectada a la red exterior.

Se hacen, al respecto, las siguientes recomendaciones:

- Cualquier modificación requiere un estudio y la supervisión en el momento de realizar las obras.
- No vierta a la instalación aguas que contengan detergentes no biodegradables, aceites o grasas, colorantes permanentes, sustancias tóxicas o contaminantes, ni arroje objetos que puedan causar taponamientos, como pinzas de la ropa, paños, pequeñas prendas de vestir, etc.

Tabla 26. Instalaciones sanitarias.

FRECUENCIA	INSPECCIONES COMPROBACIONES	Y	ACTUACIONES
Instalaciones Sanitarias			
	Redes horizontales (cajas de inspección y colectores)		
Permanentemente	VIGILAR: encargado Atascos y malos olores. Aparición de humedades y fugas de agua. Roturas y hundimientos del pavimento.		
Cada año	COMPROBAR: especialista Elementos de anclaje y fijación en redes descolgadas. Funcionamiento de toda la red. Estado de tapas de cajas de inspección y pozos de registro.		Limpieza de canalizaciones, registros y cajas de inspección. Efectuar, en su caso, la reparación o sustitución de materiales deteriorados.
Redes verticales (bajantes)			
Permanentemente	VIGILAR: encargado Atascos y malos olores.		

	Aparición de humedades y fugas de agua. Deterioros en elementos de anclaje y fijación de bajantes accesibles.	
Cada 5 años	COMPROBAR: especialista Elementos de anclaje y fijación de bajantes accesibles, dilatación en juntas y funcionamiento.	Proceder, en su caso, a las reparaciones detalladas por el especialista. Consultar técnico competente.

Fuente: Manual de uso, conservación y mantenimiento de los colegios de la Secretaría de Educación Distrital en (Mendoza y Santillán, 2022).

Red de acometida para el suministro de agua del edificio

En Mendoza y Santillán (2022) se indica: La instalación para el suministro de agua a un edificio debe tener una acometida desde la red distribuidora que va por la vía pública. La tubería de acometida tiene incorporadas varias llaves de maniobra: llave de toma, que abre paso a la acometida; llave de registro, en la vía pública y llave de paso, situada en el interior del edificio y próximo a la fachada. En esta última, comienza la red privada e interior al edificio. La instalación completa podría tener los siguientes elementos (Quintero, Solano y Pandales, 2013):

- Contador principal: Mide todos los consumos que se producen en una acometida.
- Batería de contadores: Conjunto que forman los contadores divisionarios para medir los consumos individuales de cada usuario.
- Tanques de reserva de agua.
- Equipo hidroneumático: Proporciona la suficiente presión para que el agua circule por todo el recorrido de las instalaciones. Suele llevar dos electrobombas, de uso alternativo.
- En el caso de existir red de bocas de incendio equipadas, dicha red cuenta con un grupo de presión específico para la misma, independiente del equipo hidroneumático moto bomba para la red de abastecimiento de agua potable, que suele estar ubicado en el mismo recinto.

- Tuberías y accesorios que canalizan el agua a distintas localizaciones del edificio (corredores, terraza, cuarto de basuras.).

Seguir las mismas recomendaciones de las instalaciones interiores:

- Preste atención a cualquier goteo o mancha de humedad.
- Efectúe comprobaciones en su contador para detectar consumos anormales.
- Repare inmediatamente las fugas.
- No deberá modificarse la instalación sin la intervención de un técnico competente.

Respecto del equipo hidroneumático recuerde que:

- Es conveniente que el local donde se instale el equipo hidroneumático esté siempre limpio.
- Los depósitos de agua se mantendrán tapados para evitar la entrada de polvo y suciedad y proteger de posibles contaminaciones.
- La instalación eléctrica que alimenta el equipo hidroneumático debe funcionar correctamente. De igual forma, los elementos que componen el equipo hidroneumático (manómetro, calderín, electrobomba).
- Las electrobombas no deben funcionar si el tanque está vacío.

Red interior de suministro de agua del edificio

“La instalación de agua es la encargada de llevar el agua que se consume, desde la red pública principal hasta los aparatos de consumo. (Quintero, Solano y Pandales, 2013).” (Mendoza y Santillán, 2022).

A partir del contador para medir los consumos de cada edificio en particular, la instalación suele estar formada por:

- Llave de entrada colocada a la salida del contador
- Acometida
- Tuberías para distribución del agua a todos los aparatos.

- Registros secundarios o llaves de corte para permitir o anular la entrada de agua a cada aparato.
- Grifería para regular la entrada de agua a cada aparato en los momentos de consumo.

Mendoza y Santillán (2022) recomiendan:

- Una vez conectado el servicio o cuando haya transcurrido mucho tiempo sin ser utilizado, abra todos los grifos y deje correr el agua suavemente para limpiar las tuberías y demás complementos de la instalación.
- Coloque dispositivos economizadores de agua. En el mercado ya hay distintos tipos para adaptar a los grifos y a las cisternas de los aparatos de uso interno.

Las fugas de agua conminan revisión de las instalaciones sanitarias:

- Vigile cualquier goteo o mancha de humedad que le haga suponer la existencia de una fuga o avería.
- Revise, tan frecuentemente como sea necesario, los mecanismos de carga y descarga de la cisterna del inodoro.
- Efectúe comprobaciones en su contador para detectar posibles fugas o averías. Para ello, puede contrastar lecturas periódicas en su cuenta de servicios públicos.

La presión de suministro, disminuyendo por debajo de la habitual, probablemente, por alguna de estas tres causas:

- Una avería en la red pública, en cuyo caso, debe avisar a su empresa prestadora del servicio.
- Una avería en su propia instalación. Haga que se la revisen lo antes posible.
- Una avería en la red comunitaria o grupo de presión. Debe ser notificado el administrador o encargado.

Tabla 27. Instalaciones hidráulicas

FRECUENCIA	INSPECCIONES Y COMPROBACIONES	ACTUACIONES
Instalaciones hidráulicas - Plomería		
Desagües (aparatos, trampas de grasas, arenas y tuberías)		
Permanentemente	VIGILAR: encargado Atascos y malos olores Aparición de humedades y fugas de agua.	Mantener el agua a nivel en sifones y sumideros
Cada año	COMPROBAR: usuario Trampas de grasas, arenas y sifones registrables de pocetas y lavaplatos en las cocinas.	Limpieza de trampas de grasas y arenas, sifones registrables y válvulas de desagües de aparatos.
Red de distribución de agua		
Permanentemente	VIGILAR: encargado Excesivo consumo. Aparición de humedades y fugas de agua.	Mantener el agua a nivel en sifones y sumideros.
Cada 3 meses	COMPROBAR: usuario Obstrucciones en economizadores de grifos	Limpieza de economizadores en grifos.
Cada año	COMPROBAR: usuario Apertura y cierre en grifos y llaves de corte de la instalación	En caso de deficiente funcionamiento, proceder a su reparación o sustitución por especialista.
Cada 5 años	REVISAR: especialista. Dilatación y funcionamiento	Proceder, en su caso, a las reparaciones oportunas por especialista.

Fuente: Manual de uso, conservación y mantenimiento de los colegios de la Secretaría de Educación Distrital. (Mendoza y Santillán, 2022).

1.2.12.2.8.2. Mantenimiento de instalaciones electromecánicas

Para tener control y poder medir los consumos, la compañía que suministra el servicio instalara un contador en la entrada de la edificación.

Una instalación eléctrica para una edificación consta de:

- **Derivación individual:** Línea que une el contador con el totalizador de protección individual.
- **Totalizador:** Destinado a la protección de los circuitos interiores así como contra contactos indirectos. Suele constar de:
- **Interruptor de control de potencia (ICP):** Aparato destinado al corte automático del suministro cuando se sobrepasa por el abonado la potencia contratada.
- **Interruptor automático diferencial (IAD):** Desconecta automáticamente la instalación en caso de producirse una derivación de algún aparato o en algún punto de instalación.
- **Interruptores automáticos en tablero (IAT):** Dispositivos automáticos magneto térmicos de corte omnipolar y protección de los circuitos interiores.
- **Instalación interior:** Conjunto de circuitos para conectar el cuadro de protección individual con los puntos de utilización.
- **Circuito interior:** Conjunto de conductores, tomas de corriente e interruptores que partiendo del cuadro general de mando y protección están protegidos por un IAT.
- **Conductores eléctricos:** Elementos metálicos recubiertos con material protector destinados a transportar la energía eléctrica. Se sitúan en el interior de los tubos de las canalizaciones. Los empalmes y cambios de dirección de los conductores se realizan mediante cajas de registro y derivación. El color de los conductores permite diferenciar la utilización de los mismos: color azul para el neutro; amarillo –verde para toma de tierra y, negro, marrón o gris para fases activas.
- **Mecanismos:** Elementos de instalación para acción directa de la edificación.

Suelen ser interruptores, conmutadores, pulsadores y bases de enchufes.

Atienda estas primeras recomendaciones (Quintero, Solano y Pandales, 2013):

- Tras una interrupción generalizada del suministro eléctrico, desconecte los aparatos y electrodomésticos. Una subida de tensión al restablecerse el suministro podría dañarlos.
- En caso de ausencia prolongada, desconecte la instalación por medio del interruptor general. Si desea mantener algún aparato en funcionamiento (por ejemplo las neveras existentes) deje conectado el diferencial y el IAT correspondiente, y desconecte los demás.
- No coloque las lámparas u otro elemento de iluminación directamente suspendido del cable correspondiente a un punto de luz.
- No enchufe cualquier aparato en cualquier toma de corriente. Cada aparato requiere una potencia distinta y cada toma de corriente está preparada para soportar una potencia máxima. Si la potencia del aparato es superior a la que soporta la toma de corriente, puede quemarse la base del enchufe, la clavija e incluso la instalación.
- Cuando no vaya a utilizar un aparato durante mucho tiempo, no lo deje conectado, desenchufe la clavija de alimentación de la toma de corriente.
- Compruebe su IAD con periodicidad, al menos mensualmente.
- No enchufe o desenchufe las clavijas de alimentación con las manos mojadas.
- No use nunca aparatos eléctricos con cables pelados, clavijas o enchufes rotos.
- Al desconectar los aparatos, no tire del cordón o cable, sino de la clavija.
- No acerque los cables de alimentación de aparatos eléctricos a aparatos de calefacción o fuentes de calor. Los aislantes podrían derretirse y causar un incendio o una sacudida eléctrica.
- No manipule ningún aparato eléctrico sin haberlo desconectado.
- Para cambiar una bombilla, o manipular en cualquier mecanismo eléctrico, lo más aconsejable es desconectar el circuito correspondiente y efectuar la operación con las manos secas y los pies calzados.

- Adopte precauciones especiales para que los niños no puedan utilizar los aparatos eléctricos. Si fuera necesario, coloque protectores en los enchufes.
- Procure no hacer varias conexiones en un mismo enchufe.

Como medidas de ahorro energético, y para reducir la contaminación, tenga en cuenta:

- Limpiar frecuentemente las bombillas. Si están sucias iluminan peor y se funden.
- Aprovechar al máximo la luz solar. Encienda la luz sólo si es necesario.
- No dejar la luz encendida en sitios vacíos.

Sistema de pararrayos

Es una instalación para proteger al edificio de la caída del rayo. La instalación consta de:

- Cabeza receptora rematada en una o más puntas, colocada al final de un mástil y que sobresale de la parte más alta del edificio.
- Conductor metálico encargado de llevar a tierra la descarga eléctrica del rayo.
- Toma de tierra. El conductor se termina en unas «picas» clavadas en terreno humedecido.

Tabla 28. Instalaciones eléctricas y pararrayos

FRECUENCIA	INSPECCIONES Y COMPROBACIONES	ACTUACIONES
Instalaciones eléctricas		
Permanentemente	VIGILAR: encargado Deterioro de aislamientos en cables vistos Desprendimientos o roturas de tomas de mecanismos eléctricos Desprendimientos de aparatos de iluminación	Mantener el agua nivel en sifones y sumideros

	Reiterados saltos de interruptores automáticos magneto térmicos o diferenciales	
Cada mes	COMPROBAR: encargado Correcto funcionamiento del interruptor automático diferencial	Accionar el dispositivo de prueba. Sustitución en su caso por personal especialista
Cada año	COMPROBAR: encargado Ventilación, desagüe y ausencia de humedades en tablero de contadores	Ejecutar el tratamiento y reparaciones detalladas por el especialista.
Cada 5 años	COMPROBAR: especialista Caja general de protección. Estado, aislamiento y caída de tensión conductores, línea repartidora y líneas individuales y de distribución. Dispositivos de protección en cuadro de protección de líneas de fuerza motriz, cuadro general de protección de líneas de alumbrado y cuadro general de distribución.	Ejecutar las sustituciones y reparaciones detalladas por el especialista.
	Pararrayos	
Permanentemente	VIGILAR: encargado Rotura o deterioro del conductor Modificaciones o alteraciones en la disposición de los elementos.	
Cada 5 años	REVISAR: especialista La continuidad del conductor y la disposición de los elementos. Estado de conservación frente a la corrosión. Fijación de las sujeciones. Conexión a tierra	Proceder, en su caso, a las reparaciones detalladas por el especialista. Consultar técnico competente.

Fuente: Manual de uso, conservación y mantenimiento de los colegios de la Secretaría de Educación Distrital.

1.2.13. Manual de uso, conservación, y mantenimiento de edificaciones públicas

Con el fin de determinar las acciones a seguir con respecto a los daños es vital reconocer cuáles son las causas más comunes que dan lugar a dichos deterioros (Tablas 1 y 2). (Quintero, Solano y Pandales, 2013).

1.2.14. Ventajas del mantenimiento de edificaciones

La ventaja principal del mantenimiento está íntimamente ligada con un concepto de economía, al prolongar el tiempo de explotación de una construcción sin tener que realizar inversiones apreciables. Por otro lado, el poder utilizar una construcción por mayor tiempo y con servicio adecuado constituye una ventaja para los usuarios al poder satisfacer mejor sus necesidades sin agravar considerablemente el presupuesto de la nación. (Quintero, Solano y Pandales, 2013).

La ejecución del mantenimiento a tiempo impide el desgaste anticipado de las edificaciones y sus equipos y reduce los costos por ejecución de grandes reparaciones generales de los edificios. Se trata en principio de reparaciones de poco volumen ejecutadas regular y cíclicamente en las distintas partes, estructuras, equipos, etc. Esto consigue que la principal ventaja de estos mantenimientos venga muy ligada a la parte económica. (Quintero, Solano y Pandales, 2013).

Existe una carencia de conocimiento acerca de los beneficios que provienen de los gastos de diferentes niveles de mantenimiento y se presta poca atención a prevenir o pronosticar los efectos totales por hacer o abstenerse de hacer trabajos en este campo. La razón puede ser que desde el punto de vista de empresas individuales la cantidad desembolsada en mantenimiento resulta pequeña en comparación con los costos de otras operaciones, pero cuando se analiza a escala nacional resulta perfectamente claro que el mantenimiento es una actividad de primera importancia. (Quintero, Solano y Pandales, 2013).

1.2.15. Vida útil de una edificación

La vida útil de una edificación está estrechamente ligada a la palabra mantenimiento pues a las obras se les aplican Programas de Mantenimiento para que estas puedan llegar a cumplir con el tiempo de vida útil para el cual fueron ejecutadas, es por eso creemos necesario abordar criterios sobre este concepto. (Quintero, Solano y Pandales, 2013). La vida útil del edificio es la previsión del período de tiempo durante el cual es susceptible de ser utilizado el mismo en las condiciones de calidad requeridas, siempre que se hayan observado las instrucciones de uso y mantenimiento y se hayan realizado las obras de rehabilitación necesarias. (Quintero, Solano y Pandales, 2013).

“Durante toda la vida útil de un edificio, hay tres parámetros esenciales que vienen definidos en la fase de proyecto: La durabilidad o expectativas de que un elemento pueda cumplir las funciones encomendadas; la mantenibilidad, entendida como facilidad para poder realizar las funciones de inspección, limpieza, reparación o sustitución y finalmente los costos de explotación debidos a consumos energéticos. (Casanovas, 1996)” (Quintero, Solano y Pandales, 2013).

Conocer la vida útil propuesta para cada elemento de la construcción permitirá estimar la vida útil de la edificación y con ello determinar los ciclos de mantenimiento en años, las inspecciones en años, las reparaciones cíclicas en años, etc. que cada elemento componente del edificio deberá recibir en función de sus características, ubicación, materiales, etc.

Tomando como base lo señalado en el documento denominado “Lineamientos para la identificación y registro de las inversiones de optimización, de ampliación marginal, de rehabilitación y de reposición – IOARR”, se pueden identificar dos dimensiones en los cuales se desenvuelve la aplicación de la vida útil: vida útil estimada y vida útil efectiva. Sobre la primera pueden ser: (i) tiempo de uso de diseño. Por

ejemplo, un foco incandescente por lo general tiene un tiempo de uso de 1000 horas, en cambio una luminaria led su período es mayor por la tecnología que utiliza; (ii) cantidad de unidades producidas de diseño.

Por ejemplo, una impresora con capacidad de realizar hasta un millar de impresiones. Sobre la segunda dimensión pueden ser: (i) Por el valor actual de los costos incurridos de operación y mantenimiento en tanto sea mayor al valor actual del costo de adquisición nueva y su operación. Por ejemplo, una bomba de agua de inodoro con tecnología obsoleta vs una actual, donde para el mantenimiento y operación de la primera se gasten más recursos que adquirir una nueva y operarla; (ii) Por previsión de daño irreparable o por causas propias de su operación y uso. Aquello relacionado con los aspectos de la vida útil estimada. Por ejemplo, al estar cercano al cumplimiento de las 1000 horas máximas de uso de un foco incandescente; (iii) Por un daño o deterioro irreparable.

La rotura de un vidrio de ventana; (iv) Por modificación de la normativa vigente aplicado al componente. En el caso de una puerta por actualización de sus dimensiones normativas. En este caso se analiza la conveniencia técnica y económica de su permanencia, hasta que se presente alguno de los casos anteriormente señalados; y (v) Por requerimiento tecnológico de un nuevo hardware para poder utilizar adecuadamente el software en equipos informáticos. (Gobierno Peruano, 2019).

El concepto de vida útil de los elementos de una edificación nos permitirá estimar la vida útil de la edificación, además de que este concepto unido a la conciencia política de que son esenciales los recursos para mantenimiento y reparación, favorecerá la conservación en condiciones óptimas del patrimonio construido. (Quintero, Solano y Pandales, 2013).

1.2.16. Bienes culturales inmuebles

1.2.16.1. Generalidades

Norma A.140 del Reglamento Nacional de Edificaciones proporciona elementos de juicio para la evaluación y revisión de proyectos en

bienes culturales inmuebles y establece una serie de regulaciones sobre el Patrimonio Cultural Inmueble. Así, en su artículo 2 indica: “ Son Bienes Culturales Inmuebles integrantes del Patrimonio Cultural de la Nación, los edificios, obras de infraestructura, ambientes y conjuntos monumentales, centros históricos y demás construcciones o evidencias materiales resultantes de la vida y actividad humana urbanos y/o rurales, aunque estén constituidos por bienes de diversa antigüedad o destino y tengan valor arqueológico, arquitectónico, histórico, religioso, etnológico, artístico, antropológico, paleontológico, tradicional, científico o tecnológico, su entorno paisajístico y los sumergidos en espacios acuáticos del territorio nacional” (MVC, 2013, p.381).

El Instituto Nacional de Cultura es el organismo rector responsable de la promoción y desarrollo de las manifestaciones culturales del país y de la investigación, preservación, conservación, restauración, difusión y promoción del Patrimonio Cultural de la Nación. Los Gobiernos Regionales, Municipios Provinciales y Distritales, tienen como una de sus funciones promover la protección, y difusión del patrimonio cultural de la Nación, dentro de su jurisdicción, y la defensa y conservación de los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos, colaborando con los organismos regionales y nacionales competentes en su identificación, registro, control, conservación y restauración. (MVC, 2013, p.381).

Entre otros tipos, los bienes culturales inmuebles han sido clasificados como: Ambiente monumental, ambiente urbano monumental, centro histórico, conjunto monumental, inmuebles de valor de entorno, inmuebles de valor monumental, monumento, sitio arqueológico, zonas arqueológicas monumentales y zona urbana monumental. Entre otros, el MVC (2013) define a los tres primeros tipos, en los siguientes términos:

Ambiente Monumental: Es el espacio (urbano o rural), conformado por los inmuebles homogéneos con valor monumental. También se

denomina así al espacio que comprende a un inmueble monumental y a su respectiva área de apoyo monumental.

Ambiente Urbano Monumental: Son aquellos espacios públicos cuya fisonomía y elementos, por poseer valor urbanístico en conjunto, tales como escala, volumétrica, deben conservarse total o parcialmente.

Centro Histórico: Es aquel asentamiento humano vivo, fuertemente condicionado por una estructura física proveniente del pasado, reconocido como representativo de la evolución de un pueblo.

El Centro Histórico es la zona monumental más importante desde la cual se originó y desarrolló una ciudad una ciudad. Las edificaciones en centros históricos y zonas urbanas monumentales pueden poseer valor monumental o de entorno. (MVC, 2013, p.381)

Los tipos de intervención que pueden efectuarse en los bienes culturales inmuebles, como monumentos y ambientes urbano monumentales, son: Conservación; restauración; consolidación estructural; rehabilitación; mantenimiento, remodelación y ampliación. La autorización para la ejecución de los trabajos en monumentos y ambientes urbano monumentales será otorgado por el Instituto Nacional de Cultura (MVC, 2013, p.384).

Conservación: “Es la intervención que tiene por objeto prevenir las alteraciones y detener los deterioros en su inicio, a fin de mantener un bien en estado de eficiencia y en condiciones de ser utilizado” (MVC, 2013, p.383).

Restauración: “Es un proceso operativo técnico-científico multidisciplinario, que siguiendo una metodología crítico-analítica tiene por objeto conservar y revelar los valores estéticos e históricos de un bien, mueble o inmueble. Se fundamenta en el respeto de los elementos antiguos y el testimonio de los documentos auténticos, se detiene ahí donde comienza lo hipotético” (MVC, 2013, p.383)

Consolidación: “Técnica de restauración que consiste en la ejecución de las obras mínimas necesarias para asegurar la estabilidad y solidez

de la estructura de un edificio, siempre y cuando no impliquen modificaciones sustanciales de las mismas” (MVC, 2013, p.383).

Consolidación estructural: “Proceso técnico que consiste en integrar y dar firmeza y solidez a un edificio para asegurar su perennidad, sin alterar su aspecto” (MVC, 2013, p.383).

Rehabilitación: “Habilitar de nuevo un inmueble o restituir a este su antiguo estado” (MVC, 2013, p.383).

Mantenimiento: “Conjunto de operaciones y cuidados necesarios que buscan detener el deterioro de una edificación, sus instalaciones y equipamientos, para que puedan seguir funcionando adecuadamente” (MVC, 2013, p.383).

Remodelación: “Es la intervención que tiene por objeto dar nuevas condiciones de habitabilidad a un inmueble, adaptando elementos y espacios a una **función**. No debe confundirse con la creación arquitectónica, que reutilice los elementos (deteriorados o no) de un inmueble” (MVC, 2013, p.383).

Ampliación: “Es la intervención por la cual se incrementa el área de construcción a una edificación existente” (MVC, 2013, p.383).

1.2.16.2. Contenido de información de proyectos de intervención en bienes culturales inmuebles monumentales para su aprobación

Los proyectos de intervención en bienes culturales inmuebles para ser sometidos a su aprobación deberán contener, según MVC (2013), la siguiente información:

a) Estudio Histórico:

- Planos anteriores
- Fotografías o grabados anteriores del inmueble
- Documentos de propiedad

b) Levantamiento del estado actual

- Plano de las fachadas del perfil urbano de ambos frentes de la calle donde se ubica el inmueble

- Fotografías del exterior y del interior del inmueble
- Planos de plantas, cortes y elevaciones. Indicación de materiales de pisos, techos y muros, reseñando su estado de conservación. Indicación de intervenciones efectuadas al inmueble.
- Planos de instalaciones eléctricas y sanitarias, indicando el estado de conservación.
- Memoria descriptiva de las funciones actuales y de los componentes formales.

c) Propuesta de conservación – restauración:

- Plano de ubicación. Planos de plantas, cortes y elevaciones indicando las intervenciones a efectuar, las soluciones estructurales a adoptar, y los acabados que se proponen.
- Plano de techos. Detalles constructivos y ornamentales de los elementos a intervenir, consignando las especificaciones técnicas necesarias (materiales, acabados, dimensiones).
- Planos de perfil urbano incluyendo la propuesta (escala 1/200).
- Planos de instalaciones sanitarias y eléctricas.
- Memoria descriptiva en la que se justifiquen los criterios adoptados en las intervenciones planteadas, el uso propuesto y las relaciones funcionales, así como las especificaciones técnicas necesarias.

1.2.16.3. Ejecución de obras en ambientes monumentales

“La conservación de los ambientes monumentales implica el permanente mantenimiento de las edificaciones y espacios públicos”.
 “La adaptación de éstos a la vida contemporánea requiere instalaciones adecuadas de las redes de infraestructura de los servicios públicos” (MVC, 2013, p.383).

No están permitidos el tendido aéreo de instalaciones eléctricas, de telefonía y televisión por cable. Los medidores de los servicios de energía o gas, se deberán acondicionar en habitaciones interiores.

La intervención en monumentos históricos está regida, entre otros, por los siguientes criterios:

- Deberán respetar los valores que motivaron su reconocimiento como monumento integrante del Patrimonio Cultural de la nación.
- Solamente se permitirá la demolición parcial de un monumento previa evaluación, debiendo proponerse un proyecto de intervención total en el cual la obra nueva se integre al contexto.
- Se podrá autorizar el uso de elementos, técnicas y materiales contemporáneos para la conservación y buen uso de los monumentos históricos.
- Los monumentos deben mantener su volumetría y altura original, las intervenciones de adecuación y puesta en valor no deben modificar su expresión formal, características arquitectónicas, carpintería y motivos ornamentales.
- Cuando sea imprescindible realizar trabajos de emergencia a fin de evitar pérdida o deterioro de un monumento, la persona o entidad propietaria del Monumento o responsable del mismo dará cuenta inmediata al Instituto Nacional de Cultura, quien dictará las medidas preventivas correspondientes. Asimismo, deberá comunicar de tales hechos a la Municipalidad Provincial o Distrital correspondiente.

1.3. Definición de términos básicos

1. **Actuación:** Acciones, actividades o trabajos de mantenimiento, a emprender, como resultado de las inspecciones o comprobaciones.
2. **Alcalinidad:** Medida de la capacidad para neutralizar ácidos a diferencia del pH que indica si una solución es ácida o básica. La alcalinidad expresa cuanto ácido puede absorber una solución sin cambiar el pH. El pH del concreto es 12.5 que indica ambiente alcalino, lo cual protege al acero e impide el ingreso de dióxido de carbono a los poros del concreto. Se conoce que un concreto tarda en promedio estructural estándar tarda 20 años en carbonatar 2cm.
3. **Anomalía:** Es la indicación del posible fallo. Hay un interés en conocer dentro del proceso constructivo cada etapa y así identificar cuál de ellas es la que más influye en un siniestro constructivo y muchos han concluido de que los fallos se pueden dar en estos cuatro grupos: proyecto, materiales, ejecución, uso y mantenimiento.
4. **Condiciones de seguridad:** Cumplimiento de la normativa referida a las características estructurales, no estructurales y funcionales de un objeto de inspección, que permite el desarrollo de actividades.
5. **Conservación:** Conjunto de actitudes de una comunidad dirigidas a hacer que el patrimonio y sus monumentos perduren. La conservación es llevada a cabo con respecto al significado de la identidad del monumento y sus valores asociados, sin alterar su ordenación o decoración. (Instituto Español de Arquitectura, 2000).
6. **Cultura:** Conjunto de rasgos distintivos, espirituales, materiales y afectivos que caracterizan una sociedad o grupo social. Ella engloba además de las artes y las letras, los modos de vida, los derechos fundamentales del ser humano, los sistemas de valores ,creencias y tradiciones. (UNESCO, 1982).

7. **Defecto:** Se da cuando uno o más elementos de la construcción no cumplen la función para la que fue previsto.
8. **Deterioro de una edificación:** Proceso que se debe a la interacción de ésta con el medio, ya que éstas se ven degradadas por elementos ambientales como cambios de temperatura, luz solar, humedad ambiental, lluvia, además del uso en el tiempo (Quintana, 2004).
9. **Deterioro o desgaste de la Infraestructura Educativa:** Es la disminución o pérdida gradual de las propiedades de la infraestructura educativa ocasionada por el desgaste natural o uso cotidiano, falta de mantenimiento, accidente, uso inadecuado, factores ambientales, fenómenos naturales y/o atmosféricos. (MINEDU, 2020)
10. **Diagrama de análisis de procesos:** Representación gráfica de todo el proceso en las que se incluye transporte, inspección, demora y almacenamiento.
11. **Elementos estructurales:** Elementos que constituyen o conforman la estructura resistente de la edificación: zapatas, cimientos, columnas, vigas, muros, losas de techo, albañilería.
12. **Estados límites de durabilidad de una estructura:** Los valores mínimos de servicio o valores máximos aceptables de degradación de una estructura. Estos valores son dos: Estado límite de servicio (ELS); y, el estado límite último (ELU). (Lee, et. al., 2006).
13. **Estado límite de servicio (ELS):** la estructura ha llegado a su vida útil, o sea “es el estado en el cual los requerimientos de servicio de una estructura o elemento estructural (seguridad, funcionalidad y estética) ya no se cumplen”. (Lee, et. al., 2006).
14. **Estado límite último (ELU):** Tiempo en el cual la estructura llega a un estado de degradación inaceptable antes de que sufra un colapso inminente. $ELU < T_{\text{Colapso}}$. Estado en que la estructura o elemento

estructural “se encuentra asociado con colapso u otra forma similar de falla estructural” (CEB, 1992 en Lee, et. al., 2006).

15. **Falla:** Es la finalización de la capacidad del elemento, la cual no le permite desempeñar su función requerida.
16. **Infraestructura educativa:** Soporte físico del servicio educativo, constituido por el conjunto de predios, espacios, edificaciones, equipamiento y mobiliario. Contempla los elementos estructurales y no estructurales (instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, entre otras), organizados bajo un concepto arquitectónico bajo los requerimientos de seguridad, funcionalidad y habitabilidad de la infraestructura, y responde a los requerimientos pedagógicos.
17. **Inspección:** Actividad por la que se examinan instalaciones y servicios para verificar el cumplimiento de los requisitos que le sean de aplicación. Debe indicar de forma sistemática, las acciones de vigilancia, revisiones, comprobaciones y pruebas a llevar a cabo en los periodos de tiempo señalados, los aspectos o elementos a vigilar, revisar o comprobar y la persona, empresa o institución encargada de ello. (Manual de uso, conservación y mantenimiento de los colegios de la Secretaría de Educación Distrital)
18. **Inspección formal:** Se realiza orientándola hacia una sección compuesta, con el objetivo de detectar cualquier deterioro del elemento y evitar que se torne en un problema mayor, así como controlar las condiciones que producen pérdidas.
19. **Inspección informal:** Inspección que se debe realizar con la mayor frecuencia posible, su objetivo es detectar fallas, ajustes, reparaciones o cambios en elementos esenciales para el desarrollo de actividades diarias.
20. **Mantenimiento:** Tarea que garantiza la prolongación de la vida útil de las edificaciones, al evitar que con el deterioro queden inutilizables.

Las características del mantenimiento y las reparaciones están en función de la tipología de la edificación en sí y se relaciona estrechamente con la época de construcción y los materiales que se emplearon en su ejecución. (Arencibia, 2008). La planificación del mantenimiento en edificios puede evitar gastos innecesarios y pérdida de tiempo, pues la falta de esta implementación, conduce a edificios degradados prematuramente, limitando su vida útil (Ricucci, 2003).

21. **Mantenimiento Correctivo:** Se refiere a realizar acciones solamente cuando se presentan fallas o el deterioro de la estructura es avanzado y se ha hecho visible, causando molestias a los ocupantes del edificio, además de que puede detener el uso normal de la infraestructura. Esta acción no es planificada sino que responde a una necesidad, producto del uso mismo de la estructura y a su interacción con el medio ambiente.

22. **Mantenimiento Preventivo:** actividad destinada con el objetivo de evitar que se produzcan fallas tempranas en los elementos que componen un edificio; y, evitar gastos mayores en los edificios, especialmente en aquellos casos donde se han realizado grandes inversiones. Busca prevenir que se den fallas y deterioros en las estructuras, cuyo costo de reparación es más elevado una vez que se presenten; asimismo, busca alargar la vida útil de las obras civiles, y mejorar aspectos como la estética y salubridad de las edificaciones. (García, 2002). Las edificaciones pueden llegar a su vida útil esperada si se les brinda mantenimiento de forma adecuada. En este sistema se trata de llevar un proceso de inspecciones rutinarias y sistemáticas (Matulionis & Freitag, 1990).

23. **Mantenimiento recurrente:** El mantenimiento recurrente involucra acciones frecuentes o periódicas que permiten mantener los componentes de la infraestructura educativa libres de manchas, polvo, suciedad, microorganismos, agentes externos u otros, mediante la limpieza y desinfección, que puedan perjudicar las

condiciones de salubridad y seguridad del local educativo y de la comunidad educativa. (MINEDU, 2020)

24. **Mantenimiento de obras nuevas:** El que se realiza en ciclos previstos desde el momento en que se elabora el proyecto y que debe aplicarse tan pronto concluye la construcción.
25. **Mantenimiento de obras viejas existentes:** Mantenimiento de obras viejas existentes: El que debe comenzar su aplicación después que se han efectuado las reparaciones o reconstrucciones requeridas para eliminar los desperfectos existentes.
26. **Mantenimiento Complejo:** reparación compleja o la sustitución de elementos fundamentales de la edificación; por ejemplo, elementos portantes principales y otros componentes estructurales de importancia. Debe realizarse por personal especializado; su costo promedio varía del 25 al 30 % del costo total de la edificación.
27. **Pañete:** Pasta de cemento Portland, arena, agua y cal u otro aditivo en ocasiones, que proporcionan plasticidad a la mezcla logrando producir menos grietas al secado.
28. **Patología de la Construcción:** Manifestación de un conjunto sistemático de deterioro o presencia de los defectos de la construcción, identificando sus causas, consecuencias y su remediación o tratamiento total.
29. **Patrimonio Cultural:** Obras arquitectónicas, de escultura o de pintura monumentales, elementos o estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos, denominados monumentos, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia del arte o de la ciencia; grupos de construcciones, aisladas o reunidas, denominados conjuntos, cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje les dé

un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia ; obras del hombre u obras conjuntas del hombre y la naturaleza , así como las zonas incluidos los lugares arqueológicos que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico. (UNESCO, 1972, Art.1).

30. **Patrimonio Cultural de la Nación:** “Se entiende por bien integrante del Patrimonio Cultural de la Nación toda manifestación del quehacer humano –material o inmaterial– que por su importancia, valor y significado paleontológico, arqueológico, arquitectónico, histórico, artístico, militar, social, antropológico, tradicional, religioso, etnológico, científico, tecnológico o intelectual, sea expresamente declarado como tal o sobre el que exista la presunción legal de serlo. Dichos bienes tienen la condición de propiedad pública o privada con las limitaciones que establece la presente Ley.” (Ley N° 28296 – Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación, Título Preliminar: Art. I, Objeto de la Ley; Art. II – Definición. (21.07.2004)).
31. **Puesta en Valor:** Conjunto de acciones que trata de incorporar un bien histórico o artístico, es decir; habitarlo en las condiciones objetivas y ambientales que sin desvirtuar su naturaleza, resalten sus características y permitan su óptimo aprovechamiento .Debe entenderse que se realiza en función de un fin trascendente que en el caso de Iberoamérica sería contribuir al desarrollo económico de la región. (OEA, 1967).
32. **Prevención:** Acción y efecto de prevenir con anticipación lo necesario para contrarrestar sucesos no deseados”. (Sosa T, 2014, p.353).
33. **Probabilidad de falla:** Posibilidad de exceder cierto estado límite, ya sea el ELS o el ELU (ACI Committee 201, 1991). El término “falla por durabilidad” es usado cuando existe una falla por degradación del

material en una estructura o elemento estructural; en comparación de “*falla mecánica*”, la cual es causada por cargas mecánicas externas. Es importante notar que la falla por durabilidad podría generar una falla mecánica. (Lee, et. al., 2006).

34. **Procedimiento:** Forma específica de llevar a cabo una actividad o un proceso” (Organización Internacional de Normalización, 2015).
35. **Registros:** Formato que contiene información importante acerca del estado físico y funcional de determinada área inspeccionada.
36. **Restauración:** Actividad encaminada a reparar o prevenir la integridad física y valores artísticos de una obra de arte que por su antigüedad, o estado de conservación, se ha deteriorado, respetando la esencia original de la obra. En arquitectura suele ser tipo funcional para mantener la estructura y unidad del edificio o para reparar defectos en los materiales constructivos. (INPC, 2010, p.76)
37. **Riesgo Alto:** Riesgo que se presenta cuando existe deterioro, debilitamiento o deficiencias en los elementos estructurales, no estructurales y/o funcionales en los objetos de inspección y las personas se encuentran expuestas a los mismos, debiendo evaluar la actividad que se desarrolla en el objeto de inspección y emitir medidas de cumplimiento obligatorio e inmediato por parte del administrado en salvaguarda de la vida humana.
38. **Riesgo Muy Alto:** Riesgo que se presenta cuando existe inminencia de que los elementos estructurales debido a la manifestación de un peligro, el severo deterioro y/o debilitamiento de los elementos estructurales, entre otros; lo cual puede generar daños y la Pérdida a la vida humana y el patrimonio, por la exposición de las personas, debiendo emitirse medidas de cumplimiento obligatorio e inmediato por parte del administrado en salvaguarda de la vida humana.

39. **Uso:** Interacción que tienen los diferentes individuos que conforman la comunidad educativa con la infraestructura educativa, de acuerdo con la función para la cual fue diseñada. (MINEDU, 2020)
40. **Vida Útil:** Lapso de tiempo donde la estructura de concreto armado mantiene características de seguridad, funcionalidad y estética, establecidas al inicio del proyecto, sin gastos de mantenimiento o reparaciones adicionales (Red Temática DURAR, s.f.). La vida útil, fija que, dentro de un determinado periodo, la estructura cumplirá con todos los requerimientos necesarios para desarrollar un correcto desempeño, sin necesidad de realizar importantes intervenciones. Cuando la estructura presenta alguna deficiencia con respecto a los parámetros dados, quiere decir que ya no se encuentra dentro del periodo de su vida útil. La vida útil de una estructura puede ser estimada tomando en cuenta el Anexo 9° de la Instrucción Española de Hormigón Estructural (EHE), el cual se basa en el estado límite de durabilidad. (Lee, et. al., 2006). Para MINEDU (2019): Es el periodo de uso estimado durante el cual se espera que la infraestructura educativa o parte de ella conserve sus propiedades de acuerdo a los estándares de calidad correspondientes. Excepcionalmente, la vida útil puede culminar como consecuencia de un daño irreparable o por obsolescencia (MINEDU Perú, 2019).
41. **Vida Residual:** Tiempo a partir del momento que la estructura alcanza el anterior límite aceptable (fin de la vida útil). Es el tiempo que tiene el dueño de la estructura, o elemento estructural, para repararla, remodelarla o renovarla completamente para que regrese a su estado de servicio, en estado de seguridad, funcionalidad y estética, antes que la degradación avance hasta el límite de posible colapso. (Lee, et. al., 2006).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

La degradación de una edificación es inevitable en el tiempo y es generada por agentes como: el agua, el sol, el viento causante, no solamente de abrasiones en los materiales expuestos sino que interviene en la penetración de gases causantes de la carbonatación del concreto, y los cambios ambientales, determinan la vida útil de una edificación, la cual se manifiesta en: la apariencia, funcionalidad, seguridad y estabilidad; aspectos, que se ven afectados por la exposición a acciones degradantes, por la falta de control de calidad durante el proceso constructivo y hasta por el mismo servicio que preste la edificación, factores que influyen en la durabilidad física, la resistencia físico-química y mecánica de todos sus materiales y componentes.

Una edificación se diseña y construye para cargas de servicio y carga última, las cuales son combinaciones de cargas muertas, cargas vivas, de viento, temperatura, sismos, desgaste y reacciones intrínsecas en el concreto y acero que deben ser proyectadas a la etapa de servicio durante su vida útil; asimismo, se presentan situaciones de carácter excepcional tales como: asentamientos del terreno, fuego y hasta explosiones, con lo cual se hacen necesaria realizar labores de mantenimiento preventivas y correctivas que garanticen el estado de servicio de las edificaciones. (Mendoza y Santillán, 2022)

La congregación de Franciscanas Misioneras de María, en virtud del contrato de compraventa registrada en fecha 26 de julio de 1926 ha adquirido íntegramente el dominio de la finca ubicada entre las calles Sargento Lores, Arica y Huallaga de la ciudad de Iquitos, distrito de Iquitos, provincia de Maynas: cuyos linderos son: Al Norte, propiedad de Riquel Dávila, Isabel Hernández, Abigail Meza y de la Compañía Nacional de Teléfonos; al Sur, la tercera cuadra de la avenida Sargento Lores; al Este, la calle de Arica; y al Oeste, la calle Huallaga. Y cuya acumulación de área aparece inscrita y firmada en fecha 24 de mayo 1949, haciendo una

extensión superficial de 4122.83 m² (Cuatro mil ciento veintidos metros cuadrados ochentitres centímetros).

En fecha 22 de junio de 1949, según Asiento Número Seis Tomo cuatro, folio 249 Partida CXVII, se inscribió la memoria descriptiva valorizada de un módulo de dos plantas para local del colegio Sagrado Corazón de 800.70m² de área. La planta baja consta de un callejón, una galería interior, una sala para la dirección, otra para la secretaría, cinco aulas, otra gran sala y diversos servicios higiénicos. La planta alta consta: de seis salas para clases y galerías con arcos y baluartes y diversos servicios higiénicos: el piso de ambas plantas es de cemento y mosaicos, sostenida el de la planta alta por vigas de hierro.

En fecha 22 de junio de 1949, Asiento Número Siete, Tomo 4, folio 249, Partida CXVII se inscribió la memoria descriptiva valorizada de un módulo de dos plantas para local del colegio Sagrado Corazón de 462m² de área. La albañilería con ladrillo tubular, sobre cimientos de concreto y mampostería de ladrillo común, techo de tejas sobre armazón de madera forrada de cielo raso. La planta baja consta de dos salas, otra sala, una galería interior, seis habitaciones, una escalera, un pabellón, una cocina, una lavandería con piletas de cemento, un hall, una sala para mecanografía, un pasadizo, una sala de recibo, una sala para repostería, una sala dividida para enfermería y escritorio, una salita, una sala dividida para cocina y despensa, otra cocina, una huerta cerrada por muros de ladrillos, una escalera de madera, balaustres y diversos servicios higiénicos; el piso de mosaicos y cemento. La planta alta consta: de un corredor y dieciocho habitaciones para dormitorios, un corredor con acceso a una galería de la planta baja por un balcón y diversos servicios higiénicos; piso de concreto sobre vigas de hierro.

En fecha 23 de julio de 1964, según Asiento Número Ocho, Tomo 4, Folio 249, Partida CXVII, se inscribió la memoria descriptiva valorizada de un módulo de dos plantas para local del colegio Sagrado Corazón de 1133m² y 64 cm de área correspondiendo a 28.20m de frente x 40.20 m de fondo, de frente a la Av. Sargento Lores y signada con el número 334. La planta baja consta de un portal de entrada, con jardineras decorativas, un gran

hall de pepelma y habitaciones para secretaría; en la parte lateral derecha, una escalinata de acceso a la planta alta y servicios higiénicos; en la parte posterior, una amplia galería con arquería formada por columnas de concreto armado y ladrillo y patio de recreo. Las paredes son de ladrillo, levantadas sobre zapatas de concreto y cimientos de ladrillo común; previsto de columnas y vigas principales de concreto armado que refuerzan el techo de esta planta que es de concreto armado tipo aligerado y que forma el piso de la planta alta. Las paredes son enlucidas y pintadas con supermate, las puertas de madera de cedro pintadas al óleo, las ventanas con persianas de madera, el piso es de mosaicos, las columnas de la galería y la pared que da a éstas revestidas de mosaicos hasta la altura de 1.20 metros y las de los servicios higiénicos hasta 1.50 metros; tiene instalación de agua potable y luz eléctrica empotrada. La planta alta consta: la escalinata de acceso a esta planta da a un hall y a la amplia galería construida sobre la parte baja, consta de dos amplias aulas y una habitación más que sirve de museo y servicios higiénicos; las columnas de la planta baja se prolongan a esta planta, formando una amplia galería; las paredes son enlucidas y pintadas con supermate; las puertas de madera de cedro pintadas al óleo; las ventanas con persianas; el techo es calamina sobre tijerales de madera escuadrado, el cielo raso es de Nórdex pintada al óleo; todo el piso en general es mosaico; las columnas de la galería unidas entre sí por balaustres de concreto revestidas de mosaicos; tiene instalación de agua potable y luz eléctrica empotrada.

El Inspector Técnico de Seguridad en Edificaciones, en virtud de lo previsto por la R.D. N° 071-2018-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS, a través del Informe N° 025-2019-VI-JBLT de fecha 8 de julio de 2019, dirigido al Jefe de la División de Defensa Civil de la Municipalidad Provincial de Maynas, comunica los resultados, conclusiones y recomendaciones de la Visita de Inspección a la I.E.P.S. "Sagrado Corazón":

Las áreas de terreno de las instalaciones de la I.E. Sagrado Corazón del nivel de Primaria y Secundaria son de 1765.00m² y 6355.00m², respectivamente.

Mediante Resolución Directoral N° 001185-2016-GRL-DREL-D de fecha 15 de abril de 2016, la Dirección Regional de Educación, **declara en situación de emergencia y alto riesgo**, la infraestructura del Nivel Secundario del local de la Institución Educativa Primaria secundaria “Sagrado Corazón” ubicado entre las calles Sargento Lores /Huallaga, local construido el año 1920, según testimonio del personal administrativo más antiguo, es decir al 2022 la infraestructura tiene una antigüedad de 102 años aproximadamente.

El área de terreno del Nivel de Secundaria, materia de evaluación en el presente Informe es de 693.00m², en cuya superficie se ha edificado en dos niveles un área construida aproximada de 1386.00m², con la siguiente distribución arquitectónica: **Primer Nivel:** Cinco aulas, 1 ambiente, 1 ambiente de Psicología, 1 ambiente para biblioteca, 1 ambiente para área de matemática y servicios higiénicos. **Segundo Nivel:** 8 aulas y servicios higiénicos, alcanzando a albergar en promedio 1400 estudiantes.

La infraestructura es a base de columnas de concreto cemento-arena con acero de refuerzo, vigas metálicas, dóvelas de ladrillo común y mortero, piso de cerámicos, cielo raso de madera machihembrado, cobertura de calamina galvanizada.

El segundo piso, que desde hace tres años no está en uso, por la vibración que se produce al caminar de los estudiantes, sin embargo, en el primero todas las aulas de este pabellón continúan funcionando las aulas.

La infraestructura de la institución Educativa “Sagrado Corazón” se encuentra declarado en Situación de Emergencia y con el nivel de Riesgo Alto (solo en la zona declarada en Situación de Emergencia y Alto Riesgo) por lo tanto la calificación es **Inhabitable**. Esta infraestructura está considerada como **Patrimonio Cultural de la Nación**; y, al serlo **no se puede demoler**, solo se puede **restaurar**.

La infraestructura de la Institución Educativa “Sagrado Corazón” es de propiedad del estado Peruano y la administración está a cargo de la Dirección Regional de Educación de Loreto – GOREL y de la Dirección del

colegio, bajo cuyo ámbito está la responsabilidad de su gestión. El Informe N° 025-2019-VI-JBLT de fecha 8 de julio de 2019, ya mencionado, recomienda: “Para evitar la pérdida de vidas humanas, daños al patrimonio se recomienda **realizar trabajos de reforzamiento con columnas y vigas de mortero armado** en el área declarada en **Situación de Emergencia y Alto Riesgo** y de acuerdo a las recomendaciones formuladas por la Dirección Desconcentrada del Ministerio de Cultura, se debe construir nueva cobertura en el área mencionada, para prevenir cambiar de aula a las alumnas que vienen ocupando espacios considerando en Situación de Emergencia y Alto Riesgo”.

En las instalaciones de infraestructura educativa, además, de las acciones degradantes debido a agentes del medio ambiente y el tiempo, la intensidad del uso es un factor preponderante en el deterioro y daño de la estructura, expresado en la presencia diaria y permanente de un promedio de 1500 personas en edad, mayoritariamente, juvenil, situación que obliga al Estado a la implementación de programas rutinarios y anuales de conservación y mantenimiento, cuyas medidas alarguen la vida útil de este tipo de infraestructura pública.

La pregunta general, para resolver esta situación problemática se formuló de la siguiente manera:

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema general

¿Cuáles son los efectos de deterioro que se manifiestan en la edificación de infraestructura educativa de nivel Secundario de la Institución Educativa Primaria Secundaria Sagrado Corazón de Iquitos, debido a la acción de agentes medioambientales, la edad y el uso, y de qué manera se puede mitigar las patologías, que permita, establecer y proponer las medidas preventivas y/o correctivas para conservarlo en estado de servicio, más allá de su vida útil?

2.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cómo determinar el estado de conservación actual de los ambientes de la infraestructura educativa de nivel Secundario de la Institución Educativa Primaria Secundaria Sagrado Corazón de Iquitos?
2. ¿Cuáles son los principales componentes estructurales de la edificación en la infraestructura educativa de nivel Secundario de la Institución Educativa Primaria Secundaria Sagrado Corazón de Iquitos, que requieren de mantenimiento y cuál es la frecuencia con la que debe dársele?
3. ¿Cómo se presentan los diferentes deterioros y daños, de la estructura de la edificación existente en la infraestructura educativa de nivel de Secundaria de la I.E.P.S Sagrado Corazón de Iquitos, para establecer las acciones correctivas y preventivas que permitan alargar su vida útil?
4. ¿Cuáles son los elementos priorizados que han sido considerados en el Plan de Mantenimiento preventivo y correctivo existente, de la edificación existente en la infraestructura educativa de nivel de Secundaria de la I.E.P.S Sagrado Corazón de Iquitos?
5. ¿Cuáles son los ejes que debe contener el Plan de Mantenimiento preventivo/correctivo para el Módulo de la edificación existente en la infraestructura educativa de nivel de Secundaria de la I.E.P.S Sagrado Corazón de Iquitos, sito en calle Huallaga - Iquitos, que pueda servir de modelo para que la Dirección Regional de Educación del GOREL pueda emularlo?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Identificar y describir los efectos de deterioro que se manifiestan en la edificación de infraestructura educativa de nivel Secundario de la Institución Educativa Primaria Secundaria Sagrado Corazón de Iquitos, debido a la acción de agentes medioambientales, la edad y el uso, que permita establecer y proponer el Plan de Mantenimiento que incluya las medidas preventivas y/o correctivas para conservarlo en estado de servicio, más allá de su vida útil a esta edificación integrante del Patrimonio Cultural de la Nación.

2.3.2. Objetivos específicos

1. Realizar un diagnóstico del estado de conservación de la edificación integrante de la infraestructura educativa de nivel Secundario de la Institución Educativa Primaria Secundaria Sagrado Corazón de Iquitos, a partir del uso de información secundaria, levantamiento arquitectónico, estructural, ensayos de laboratorio y registro fotográfico.
2. Determinar los principales componentes estructurales de la edificación en la infraestructura educativa de nivel Secundario de la Institución Educativa Primaria Secundaria Sagrado Corazón de Iquitos, que presentan deterioro, requieren mantenimiento y la frecuencia con la que debe dársele, describiendo los principales daños.
3. Evaluar el nivel de deterioro y daños de la estructura de la edificación existente en la infraestructura educativa de nivel de Secundaria de la I.E.P.S Sagrado Corazón de Iquitos, para establecer las acciones correctivas y preventivas que permitan

alargar su vida útil, sin poner en riesgo la salud y la vida de sus ocupantes, explicando las acciones degradantes.

4. Inventariar, evaluar y priorizar los elementos considerados en el Plan de Mantenimiento preventivo y correctivo existente, de la edificación del local del nivel de Secundaria de la Institución Educativa Primaria Secundaria Sagrado Corazón de Iquitos, jurisdicción de la Dirección Regional de Educación del Gobierno Regional de Loreto.
5. Proponer los ejes de un Plan de Mantenimiento preventivo/correctivo para el Módulo de la edificación del local del nivel de Secundaria de la Institución Educativa Primaria Secundaria Sagrado Corazón de Iquitos, que pueda servir de modelo para que la Dirección Regional de Educación de Loreto del GOREL pueda emularlo.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

H: Para mitigar el deterioro del local del nivel de Secundaria de la Institución Educativa Primaria Secundaria Sagrado Corazón de Iquitos, es necesario realizar un mantenimiento preventivo y correctivo que minimice la pérdida de las condiciones físicas, naturales o químicas de los materiales y elementos estructurales y se pueda garantizar la estabilidad y durabilidad de la edificación que permitan alargar su vida útil, sin poner en riesgo la salud y la vida de sus ocupantes.

2.4.2. Hipótesis específicas

No se requiere su formulación

2.5. Variables

2.5.1. Identificación de variables

- **Variable X:** Degradación al año 2022 de la edificación de infraestructura educativa de nivel de Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos, de propiedad de la Dirección Regional de Educación de Loreto del GORE Loreto

2.5.2. Definición conceptual y operacional de variables

2.5.2.1. Definición conceptual de variables

- **Variable X:** la vida útil de una edificación se ve afectada por la exposición a acciones degradantes, por el control durante el proceso constructivo y hasta el mismo servicio que preste la edificación, factores influyentes en la durabilidad física, la resistencia mecánica de todos sus materiales y componentes, además del funcionamiento de todos los equipos e instalaciones según lo concebido en el proyecto inicial.

2.5.2.2. Definición operacional de variables

Tabla 29. Operacionalización de Variables

Variables	Indicadores genéricos	Metodología
Variable X: Degradación al año 2022 de la edificación de nivel de Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos.	Acciones degradantes. Tipología de daños. Elementos principales de la edificación que requieren mantenimiento. Estructuras que pueden deteriorarse. Acciones correctivas y preventivas para alargar la vida útil.	Investigación descriptiva transeccional de diseño no experimental.

3. Metodología

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación es No Experimental, de tipo descriptivo comparativo. Así mismo, esta investigación es aplicada y cuantitativa.

3.1.2. Diseño de la investigación

Su diseño corresponde al transaccional descriptivo.

Esquema:



Donde:

M: Muestra

O: Observaciones

Figura 10: Diseño de Investigación

Realizar la observación a cada variable en forma independiente y describirlas (medir cada variable independientemente).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Corresponde a la infraestructura pública del tipo edificaciones de instituciones educativas de Nivel Secundaria en la ciudad metropolitana de Iquitos de antigüedad mayor de 40 años.

3.2.2. Muestra

La muestra está conformada por una parte de la edificación perteneciente a la **infraestructura educativa de nivel de Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos**, de propiedad de la Dirección Regional de Educación de Loreto del GORE de Loreto, cuya construcción data de los

años 1920. Esta edificación está emplazada en la calle Sargento Lorea. Se estudió las siguientes partes de la infraestructura: Cimentación, elementos viga columnas (pórticos), pisos, estructura de techos, albañilería (muros de ladrillo, tarrajes, pisos), instalaciones eléctricas y sanitarias, redes de conectividad y transmisión de información; acabados (pintura y otros), y otros componentes.

Para la edificación escogida se presenta una Propuesta de ejes de un Plan de Mantenimiento, cuyas medidas correctivas y preventivas para mantener la apariencia, la funcionalidad, la seguridad y la estabilidad, según lo concebido en el proyecto de su construcción inicial. Estas medidas pueden ser llevadas a cabo con financiamiento del Gobierno Regional de Loreto.

3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas

Para desarrollar la presente investigación se aplicó la Técnica de Observación y como su instrumento una lista de cotejo; asimismo, se utilizó la Técnica de Análisis Documental y como su instrumento “Las Fichas de análisis” de las referencias bibliográficas.

Los procedimientos que se emplearon para la toma de datos corresponden inspección generalizada de los elementos estructurales, albañilería, y elementos no estructurales. Los ensayos realizados se efectuaron de acuerdo a los protocolos y respectivos instrumentos de medición, para lo cual supletoriamente se consideró los que se encuentran normados en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Se tomó en cuenta la base técnica, los procedimientos y herramientas sugeridos en diversos planes de mantenimiento de edificios, tanto nacionales, como de otros países en condiciones similares a Perú, esperándose constituirse en un documento que provea de un modelo

para planificar; y, pueda ser emulado por las diferentes dependencias del Gobierno Regional de Loreto para adaptarlo y aplicarlo a los edificios de infraestructura educativa de nivel Secundaria que están bajo su jurisdicción.

Para la propuesta de ejes del contenido y desarrollo de la estructura del Plan de Mantenimiento, se realizó entrevistas con el personal involucrado en el mantenimiento de la infraestructura educativa DREL - Loreto y de otras instituciones públicas dependientes del gobierno central y gobiernos locales, así como también de la universidad pública y privada, en las que su existencia constituye elemento de una condición básica de calidad.

No obstante a la existencia de informes de Defensa Civil que indican que esta infraestructura se encuentra en estado ruinoso y de no ocupabilidad, se estudió, evaluó y propuso su **Consolidación Estructural**, en los términos y exigencias de la Norma Técnica A.140 del Reglamento Nacional de Edificaciones (MVC, 2013), en razón a estar previsto su intervención y su tratamiento corresponde a inmuebles monumentales y ambientes urbanos monumentales. En este marco se propone en primer lugar la *consolidación estructural* y se formula el citado Plan de Mantenimiento.

Para adaptar el plan de mantenimiento a los edificios de infraestructura educativa de nivel Secundaria de la jurisdicción de la DREL- GOREL, se hizo una revisión y análisis documental para proveer de base teórica y técnica a los procedimientos y herramientas existentes en la literatura y otros generados como propuesta. A partir de la Guía General Parámetros de Mantenimiento de la Infraestructura Educativa (Ministerio de Educación Perú, 2020) y de la Guía Parámetros Específicos de Mantenimiento de Componentes de la Infraestructura Educativa (MINEDU, 2021), se elaboró una matriz de guías de ciclos de mantenimiento preventivo, para lo cual se identificó deterioros y fallas más comunes para la tipología de edificios integrantes de la

infraestructura educativa de Loreto, con una antigüedad de más de 40 años.

Para recopilar la información de las actividades de mantenimiento se ha propuesto dos tipos de formularios: uno para inspecciones y otro para intervenciones. Para que el Plan de Mantenimiento pueda ser funcional se integran todos los procedimientos y herramientas de planificación como lo son las guías de ciclos de mantenimiento, inspecciones periódicas a los elementos de un edificio y realizar intervenciones como resultado de un reporte de alguna inspección. A su vez, estos reportes quedarán registrados en la base de datos para consultas posteriores, como lo sugiere Camacho (2009).

3.3.2. Instrumentos

Se utilizó: Lista de cotejo, las fichas de análisis documental de las referencias bibliográficas; asimismo, formatos (Laboratorio de Ingeniería Química- UNAP) y cuadros de datos estadísticos, y otros formatos del Manual de Ensayos de Materiales de la Universidad Científica del Perú de Iquitos.

El análisis documental incluye diversas tesis doctorales y artículos científicos recientes. En cuanto al deterioro por acción del **fenómeno de carbonatación**, se tomó en cuenta los resultados de las investigaciones de los siguientes investigadores: (Mosqueira, 2019), (Van et al., 2017), (Fridh et al., 2014), (Lee et al., 2012), (Carbajal et al., 2007) y (Thiery et al., 2005); y, para proyectar el deterioro por acción del **fenómeno de corrosión** del acero en vigas de la estructura de las dóvelas y de los principales efectos de la corrosión del acero en la estructura de concreto armado, (pérdida de adherencia entre el concreto y el acero, pérdida de resistencia mecánica, aparición de fisuras y desprendimiento del concreto, reducción de la sección transversal), se tomó en cuenta los resultados de las investigaciones de los siguientes investigadores: (Molina, 2009), Devoto (2015), (Machena, 2017) y (Cerna y Galicia, 2010).

3.3.3. Procedimientos de recolección de datos

- Se implementó la investigación con los insumos e instrumentos adecuados
- Se elaboró los instrumentos de recolección de datos.
- Se efectuó la toma de datos y recojo de información preliminar. Para la sistematización de los datos se usó los paquetes básicos de Microsoft, (Word, Excel); y, AUTOCAD.

3.4. Procesamiento para el análisis de datos



Los datos obtenidos de la observación directa de la edificación materia de investigación, y de las fichas de referencias bibliográficas fueron procesados mediante gráficos y tablas elaborados en el programa Microsoft Excel. Para su presentación y análisis de la información resultante se usó los paquetes básicos de Microsoft, (Word, Excel); y, AUTOCAD.

- Para la sistematización de las principales patologías encontradas en la estructura de vigas de dóvelas en el pabellón materia de la investigación: grietas, eflorescencia, acero oxidado, manchas de humedad, protuberancias, cangrejas, concreto desprendido, se utilizó Microsoft EXCEL y registro fotográfico.
- Para procesar la información proveniente de los ensayos de determinación de profundidad de carbonatación y pH en muestras de concreto tomadas directamente de la estructura de vigas y columnas de la edificación que se realizaron en el Laboratorio de Ingeniería Química de la UNAP, se usó el paquete de Microsoft EXCEL y Word.
- Para el análisis estadístico e interpretación de los resultados, se empleó la estadística descriptiva, conformada por las frecuencias, promedio, porcentajes, desviación estándar y varianza y el uso del paquete estadístico Microsoft EXCEL.

4. Resultados y discusión de resultados

4.1. Resultados

4.1.1. Carbonatación del concreto por exposición a efectos ambientales por periodo prolongado

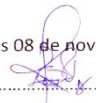
	UNAP Universidad Nacional de la Amazonia Peruana Facultad de Ingeniería Química-FIQ	
---	--	--

CERTIFICADO DE ANALISIS

Muestra : Mortero
Ubicación : Local de la Institución Educativa Sagrado Corazón
Solicitantes : Sinarahua Ramos Steffhano Felipe
Vásquez Saldaña Estelita.
Fecha de análisis : 08 de noviembre del 2022

Parámetro	Muestra 1 (Techo o Losa)	Muestra 2 (Viga)
pH	8,11	9,37

Iquitos 08 de noviembre de 2022


.....
Rosa Isabel Souza Nájjar
Docente Adscrito FIQ-UNAP

Dirección: Av. Freyre Nº 616, Iquitos, Perú
Teléfono: (5165) 24-3665 / 23-4101
decanatofiq@yahoo.es

www.unapiquitos.edu.pe

Descripción:

- El pH de la muestra de mortero de techo (losa) es 8,11. Y el pH de mortero de la viga es 9.37.
- Una consecuencia de la carbonatación es la disminución del pH desde 13 hasta 9.5. Cuando el pH llega a niveles inferiores a 9,5 la alcalinidad del mortero es ligera y aún puede proteger al acero. (Mosqueira y Ramírez, 2019) en Mendoza y Santillán (2022).
- Mosqueira y Ramírez (2019) afirman que existe una fuerte relación entre la profundidad de carbonatación y la resistencia a la compresión del concreto existiendo un efecto negativo, pues el aumentar la profundidad de carbonatación disminuye la resistencia a la compresión del concreto.

4.1.2. Ensayo de esclerometría.



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE LOS MATERIALES

TESIS : EVALUACIÓN DE LA CONSERVACIÓN Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL LOCAL DEL NIVEL SECUNDARIA DE LA I.E.P.S. SAGRADO CORAZÓN, IQUITOS 2021.

UBICACIÓN : CALLE SARGENTO LORES N° 334, DISTRITO DE IQUITOS - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO.

INVESTIGADORES : Br. SINARAHUA RAMOS, STEFHANO FELIPE.
Br. VÁSQUEZ SALDAÑA, ESTELITA.

ASESOR : Ing. M Sc. IRIGOIN CABRERA, ULISES OCTAVIO.

Co ASESOR : Ing. M Sc. MORALES AQUITUARI, CLAUDIA DE JESUS.

ENSAYO PARA DETERMINAR EL VALOR DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO ESCLEROMETRIA - ASTM C 805

DATOS DE CAMPO

ESTRUCTURA	:	VIGA	LOSA	COLUMNNA
DESCRIPCIÓN	:	ESTRUCTURAS ENTRE EL BANO DEL NIVEL I Y II DEL ÁREA DE LAS AULAS (HUALLAGA).		
EDAD (Días)	:	MAS DE 28 DIAS		
F. DE PRUEBA	:	12/10/2022	12/10/2022	12/10/2022

LECTURA	VALORES DE REBOTE		
	P1	P2	P3
1	33	38	38
2	33	38	36
3	32	38	39
4	32	38	37
5	31	36	36
6	30	36	39
7	30	36	40
8	31	35	39
9	31	37	38
10	30	37	37

PROMEDIO	31	37	38
DESV. ESTANDAR	1.16	1.10	1.37
DESV. EST. CORR.	0.55	0.93	0.90
POSICION	(0°)	(90°)	(0°)

Especificaciones : El ensayo se realizó según las Normas N.T.P. 339.181.

Observaciones : El punto de ensayo se ubicó de acuerdo a petición del solicitante.





UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE LOS MATERIALES

TESIS : EVALUACIÓN DE LA CONSERVACIÓN Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL LOCAL DEL NIVEL SECUNDARIA DE LA I.E.P.S. SAGRADO CORAZÓN, IQUITOS 2021.

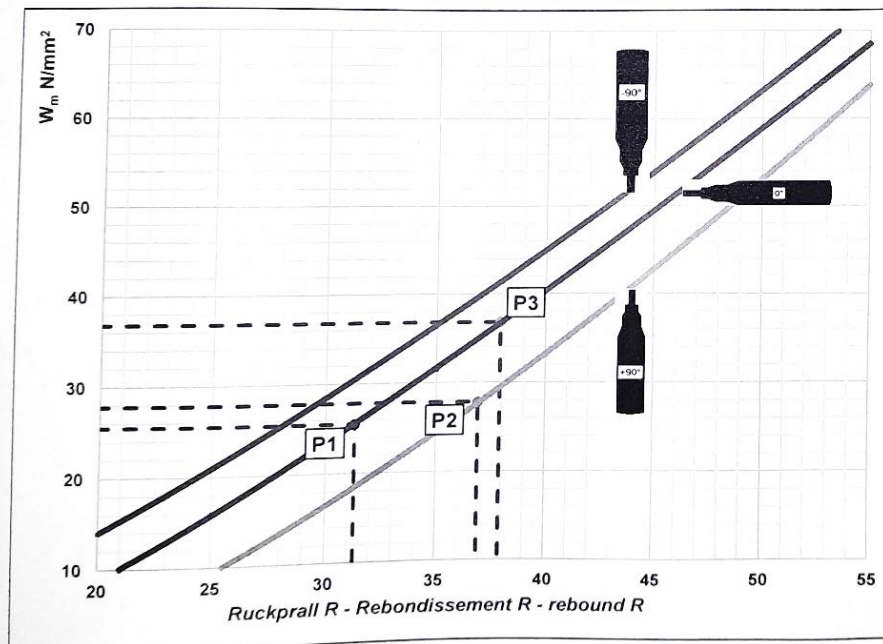
UBICACIÓN : CALLE SARGENTO LORES N° 334, DISTRITO DE IQUITOS - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO.

INVESTIGADORI : Br. SINARAHUA RAMOS, STEFHANO FELIPE.
Br. VÁSQUEZ SALDAÑA, ESTELITA.

ASESOR : Ing. M Sc. IRIGOIN CABRERA, ULISES OCTAVIO.

Co ASESOR : Ing. M Sc. MORALES AQUITUARI, CLAUDIA DE JESÚS.

INTERPRETACION DEL ENSAYO DE PRUEBA DE REBOTE



Datos de conversion		
1 N	0.101972	kg
1mm ²	0.01	cm ²

RESULTADOS				
N° DE ENSAYO	POSICION	VALOR DE REBOTE	Wm (N/mm ²)	Wm (kg/cm ²)
P1	(0°)	31	25.5	260
P2	(90°)	37	27.8	283
P3	(0°)	38	36.8	375



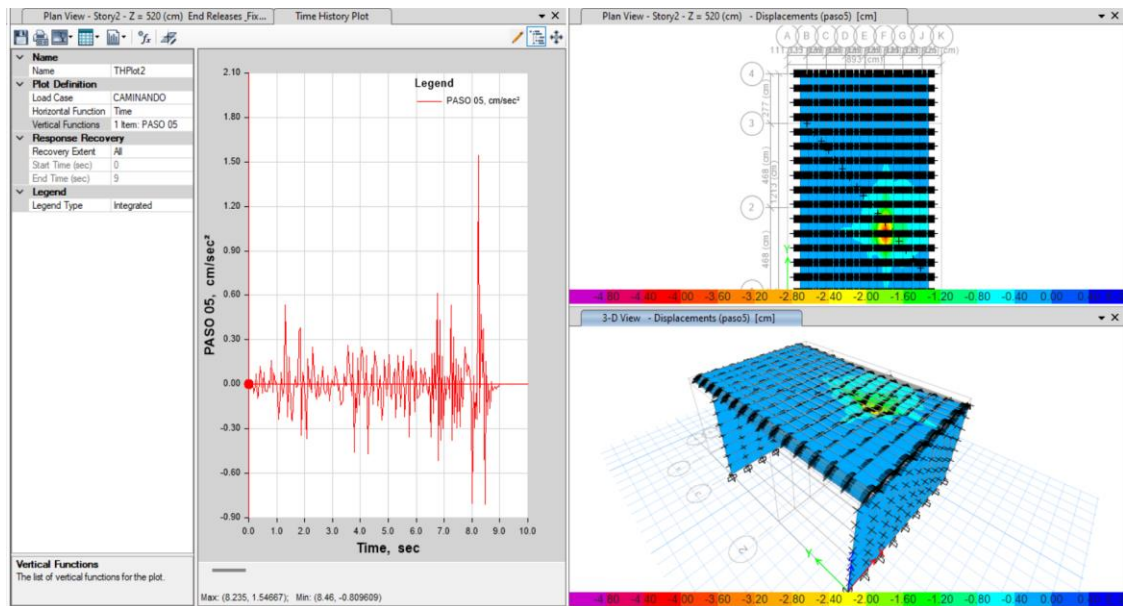
4.1.3. Consolidación estructural del pabellón de sagrado corazón con el programa ETABS

- Comportamiento estructural frente a los pasos de personas.

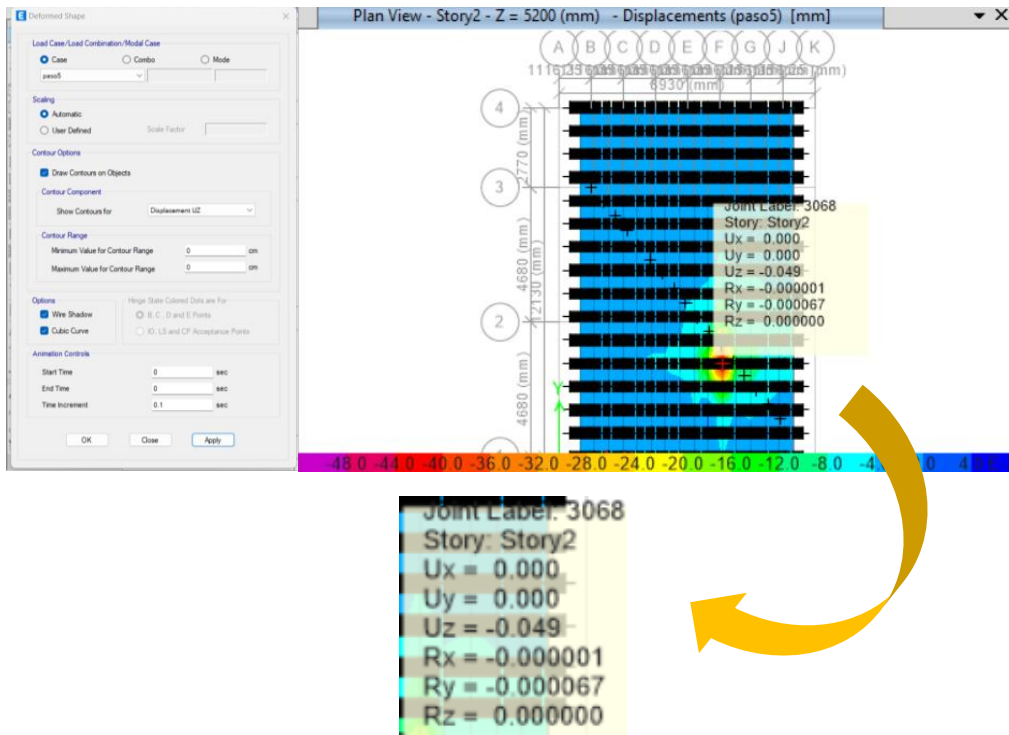
Datos considerados para la formulación del modelamiento estructural en ETABS:

ANALIS DE VIBRACIONES LOSA COLEGIO SAGRADO CORAZON			
DATOS			
LONGITUD DE PASO		PESO	VELOCIDAD
0,68	M	70 KG	1,11 M/S
	$70 * 1,4 =$	98 KG	
GRAVEDAD	9,81 m/s ²		
CHEQUEAR CON	50% GRAVEDAD = LÍMITE DE ACELERACIÓN OFICINAS, RESIDENCIAS E IGLESIAS		

- **Modelamiento estructural sin refuerzo alguno.**

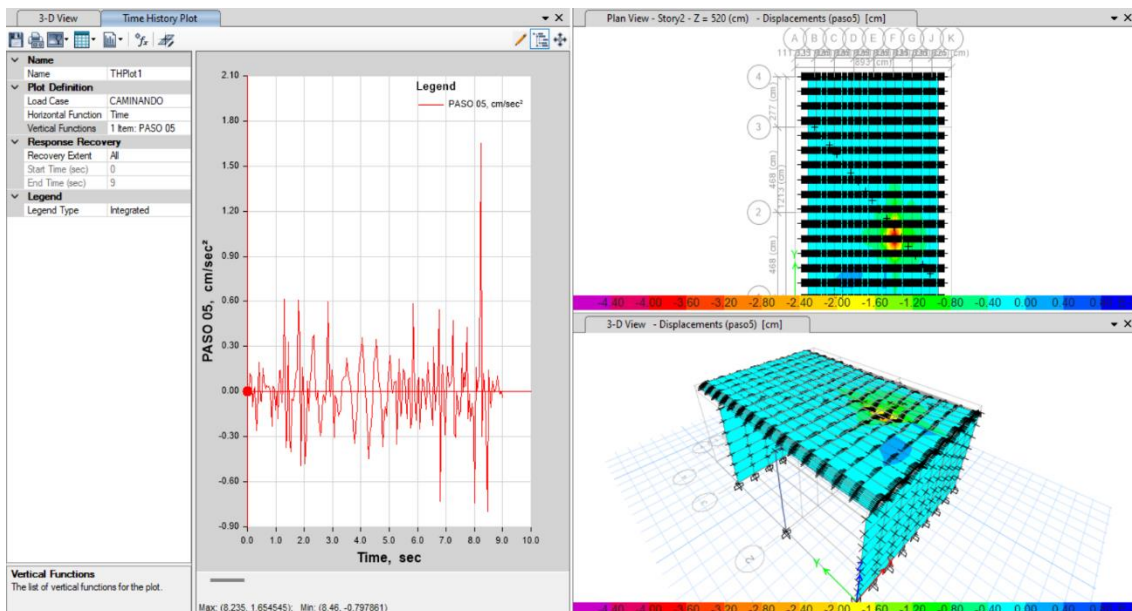


Según gráfico mostrado por el software de uso estructural, se evidencia que el Paso 05, es el más crítico con referencia a la edificación modelada perteneciente al IE Sagrado Corazón.

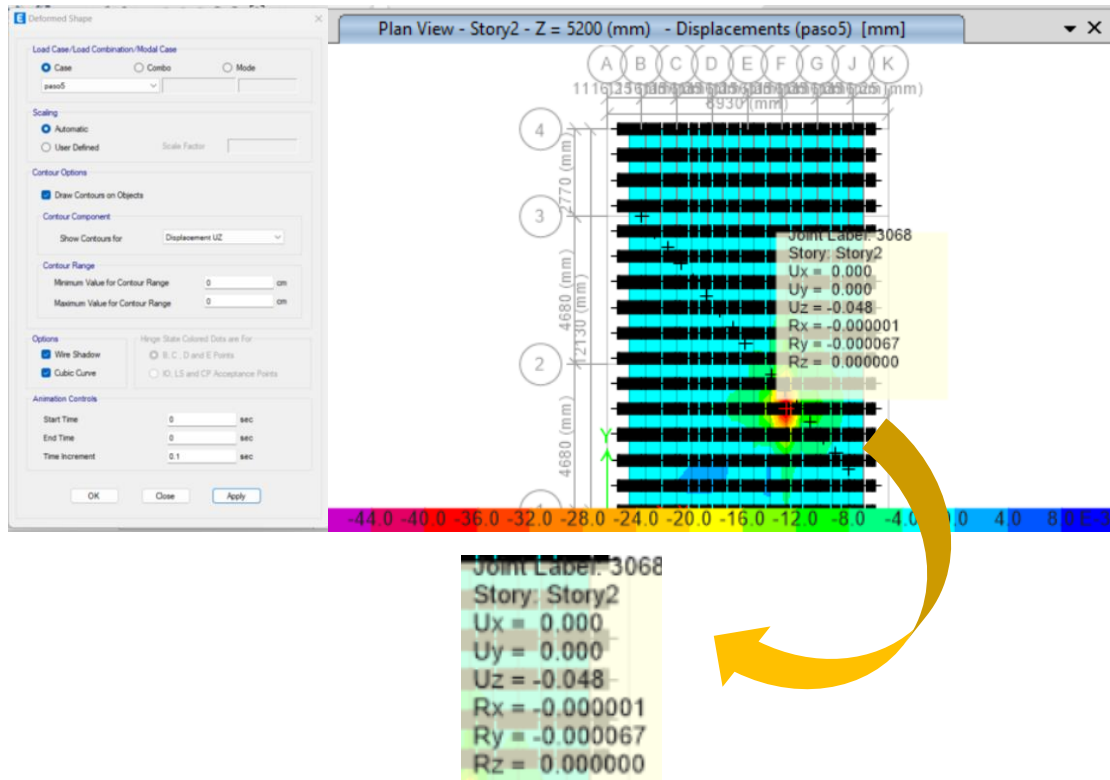


Dado que el paso 05 es el más crítico del modelamiento estructural, se presenta un desplazamiento en Z de 0.049mm

- **Modelamiento estructural con pórtico metálico intermedio.**

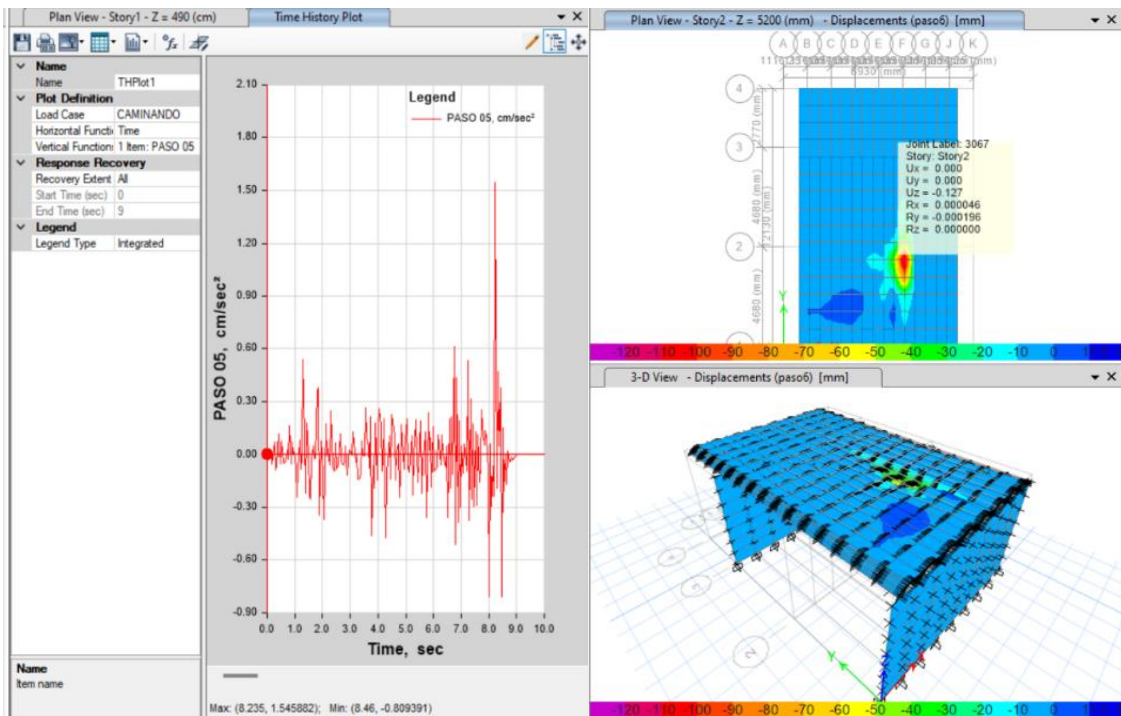


Según gráfico mostrado por el software de uso estructural, se evidencia que el Paso 05, es el más crítico con referencia a la edificación modelada perteneciente al IE Sagrado Corazón.

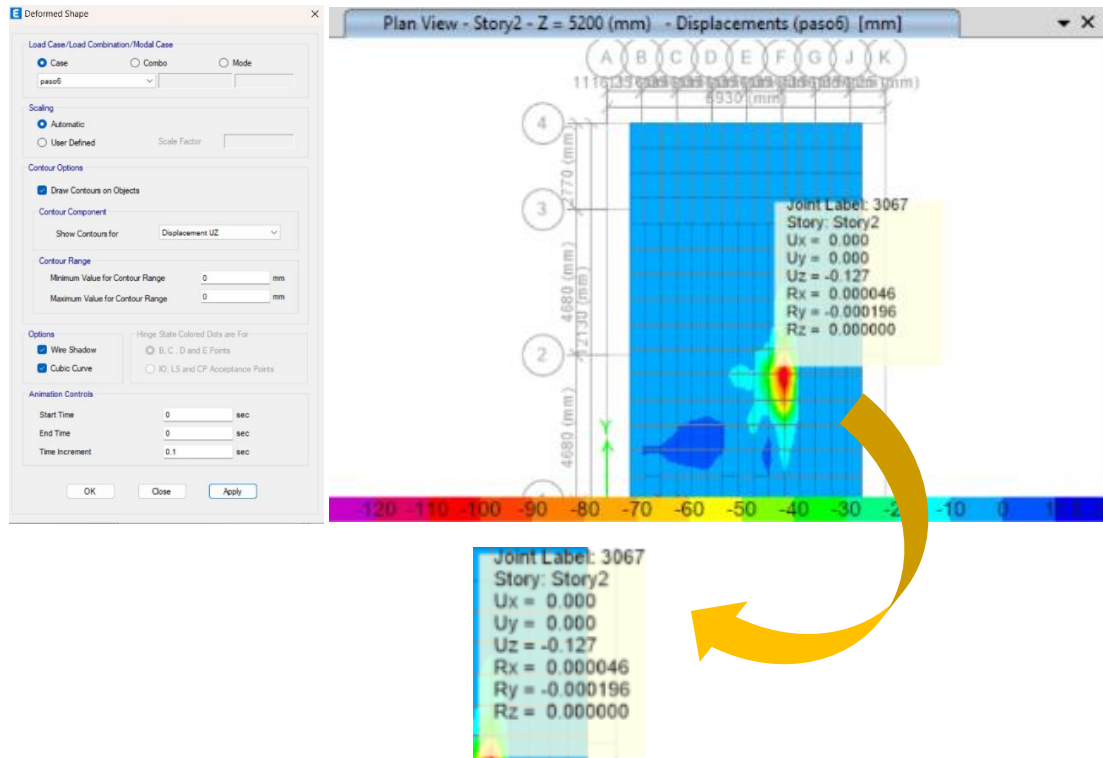


Dado que el paso 05 es el más crítico del modelamiento estructural, se presenta un desplazamiento en Z de 0.048mm.

○ **Modelamiento estructural con platinas.**



Según gráfico mostrado por el software de uso estructural, se evidencia que el Paso 06, es el más crítico con referencia a la edificación modelada perteneciente al IE Sagrado Corazón.

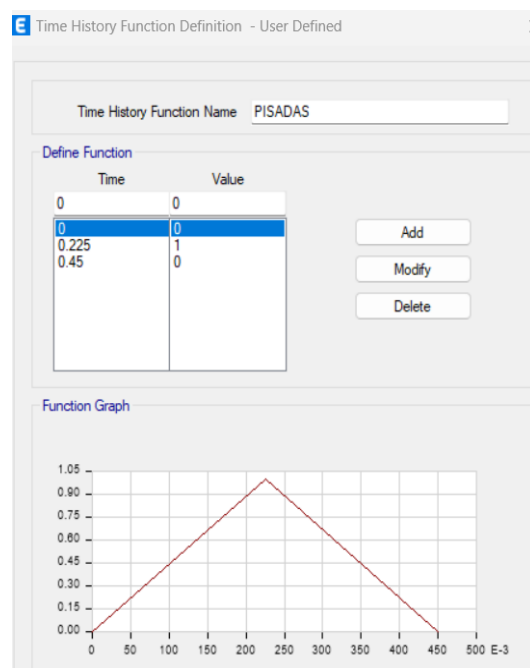


Dado que el paso 06 es el más crítico del modelamiento estructural, se presenta un desplazamiento en Z de 0.127 mm.

- Resumen de los pasos críticos, según el modelamiento estructural:

			0.50 MAX				
PASO CRÍTICO 05	1.5467	sec	0.1577	<	0.50	OK	SIN REFUERZO ESTRUCTURAL
PASO CRÍTICO 05	1.6546	sec	0.1687	<	0.50	OK	CON PÓRTECO METÁLICO
PASO CRÍTICO 06	1.5459	sec	0.1576	<	0.50	OK	CON PLATINAS

Como límite se tomó el 50% de la gravedad de la tierra.

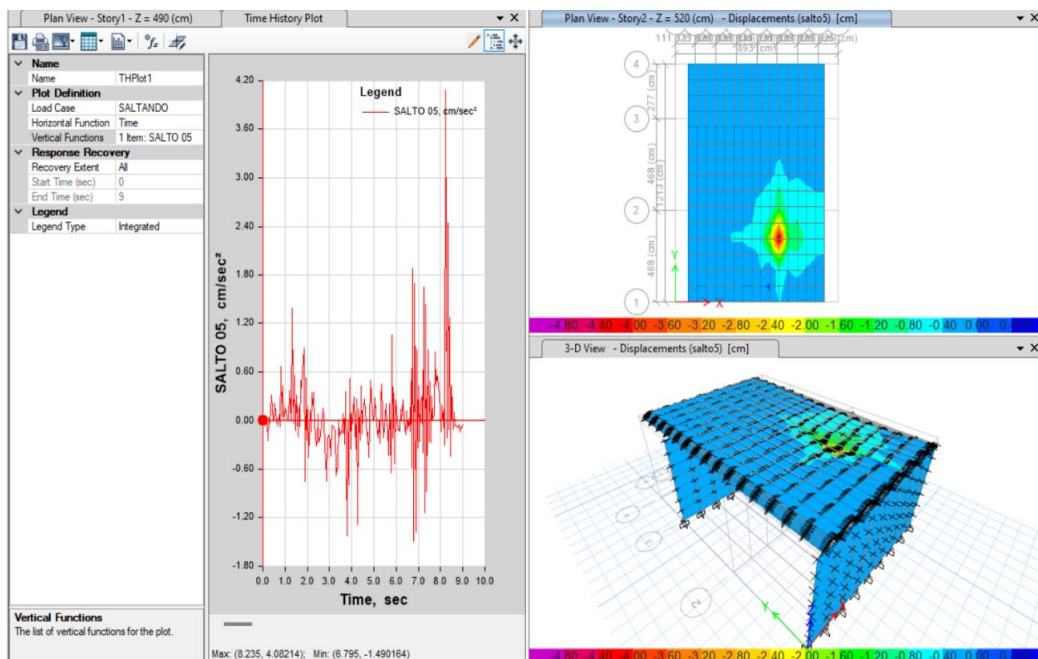


- **Comportamiento estructural frente a los saltos de las personas.**

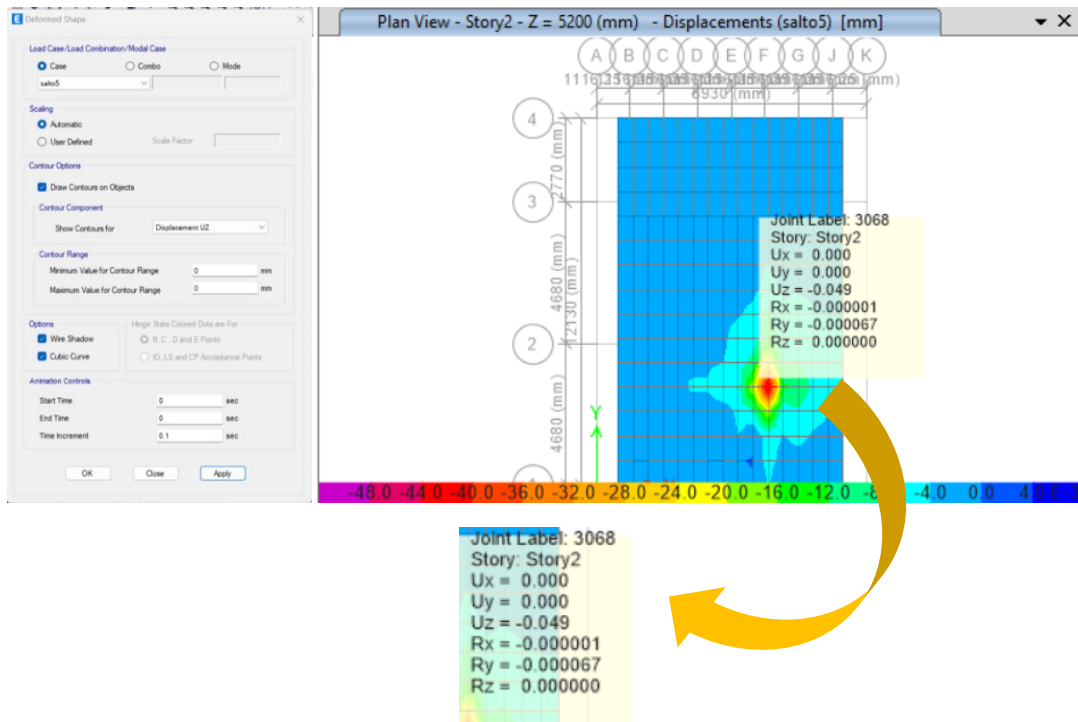
Datos considerados para la formulación del modelamiento estructural en ETABS:

ANALIS DE VIBRACIONES LOSA COLEGIO SAGRADO CORAZON			
DATOS			
LONGITUD DE SALTO	PESO	VELOCIDAD	
0.68	70 KG	1.11 M/S	
70*1.4=	98 KG		
GRAVEDAD	9.81 m/s2		
CHEQUEAR CON	50% GRAVEDAD	=LÍMITE DE ACELERACIÓN OFICINAS, RESIDENCIAS E IGLESIAS	

- **Modelamiento estructural sin refuerzo alguno.**

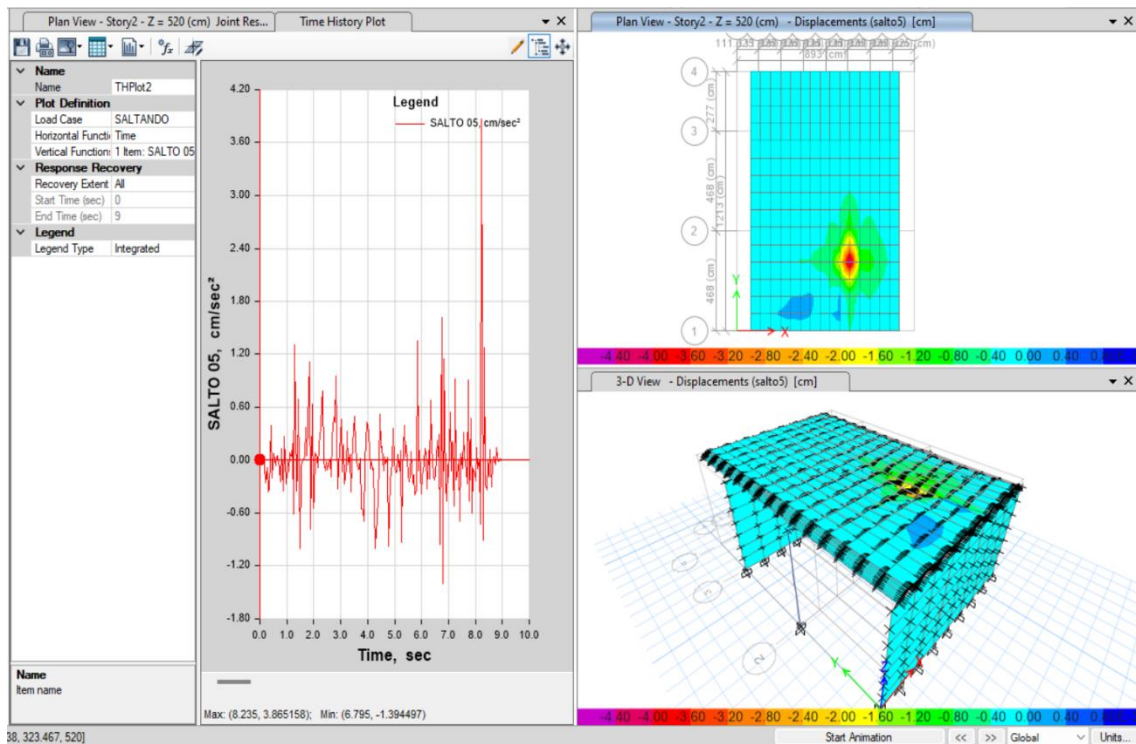


Según el gráfico mostrado por el software de uso estructural, se evidencia que el salto 05, es el más crítico con referencia a la edificación modelada perteneciente al IE Sagrado Corazón, que no contiene ningún refuerzo de por medio.

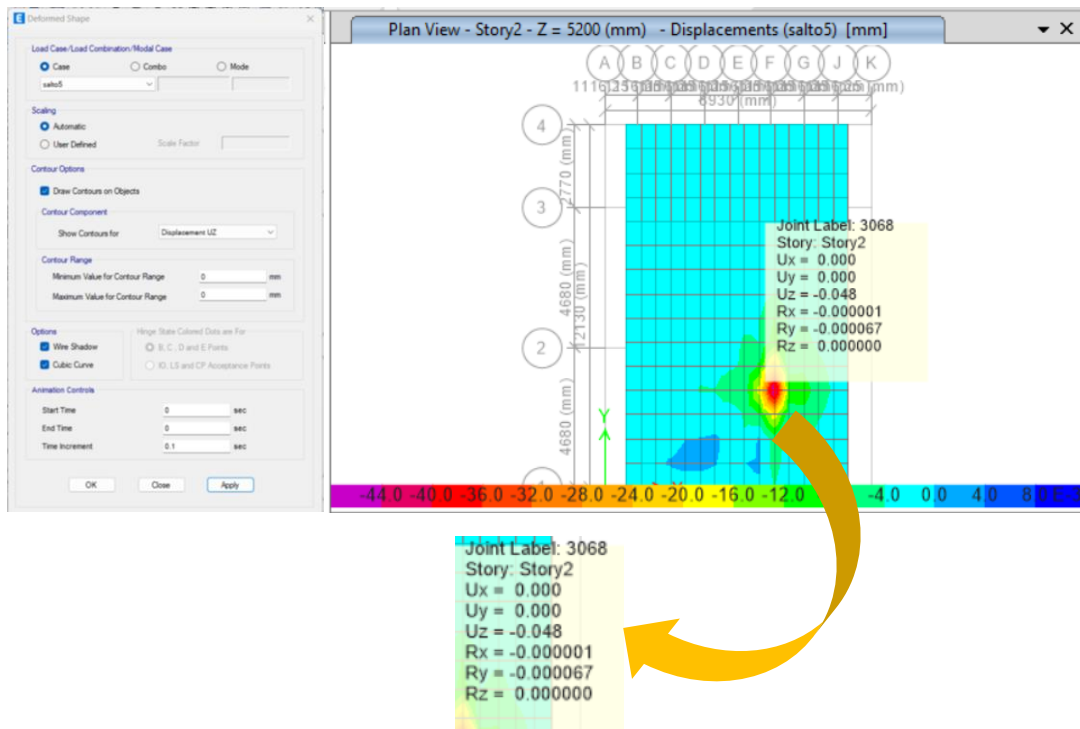


Dado que el salto 05 es el más crítico del modelamiento estructural, se presenta un desplazamiento en Z de 0.049 mm.

- **Modelamiento estructural con pórtico metálico intermedio.**

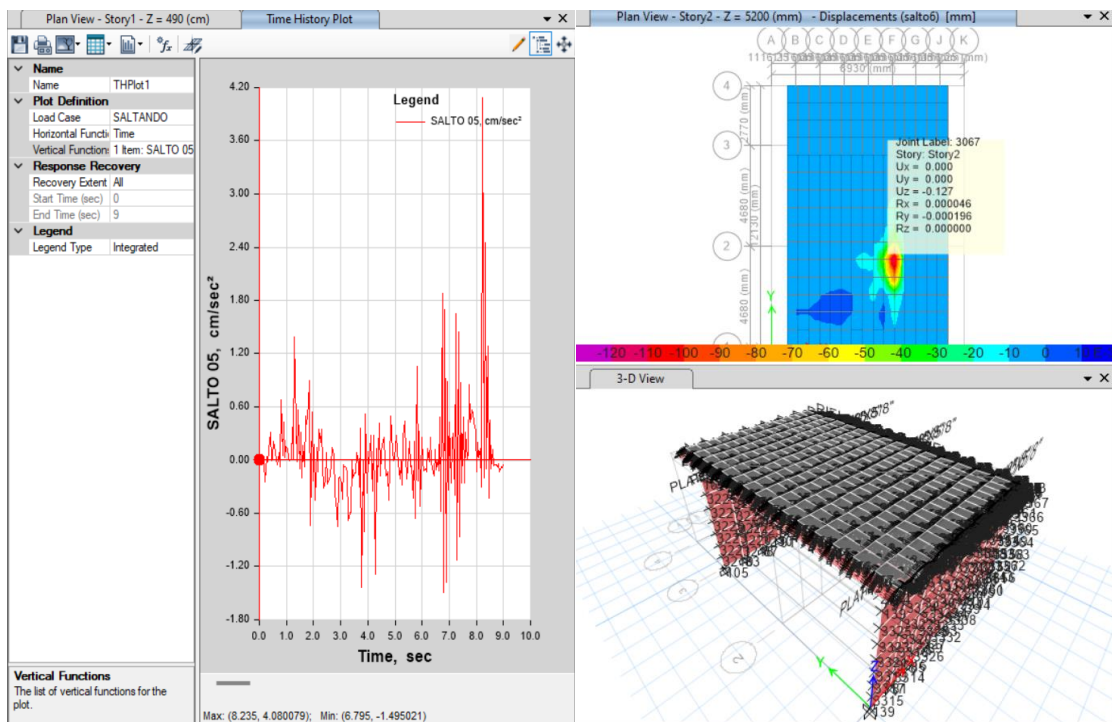


Según el gráfico mostrado por el software de uso estructural, se evidencia que el salto 05, es el más crítico con referencia a la edificación modelada perteneciente al IE Sagrado Corazón, que contiene refuerzo de por medio mediante un pórtico metálico.

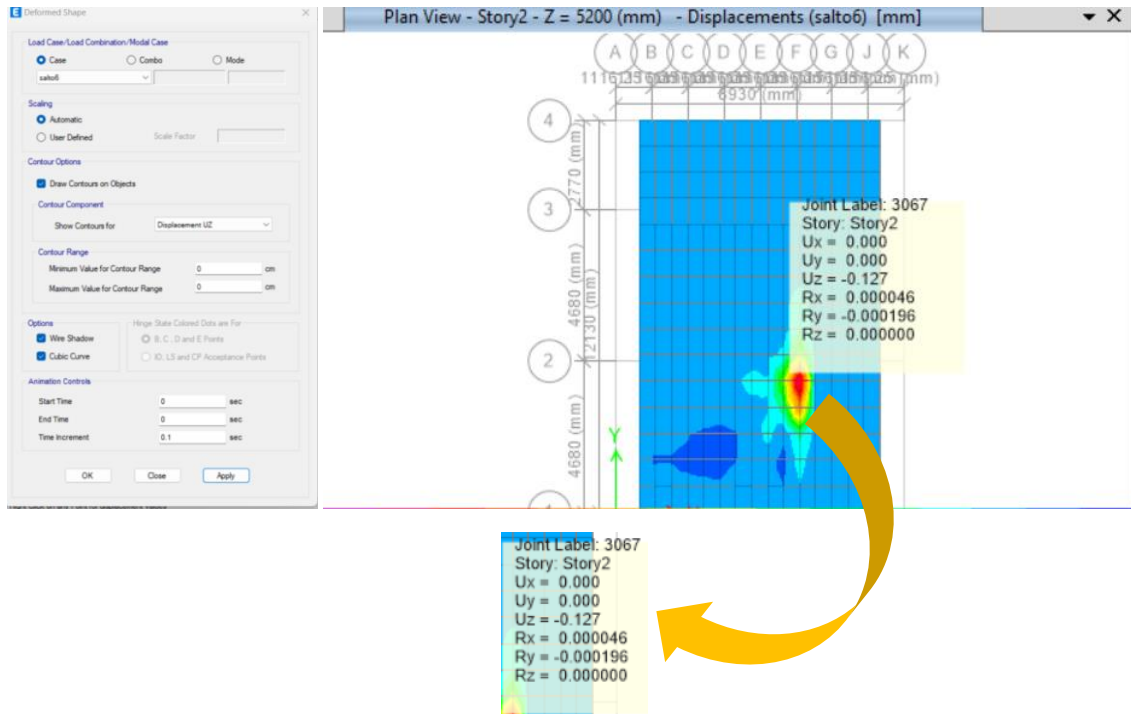


Dado que el salto 05 es el más crítico del modelamiento estructural, se presenta un desplazamiento en Z de 0.048 mm.

○ **Modelamiento estructural con platinas.**



Según el gráfico mostrado por el software de uso estructural, se evidencia que el salto 06, es el más crítico con referencia a la edificación modelada perteneciente al IE Sagrado Corazón, que contiene refuerzo mediante platinas.

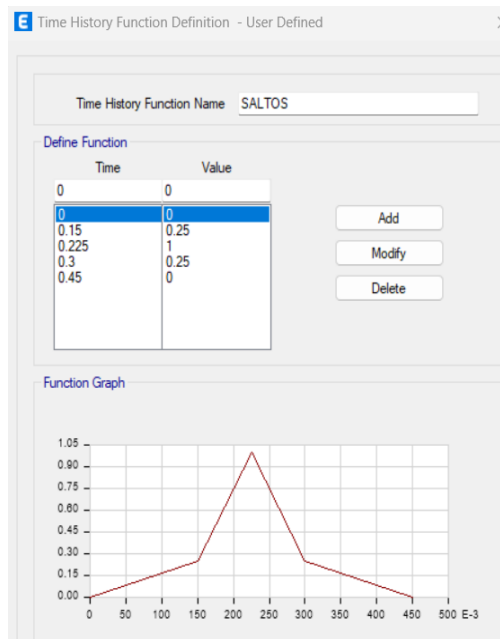


Dado que el salto 05 es el más crítico del modelamiento estructural, se presenta un desplazamiento en Z de 0.127 mm.

- Resumen de los saltos críticos en cada uno de los casos del modelamiento estructural:

		0.50 MAX					
SALTO CRÍTICO 05	4.082 sec	0.4161	<	0.50	OK	SIN REFUERZO ESTRUCTURAL	
SALTO CRÍTICO 05	3.865 sec	0.3940	<	0.50	OK	CON PÓRTRICO METÁLICO	
SALTO CRÍTICO 06	4.080 sec	0.4159	<	0.50	OK	CON PLATINAS	

Como límite se tomó el 50% de la gravedad de la tierra.



4.2. Discusión de resultados

Cuando, Mosqueira (2019) estudió como parte de su tesis doctoral la variación de la profundidad de carbonatación de muestras sin recubrimiento, expuestas a CO₂, en diferentes periodos de estudio, desde el inicio de la carbonatación acelerada, el concreto se ve afectado modificando progresivamente el pH, bajándolo a niveles inferiores a 9.5; siendo estos valores comparables a los plasmados en artículos científicos de (Fridh et al., 2014), (Van et al., 2017), (Lee et al., 2012), (Carbajal et al., 2007) y (Thiery et al., 2005) y en la misma dirección de estos investigadores concluyó que, la manera para determinar la profundidad de carbonatación del concreto es a través del test de la fenolftaleína; y, propuso un modelo predictivo para aproximar la degradación o el deterioro similar al de estos investigadores ($X=K\sqrt{T}$). (Mosqueira, 2019). Y cuando observó la variación y la relación existente entre la resistencia a compresión del concreto y la profundidad de carbonatación en muestras sin recubrimiento, en los diferentes períodos de tiempo de exposición a CO+CO₂, encontró variación de la resistencia, la que se incrementó inicialmente para luego de manera gradual de acuerdo al período de exposición decrecer siguiendo una función polinómica de cuarto orden $Y= - 8,36E-07 X^4 +2,76E-04 X^3 -3,64E-02 X^2 + 1,85 X + 230,44$; y en cuanto a la profundidad de carbonatación desde sus inicios se nota claramente que va incrementándose, hecho que es descrito en algunos artículos científicos referidos en el marco teórico de la presente investigación (Mosqueira, 2019).

Las siguientes conclusiones de la investigación de Mosqueira (2019), en cuanto a la profundidad de carbonatación del concreto, su relación con el tiempo de exposición y sus efectos en las propiedades físicas (porosidad, peso, absorción) y mecánicas (resistencia a la compresión) fueron tomadas en cuenta para el presente caso:

- El efecto del tiempo de exposición del concreto de $f'c=210$ kg/cm², en la profundidad de carbonatación estuvo directamente relacionada con el tiempo de exposición al CO₂, el mismo que se observó

claramente en las muestras de concreto sin ningún tipo de recubrimiento. (Mosqueira, 2019)

- La resistencia a la compresión en el concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ frente a la exposición de CO_2 , tanto en muestras con aditivo y sin aditivo, produjo un efecto inicial de tendencia ascendente hasta un 13%, con respecto a la resistencia de la muestra patrón (o de diseño), posteriormente las acciones a las que está sometido el concreto por la inducción a CO_2 períodos más prolongados, generan disminución de pH volviéndolo ácido. El concreto en estas condiciones de labilidad alcalina generó que el concreto pierda progresivamente su resistencia, con lo que podemos afirmar que existe una fuerte relación entre la profundidad de carbonatación y la resistencia a la compresión del concreto, existiendo un efecto negativo, pues al aumentar la profundidad de carbonatación disminuye la resistencia a la compresión del concreto en tiempos prolongados por cada 30 días de exposición, lo que valida la hipótesis planteada. (Mosqueira, 2019)

No existe fecha cierta de la construcción del local del nivel de Educación Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos; sin embargo, debió ocurrir entre el 26 de julio de 1926 - fecha en la que se registró la compra del terreno - y antes del 13 de junio de 1949 – fecha en que se otorgó la escritura pública que registró la Memoria Descriptiva del Inmueble (22 de junio de 1949), lo cual representa una edad aproximada del inmueble de cien años .

Según las Disposiciones Complementarias Finales de la Guía “Parámetros Específicos de Mantenimiento de Componentes de La Infraestructura Educativa” (MINEDU, 2021), en su disposición Primera, estipula “La presente Guía específica contempla únicamente actividades de mantenimiento preventivo o correctivo, excluyendo acciones y/o actividades que podrían desarrollarse en el marco de la normativa del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, y sus directivas; asimismo, no contempla, como parte del mantenimiento, acciones de remodelación o acondicionamiento que modifiquen el uso y/o

tipología de los ambientes”; y, en su Segunda Disposición, estipula “Los inmuebles declarados como inhabitables por el INDECI no son objeto de mantenimiento”.

En este marco teórico y de la revisión del estado del arte de los efectos del tiempo en las edificaciones cuyos elementos estructurales específicamente no son construidas de concreto armado, correspondió evaluar la carbonatación del mortero y se encontró en niveles que no representan deterioro por este fenómeno. A partir de los resultados de profundidad de carbonatación del mortero y el nivel de pH de 8.11 del tarrajeo de la losa y 9.37 del tarrajeo de la viga correspondiente al tanque elevado, aún se encuentran en competencia alcalina, máxime si las trabes de riel conservan su estado original cuasi inalterado, sin agresión por efectos de corrosión.

Asimismo, se evaluó la estructuración de losa de techo la que está construida a base de vigas secundarias o trabes de acero tipo riel y dovelas de ladrillo común de arcilla, con su correspondiente tarrajeo inferior y relleno y nivelación con un piso terminado de 0.05 m de espesor. Estructuración acorde a la época, muy similar a la del colegio religioso de Varones de nivel secundario, denominado años después “Fernando Lores Tenazoa”.

El comportamiento vibratorio ante la caminata de los ocupantes del pabellón se debe fundamentalmente al sistema estructural empleado, también a la luz libre de los rieles y a los efectos de vibración por cargas dinámicas que representan la caminata o saltos en la losa de techo; fenómeno que ha sido evaluado y que no representa peligro estructural de pérdida de estabilidad o colapso; sin embargo, requiere la estabilización del sistema de piso - viga secundaria-dovela+piso, cuya implementación corresponde a su “Consolidación estructural”, en el marco de las recomendaciones y restricciones de la conservación del patrimonio cultural de la nación, para luego y solamente después efectuar las actividades de mantenimiento de este inmueble del nivel Secundaria de la infraestructura educativa de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos .

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- No existe fecha cierta de la construcción del local del nivel de Educación Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos; sin embargo, debió ocurrir entre el 26 de julio de 1926 - fecha en la que se registró la compra del terreno - y antes del 13 de junio de 1949 – fecha en que se otorgó la escritura pública que registró la Memoria Descriptiva del Inmueble (22 de junio de 1949). El área registrada de la fábrica es de 800.70m² cuya planta baja consta de un callejón, una galería interior, una sala para la dirección, otra para la secretaría, cinco aulas, otra gran sala y diversos servicios higiénicos. La planta alta consta: de seis salas para clases y galerías con arcos y baluartes y diversos servicios higiénicos: La albañilería con ladrillo tubular, sobre cimientos de concreto y mampostería de ladrillo común; el piso de ambas plantas es de cemento y mosaicos, sostenida el de la planta alta por vigas de acero del tipo riel (trabes con separación 0.72m que soportan dovelas de ladrillo común que soportan un piso de mortero cemento-arena de 0.05m de espesor), techo de tejas sobre armazón de madera forrada de cielo raso.

Se identificaron y describieron las causas degradantes y el nivel de deterioro de la edificación educativa de nivel de Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos ocurridos desde su construcción en los años de la década de 1920; y, a partir de los resultados de profundidad de carbonatación del mortero y el nivel de pH de 8.11 del tarrajeo de la losa y 9.37 del tarrajeo de la viga correspondiente al tanque elevado, aún se encuentran en competencia alcalina, máxime si las través de riel conservan su estado original cuasi inalterado, sin agresión por efectos de corrosión.

De la evaluación de los efectos de vibración presente en la infraestructura educativa, por efectos del caminar y salto de las estudiantes, se determinó que estos efectos no modifican el estado de conservación de esta edificación, integrante del patrimonio cultural de la nación.

Ante las evidencias y las restricciones de la ley existentes, requiere en forma inmediata implementar la consolidación estructural de este patrimonio histórico y luego efectuar las actividades de mantenimiento, con lo cual la hipótesis queda rechazada.

- El local de la I. E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos, es un inmueble declarado Patrimonio Cultural de la Nación, declarado como monumento (Resolución Ministerial N° 793-86-ED de fecha 30-12-86) y que se encuentra emplazado en la Zona Monumental – área encerrada entre las calles J.C Arana, Dos de Mayo, Moore, Nanay, Távora West y el río Amazonas (Resolución Ministerial N° 303-87-ED del 26-06-87).
- El diagnóstico elaborado de la infraestructura educativa de nivel Secundaria de la I. E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos, ha considerado los “Lineamientos para la elaboración del Informe de Evaluación del Riesgo (EVAR) de Desastres en Proyectos de Infraestructura Educativa” aprobado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), “El Manual para la evaluación de riesgos por fenómenos naturales de CENEPRED”, las “Recomendaciones Técnicas para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales de PRONIED” (CENEPRED, 2020; PRONIED, 2020).
- La estructura de losa de techo del primer nivel, está configurado por traveses de acero tipo riel apoyados en tres muros cuya luz libre mayor varía entre 6.69m y 8.96m y emplazados cada 0.72m, los que constituyen elementos de soporte de dovelas construidas de ladrillo común, sobre lo cual está la losa de mortero cemento-arena de 0.05 m de espesor.

Los rieles no están arriostrados entre sí. El sistema de pisos del segundo nivel sometido a carga puntual de impacto de 150 kg produce vibración en el área de influencia de la carga y desplaza en el centro de la luz del riel, una flecha de 0.02m. (Norma E.090 Reglamento Nacional de Edificaciones, 2013).

- De la identificación de peligros, análisis de las vulnerabilidades y evaluación y cálculo del riesgo de la infraestructura educativa del nivel Secundaria de la I. E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos, resultó que existen peligros estructurales y no estructurales, que pudieran ocurrir por vibración de los pisos de aulas, biblioteca y otros ambientes, así como peligro de incendio debido a inminentes cortocircuitos, producto del deterioro por la antigüedad de cables y accesorios y falta de mantenimiento, básicamente en la estructura de losas de techo del primer piso y el sistema eléctrico general, respectivamente. La ocurrencia del peligro es inminente, la edificación en sus componentes es vulnerable, la capacidad de respuesta es inexistente, lo que hace que esta edificación tenga un altísimo riesgo de desastre.
- Los principales componentes estructurales de la edificación típica de la infraestructura educativa de nivel Secundaria de la I. E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos son: Cimentación; estructura de albañilería de ladrillo común, incluyendo columnas y muros portantes sin vigas. La estructura del piso del segundo nivel está conformada por unas trabes de acero tipo riel apoyados a un mismo nivel sobre tres muros; y a la vez, en las alas de estos rieles están asentados las dovelas de ladrillo común conformantes de la estructura de la losa, sobre las cuales va la losa de piso de 0.05m de espesor. La tabiquería separadora de interiores también es de ladrillo; escaleras; estructura de techo para cobertura de calamina.
- Existe sistema de servicios de agua y desagüe; energía eléctrica; cielorraso. Carpintería de madera y metálica; cerrajería y fontanería; pintura y acabados; y, dispositivos de

comunicación. Estos elementos requieren mantenimiento preventivo y correctivo y con una frecuencia establecida en el capítulo de Resultados.

En concordancia con las conclusiones anteriores, como producto de esta investigación *no se formuló el Plan de Mantenimiento preventivo / correctivo para la edificación de la infraestructura educativa de nivel Secundaria de la I. E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos* que pueda servir de modelo para que el GOREL pueda emularlo. Más bien se plantea lo siguiente:

- Propuesta de intervención inmediata de **consolidación estructural** en el pabellón de aulas del nivel de educación secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos, efectuando el proceso técnico de reforzamiento estructural empleando cualesquiera de las siguientes dos alternativas: Colocación de un pórtico metálico transversal a las traveses en cada ambiente, o el arriostre con platinas de acero soldadas cada dos traveses contiguas y dispuestas en tres filas, una adyacente a cada muro y la tercera en el centro de la luz, de dichas traveses.
 - Propuesta de ejes para Plan de Mantenimiento preventivo y correctivo de edificaciones de la infraestructura pública educativa de Iquitos.
 - Propuesta para la determinación del nivel de carbonatación y corrosión de la estructura de acero de refuerzo para la pertinencia y coherencia de la intervención en la infraestructura educativa pública de Iquitos.

5.2. Recomendaciones

A la luz de los resultados de la investigación, se recomienda:

- La intervención inmediata de consolidación estructural en el pabellón de aulas del nivel de educación secundaria de la I.E.P.S.

Sagrado Corazón de Iquitos, para dar firmeza, solidez y estabilidad y asegurar su perennidad, efectuando el proceso técnico de reforzamiento estructural empleando cualesquiera de las dos alternativas propuestas en la presente investigación.

- Para la infraestructura pública educativa que constituyen “monumentos y ambientes urbano monumentales”, cuya estructura no haya incluido sistemas de pórticos, muros estructurales, sistema dual o edificaciones de muros de ductilidad limitada, efectuar, según MVC (2013), en primer lugar trabajos de consolidación estructural, y luego de conservación y mantenimiento, previa evaluación multidisciplinar de su estado, de su estructuración, de los materiales empleados en su edificación, antigüedad y el uso al que se le destinará.
- Para la infraestructura pública educativa que no constituyen “monumentos y ambientes urbano monumentales”, cuya estructura haya incluido, según la Norma E.030 (MVC, 2019), cualesquiera de los sistemas estructurales sismorresistentes, efectuar, según MVC (2013) trabajos de conservación y mantenimiento, remodelación y ampliación, según corresponda, previa evaluación multidisciplinar de su estado de deterioro.
- Elaborar un Manual de Uso para la estimación de la profundidad de carbonatación y la correspondiente resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para su aplicación en la evaluación del deterioro de la infraestructura educativa pública de Iquitos, de más de 30 años de antigüedad, como fase previa a la formulación y aplicación del Plan Anual de Mantenimiento que recomienda realiza año a año el Ministerio de Educación.
- Elaborar el diagnóstico sobre el estado de deterioro estructural debido a los fenómenos de carbonatación y corrosión del acero de refuerzo, de la infraestructura educativa cuya antigüedad supere

los 30 años, para su tratamiento inmediato con aditivo anticarbonatación, y luego aplicar el Plan de conservación y mantenimiento; o, de ser el caso, decidir su demolición y reconstrucción.

- En la Dirección Regional de Educación de Loreto, elaborar un Gestor de base de datos, para el reporte y registro de la aplicación del Plan de mantenimiento institucional anual, que permita su consulta y visualización del gasto público.

6. Referencias bibliográficas

1. Acero Herrán, Witman Camilo y Preciado Moreno, José Gabriel. 2022. Manual para la elaboración de un Plan de mantenimiento en fachadas de ladrillo y pañete de una edificación. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecto. Arquitectura, Facultad de Arquitectura. Universidad la Gran Colombia. Ciudad Bogotá D.C. 2022.
2. ACI-201, "Proposed Revision of Guide to Durable Concrete", ACI Materials Journal, 88, vol 5, (1991).
3. ARENCIBIA FERNÁNDEZ, Juan Miguel. (Abril de 2007). Conceptos fundamentales sobre el mantenimiento de edificios. En: Revista de Arquitectura e Ingeniería. Vol. 1. No. 1. p. 1 - 8.
4. ARENCIBIA FERNÁNDEZ y BORROTO ABREU, Roniel. 2005. Propuesta para la generalización del Programa para el Mantenimiento Constructivo de las Edificaciones de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Tesis de Posgrado.
5. ARQHYS., E. p. (Ed.). (6 de mayo de 2012). [on line]. Disponible en: <http://www.arqhys.com/estructuras/edificios-degradacion.html>. (E. p. Arqhys., Productor). Consultado el 7 de octubre de 2021.
6. BABÉ RUANO, Manuel. 1986. Mantenimiento y Reconstrucción de Edificios. Ministerio de Educación Superior. Ciudad de La Habana, Cuba.
7. BLONDET, MARCIAL 2005. Construcción y Mantenimiento de Viviendas de Albañilería. Pontificia Universidad Católica del Perú.

8. Cadena Ríos, Gerardo. 2015. "Desarrollo de un Plan de Mantenimiento para edificaciones. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. México, D.F. Ciudad Universitaria, 2015.
9. Camacho Salazar, Pablo. 2009. Diseño de un Plan Modelo de Mantenimiento para edificios del ICE. Proyecto final de graduación para optar el grado de licenciatura en Ingeniería en Construcción. Escuela de Ingeniería de Construcción. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 58 pág. Enero 2009.
10. Caro Meza, Jhonatan Samuel y Rubio Chávez, Leslie Lizeth. 2019. Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para reducir los costos operativos de un club de esparcimiento. Tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial. Programa de titulación por tesis. Escuela profesional de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad Ricardo Palma. 174 pág. Lima. 2019.
11. CASANOVAS I BOIXEREU, Xavier. 1996. El mantenimiento de edificios. En: Revista Montajes e Instalaciones. Marzo de 1996.
12. CASANOVAS I. BOIXEREU, Xavier y TEJERA, Pedro. 2003. Mantenimiento y Gestión de Edificios. [on line] Disponible en: [http://www.cujae.edu.cu/facultades/arquitectura/PROFESORES/Mantenimiento%20y%20Gesti%F3n%20de%20edificios\(tejera\).doc](http://www.cujae.edu.cu/facultades/arquitectura/PROFESORES/Mantenimiento%20y%20Gesti%F3n%20de%20edificios(tejera).doc).
13. CASSIM, J.; MENDES, L. y otros. (s.f.). Rehabilitación de coberturas de edificios. [on line] Disponible en: <http://www.rs.f2010.org>. Consultado: Octubre de 2021.
14. Castillo J. 2017. Diseño de investigación del desarrollo de un plan de mantenimiento basado en el modelo de gestión de calidad TPM, con enfoque sistemático para equipos críticos dentro de una edificación y

sus instalaciones (Tesis de pregrado). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

15. Cerna Vásquez, M. y Galicia Guarniz, W. 2010. Vida útil en estructuras de concreto armado desde el punto de vista de comportamiento de material. Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ingeniería Civil. 2010.
16. CEB, “Durable Concrete Structures, Design Guide, Eurointernational Committee for Concrete”, London, UK, Thomas Thelford Services Ltd, (1992).
17. Chávez Ulloa, Emilio; Pérez López, Tezozomoc; Reyes Trujeque, Javier; Corvo Pérez, Francisco. 2013. Deterioro de estructuras de concreto por carbonatación en medio ambiente marino tropical y cámara de carbonatación acelerada. Centro de Investigación en Corrosión, Universidad Autónoma de Campeche. Artículo de Investigación. Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia vol. 36 n° 2 Maracaibo ago. 2013. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Zulia, versión impresa ISSN 0254-0770. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702013000200002 . Consultado: 14 marzo de 2022.
18. Clavijo Mendoza, José Agustín. 2014. Modelamiento Numérico de ensayos de resistividad sobre el concreto para la obtención de una tomografía bidimensional del frente de carbonatación. Tesis para optar al grado de Magister en Ingeniería Estructural. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola. Bogotá D.C. Colombia. 2014.
19. Devoto Patiño, J. Influencia de las patologías en la durabilidad del concreto armado de edificaciones en zonas cercanas al mar en la ciudad de Paita – Piura, 2015. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Chimbote, Perú, 2015.

20. DURAR, "Manual de Inspección, Evaluación y Diagnóstico en Estructuras de Hormigón Armado". CYTED Programa iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Troconis, O, Ed Maracaibo, Venezuela (1998).
21. GARCÍA CASAS, Ignacio. Consideraciones sobre la seguridad en los edificios=Considerations on Buildings Safety. Revista electrónica ReCoPar, [S.l.], n.1, p. 27-40, abr. 2014. ISSN 1886-2497. Disponible en: <http://polired.upm.es/index.php/recopar/article/view/2102>. Fecha de acceso: 21 jul. 2022.
22. Guerola Olaguibel Bertha Renee. 2020. Plan Anual de Mantenimiento de Infraestructura. Universidad Científica del Perú.
23. GUTIÉRREZ PLAZA, Manuel; CASANOVA FERNÁNDEZ, José y HERNÁNDEZ, Eduardo. (1985). Sistematización de los criterios aplicables a los trabajos de mantenimiento, reparación y rehabilitación en el patrimonio público de la vivienda de la Comunidad Autónoma de Madrid. Madrid, España.
24. HELENE DO LAGO, Pablo R. (1997). En: Manual para la Reparación, Refuerzo y Protección de las Estructuras de Concreto, IMCYC. México.
25. INSTITUTO NACIONAL DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA EDUCATIVA INIFED. 2007. En: Manual de Mantenimiento Escolar. Cuidemos Nuestra Escuela. México.
26. Lee Orantes Francisco, Torres Acosta Andrés A., Terán Guillén Jorge, Martínez Madrid Miguel. 2006. Caracterización de un sistema de refuerzo-protección en elementos de concreto reforzado dañados por corrosión, utilizando compuestos base fibras de carbón. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Instituto Mexicano del Transporte. Publicación Técnica N° 295. Sanfandila, Qro, 2006.

27. LORÍA GONZÁLEZ, Roberto. ¿Qué alarga la vida útil de una edificación? En: Revista Construcción. No. 81. Cámara Costarricense de la Construcción. [on line] Disponible en:
<http://www.construccion.co.cr/revista/081/42.tecnologia.htm>.
28. Luna Rodríguez, Francisco José; Leal Vaca, Julio Cesar; Chávez Espinola Sergio Andrés; Mortera Villalobos, Andrea Minerva; Licea Puga Olga Casandra; Mendoza Hernández Deriam Antonio; Nuñez mendoza Héctor. 2020. Análisis de vibraciones en sistemas de entrepiso. Universidad Guanajato. México. Volumen 16. XXVII Verano de la Ciencia. ISSN 2395 – 9797. Artículo – 11927-1-10-20220826.pdf. Disponible en: www.joveneswenlaciencia.ugto.mx ;
<http://repositorio.ugto.mx> . Acceso 22 abril 2023.
29. Machena Córdova, J. F. 2017. Estructuras de concreto y corrosión del acero corrugado en la I.E. Niño Jesús de Praga distrito de SMP, Lima. Universidad César Vallejo. 2017.
30. Mantenimiento de edificios – Instrucciones de Mantenimiento de Vega Administradores – Oficina Virtual – Huelva España.
31. Manual general para el uso, mantenimiento y conservación de edificios destinados a viviendas. Consejería de Obras Públicas y Transporte de la Junta de Andalucía, Ayuntamiento de Granada en España.
32. Mendoza Campos, Maritza Concepción y Santillán Iglesias, Jerson Brian. Evaluación de la degradación y propuesta de mantenimiento de la edificación pública de “Produce, Iquitos” – Perú, 2021. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Científica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Iquitos, Perú. 2022. 192 p.

33. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (s.f.). Organización y Administración de los Bienes Muebles e Inmuebles de los Establecimientos Educativos. Bogotá, Colombia.
34. Ministerio de Educación – MINEDU. 2020. Guía: “Parámetros de Mantenimiento de la Infraestructura Educativa”. 03 de diciembre 2020. 44 p. Disponible en: <https://www.minedu.gob.pe>
35. Ministerio de Educación – MINEDU. 2021. Guía: “Parámetros Específicos de Mantenimiento de Componentes de la Infraestructura Educativa”. 2021. 123 p. Disponible en: <https://www.minedu.gob.pe>
36. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2013. Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica A.140. Lima, 2013. Disponible en: <https://www.vivienda.gob.pe>
37. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2019. Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.030. Diseño Sismorresistente. Lima, 2013. Disponible en: <https://www.vivienda.gob.pe>
38. Molina Benavente, E. 2009. Monitoreo y Diagnóstico de estructuras de concreto armado afectadas por corrosión de cloruros, Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 2009.
39. MONJO. 1997. La patología y los estudios patológicos, en Metodología de la restauración y de la rehabilitación.
40. Montoya S. 2017. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Estructuras del KAFFE (Tesis de pregrado). Pereira (Risaralda), Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
41. Mosqueira Ramírez, César Pelayo. 2019. Efecto del tiempo de exposición al CO₂, del concreto de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la profundidad de carbonatación y en la resistencia a compresión. Tesis para optar el

Grado Académico de Doctor en Ciencias Mención: Gestión Ambiental y Recursos Naturales. Universidad Nacional de Cajamarca. Escuela de Posgrado. Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias. Cajamarca. 2019.

42. PUENTE, G. 2007. Patología de la Construcción en Mampostería y Hormigón. Sangolquí, Ecuador. 27 de Junio de 2007.
43. PUYANA, G. 1986. Control Integral de la edificación I - planeamiento. Bogotá: Escala.
44. ----- . Control Integral de la edificación III - Administración y Mantenimiento. Bogotá: Escala.
45. ----- . Control Integral de la edificación II - Construcción. Bogotá: Escala.
46. Quintero Quintero María Isabel, Solano López Carlos Alberto y Pandales Lozano Carlos Arturo. 2013. La degradación y el mantenimiento en las obras de edificación: estudio de caso Institución Educativa Antonio Derka Santo Domingo. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de especialista en Ingeniería de la Construcción. Universidad de Medellín. Facultad de Ingenierías. Especialización en Ingeniería de la Construcción. Medellín, Antioquia. 2013
47. RIO BUENO, A. (s.f.). Patología, Reparación y Refuerzo de Estructuras de Hormigón Armado de Edificación. Madrid, España.
48. RUIZ, Gerardo. 1998. Conservación y rehabilitación. Políticas, vías y acciones. En: IV Conferencia Internacional de la Vivienda y el Urbanismo, Ciudad de La Habana, Cuba.

49. SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DISTRITAL. 2008. En: Manual de uso, conservación y mantenimiento de los colegios de la Secretaría de Educación Distrital. Julio de 2008.
50. SÍSMICA, A. C. 2001. En: Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de vivienda de mampostería. Medellín: La Red.
51. SITTER, W.R. 1984. Costs for Service Life Optimization. The "Law of Fives". In: CEB-RILEM Durability of Concrete Structures. Proceedings of the International Workshop held in Copenhagen, 18-20 May 1983. Copenhagen, CEB, (Workshop Reported by Steen Rostam).
52. TEJERA GARÓFALO, Pedro. (2003). Introducción a las Patologías de los Edificios. En: Apuntes para libro en proceso editorial.
53. ----- . Costos de mantenimiento.
54. SOCORRO ALATRISTA VDA. DE BAMBARÉN, A. R.-C.-C. 04 de mayo de 2012. Guía para mantenimiento de la infraestructura física. [on line]. Disponible en: http://www.disaster-info.net/.../guia_para_mantenimiento_de_la_infraestructu. Consultado: Recuperado el 07 de setiembre de 2021.
55. Zavala C. 2018. Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para el chancador primario Fuller, operación Mantoverde (Tesis de pregrado). Valparaíso, Chile: Universidad Técnica Federico Santa María.

Anexo 1:

Propuesta de Ejes para Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de edificaciones de la Infraestructura Educativa Pública en Iquitos

1. **Marco de referencia:** Marco normativo
2. **Definiciones:** Términos básicos inherentes al mantenimiento para facilitar la comprensión, uso y aplicación del programa de Mantenimiento.
3. **Misión:** Referida al mantenimiento en la infraestructura pública correspondiente.
4. **Visión:** Referida al mantenimiento en la infraestructura pública correspondiente.
5. **Objetivo general:** Elaborar, instrumentar, planificar, ejecutar y controlar el Plan de Mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura física y equipamiento institucional (Guerola, 2020).

6. **Objetivos específicos:**

Según Guerola (2020), los objetivos específicos, entre otros son:

- a. Preservar y mantener las condiciones operativas de la planta física de la edificación de esta institución integrante de la infraestructura pública nacional.
- b. Incrementar la vida útil de las edificaciones y sus instalaciones sanitarias, eléctricas, electromecánicas y de conectividad previniendo los daños o deterioro físico a través del tiempo; mediante diversos niveles de intervención.
- c. Contribuir a mantener un nivel menor de costos de operación combatiendo a tiempo el desgaste y el deterioro tanto de la planta física como del equipamiento, promoviendo una cultura de conservación y mantenimiento.
- d. Garantizar una operación y funcionamiento continuo, confiable y seguro de la planta física y el equipamiento institucional, sin interrumpir la atención en el cumplimiento de los servicios públicos que corresponde.

- e. Efectuar rutinas de mantenimiento preventivo en los siguientes componentes de la edificación: estructura, albañilería, coberturas, pisos, recubrimientos, pinturas, carpintería, cerrajería, herrería, plomería, electricidad, telecomunicaciones, entre otras.
- f. Mantener en óptimas condiciones de operación el mobiliario y los equipos para la prestación del servicio público, así como los servicios generales, el acondicionamiento climático y de las telecomunicaciones en los locales de esta edificación.
- g. Atender prioritariamente las rutinas de mantenimiento correctivo a la planta física y el equipamiento correspondiente, con el fin de restablecer su funcionamiento normal en el menor tiempo posible, evitando así la interrupción de los servicios inherentes a la institución.
- h. Realizar anualmente un inventario de la infraestructura física y el equipamiento de la institución.
- i. Definir políticas adecuadas para el uso y cuidado de la infraestructura y del equipo en esta institución, en concordancia con el uso racional de los recursos públicos y la preservación del ambiente.
- j. Realizar de manera permanente campañas de difusión en las autoridades, funcionarios y personal de servicio, sobre temas relacionados con el cuidado y uso adecuado de la infraestructura física y el equipamiento de la institución.
- k. Establecer el registro de proveedores, con información suficiente, para responder oportunamente y con eficiencia a las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura y el equipamiento de la institución.
- l. Realizar periódicamente mantenimiento preventivo a la infraestructura y el equipamiento de la infraestructura institucional.
- m. Proporcionar mantenimiento correctivo de manera inmediata a los equipos cuando se ha detectado un mal funcionamiento causado por efectos meteorológicos u otra causa.
- n. Realizar evaluaciones periódicas al Plan de Mantenimiento preventivo y correctivo con la finalidad de determinar la efectividad del mismo y en previsión a su adecuación y mejora continua. (Guerola, 2020).

7. Funciones

Según Guerola (2020), entre otras, las funciones son:

Desarrollar el **mantenimiento preventivo**, realizando aquellas acciones encaminadas a encontrar y corregir problemas menores antes que éstos provoquen fallas de la funcionalidad de la infraestructura y el equipamiento disponibles. Se incluyen: inspecciones, evaluación, monitoreo en tiempo real, reemplazos, adaptaciones, restauraciones, etc., que se realizan de acuerdo a una programación anual, perfectamente organizada y presupuestada que incluye asignaciones para el pago de servicios, adquisición de insumos y equipos necesarios. (Guerola, 2020).

8. Alcances

El Plan de mantenimiento preventivo y correctivo está referido al total de la infraestructura y equipamiento de un sector, dirección, sede, área, sección o dependencia; tomando en cuenta, según Guerola (2020) los siguientes elementos:

1. Los **Edificios Institucionales** donde se concentran las actividades materia de la función pública institucional; incluyendo los espacios ocupados por la alta dirección, las oficinas administrativas y los espacios propios del quehacer institucional; asimismo, las áreas de facilidades complementarias al personal, los servicios generales, espacios de circulación, playas de estacionamiento, espacios exteriores y áreas verdes y jardines.

Tabla 21: Desagregado de Actividades (Caso supuesto)

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	AMBIENTES	RUTINAS
	Mantenimiento de infraestructura		
	Mantenimiento de estructura, albañilería, cobertura: si el diagnóstico lo determinara necesario.		
	Acabados interiores y exteriores: Mantenimiento de pintura en general de muros, reparación de pisos.		
	Reemplazo de cerrajería, carpintería metálica y de madera.		
	Mantenimiento de Instalaciones sanitarias: fuga y desperdicio de agua por deterioro de grifería y		
Locales			

**Estructura,
albañilería,
cobertura,
acabados, pintura,
cerrajería,
carpintería,
instalaciones
sanitarias,
eléctricas,
mecánicas,
telecomunicaciones
y otras**

accesorios; limpieza de tanque
elevado y cisterna.

**Mantenimiento de
instalaciones eléctricas:**

Reposición de luminarias,
accesorios de puntos de luz;
mantenimiento de
transformador eléctrico,
tableros, pararrayos y puesta
a tierra.

**Mantenimiento de
Instalaciones de
equipamiento mecánico:**

generadores eléctricos,
equipos propios de las
instalaciones para producción.

**Mantenimiento de Sistema
de telecomunicaciones:**

Servidores, redes y accesorios

**Todos los
edificaciones
institucionales**

**Listas de
cotejo y
protocolos
según
acciones de
intervención.**

**Guía de
Mantenimiento
y Formatos**

Anexo 2:

Ejes para la Propuesta de protección contra carbonatación de estructuras de concreto en el mantenimiento de infraestructura educativa pública en Iquitos

El proceso de carbonatación en las estructuras de concreto es completamente natural y se producirá a largo o corto plazo, sea cual fuese el ambiente en la que se ubica; entonces, es de suma necesidad adoptar medidas de prevención que permitan mitigar o ampliar el período de vida útil de las estructuras. Una alternativa de mitigación de riesgo en estructuras sometidas a exposición continua a CO₂, es la aplicación de aditivos anticarbonatación o antintemperismo, de lo investigado recomendamos, por ser práctica y económica, la protección efectiva en el avance de la profundidad de carbonatación mediante la aplicación de un recubrimiento con aditivos que ofrecen resistencia y durabilidad a la intemperie o anticarbonatación (diseñados para detener el ingreso del dióxido de carbono); para tal efecto, el estudio anticarbonatación debe prever conformar una película muy delgada mediante la aplicación del producto dos pasadas (dos manos), así como la aplicación deberá efectuarse periódicamente cada 8 años aproximadamente, en estructuras descritas como categoría C “edificaciones comunes” por la NTE-030 y cada 4 años en estructuras de categoría A “edificaciones esenciales”; categoría B “edificaciones importantes”, de manera especial en toda estructura expuesta frecuentemente a emisiones de CO₂.

Como parte de la propuesta, prever selección previa de los elementos estructurales a ser sometidos a evaluación. Considerar extracción de muestras para ensayos de carbonatación y para resistencia a la compresión. Con los datos obtenidos en la evaluación visual de campo y de los resultados de la evaluación de carbonatación aplicando el test de la fenolftaleína y de la rotura de especímenes extraídos con diamantina de los elementos estructurales, debe elaborarse una hoja de cálculo de fácil aplicación, que permite estimar la profundidad de carbonatación y la

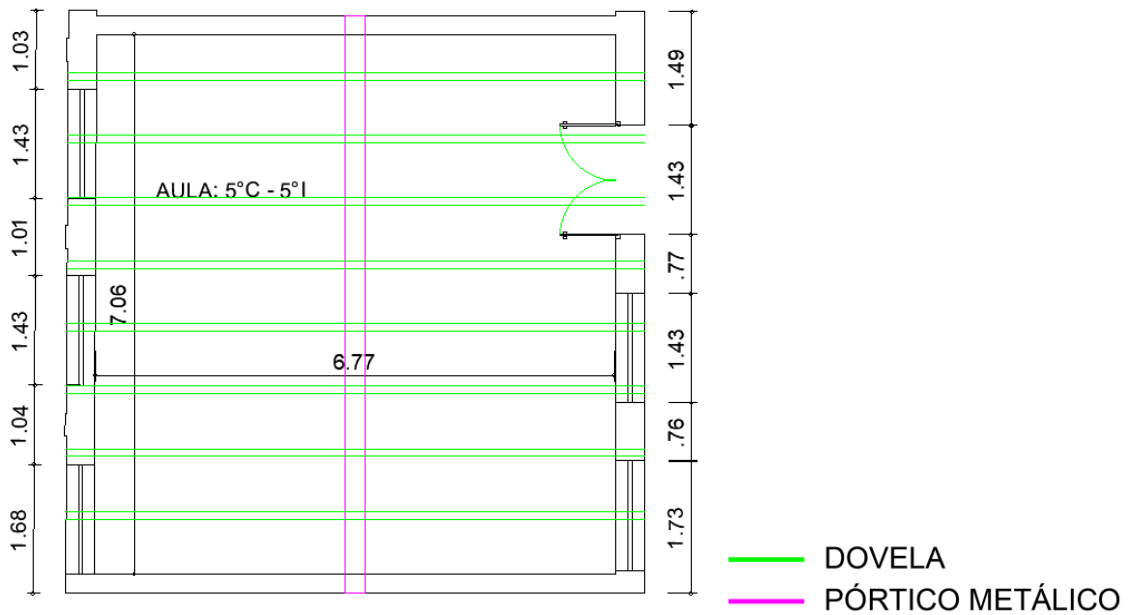
resistencia a compresión del concreto de $f'c=210$ Kg/cm², expuesta de manera natural a los efectos del CO₂, para la ciudad de Iquitos.

Elaborar, finalmente, una cartilla técnica para la correcta aplicación de los recubrimientos anti carbonatación.

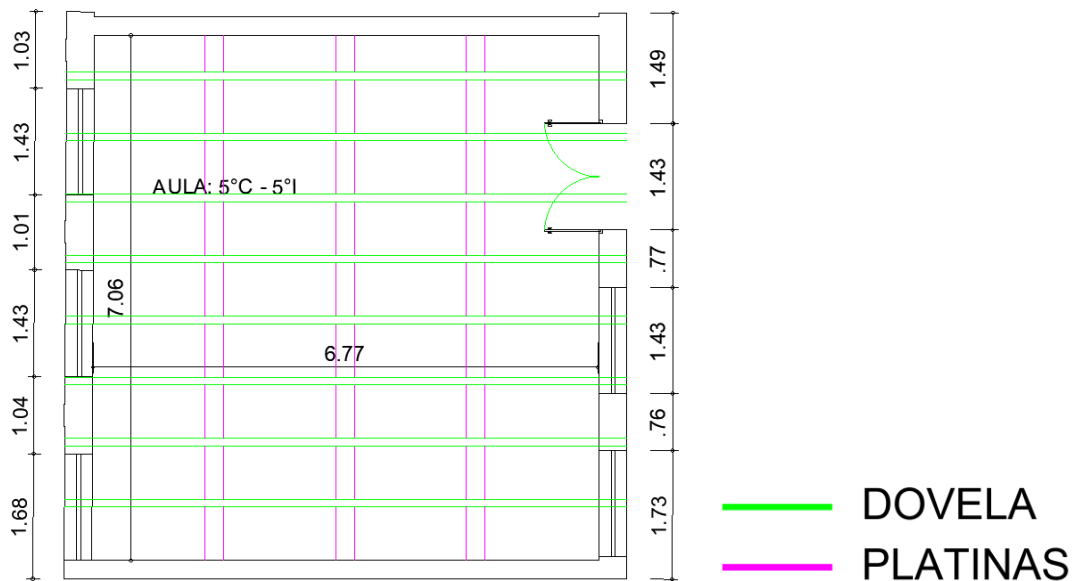
Anexo 3:

Esquema de propuestas de la consolidación estructural

- Esquema del pórtico metálico en un salón típico.



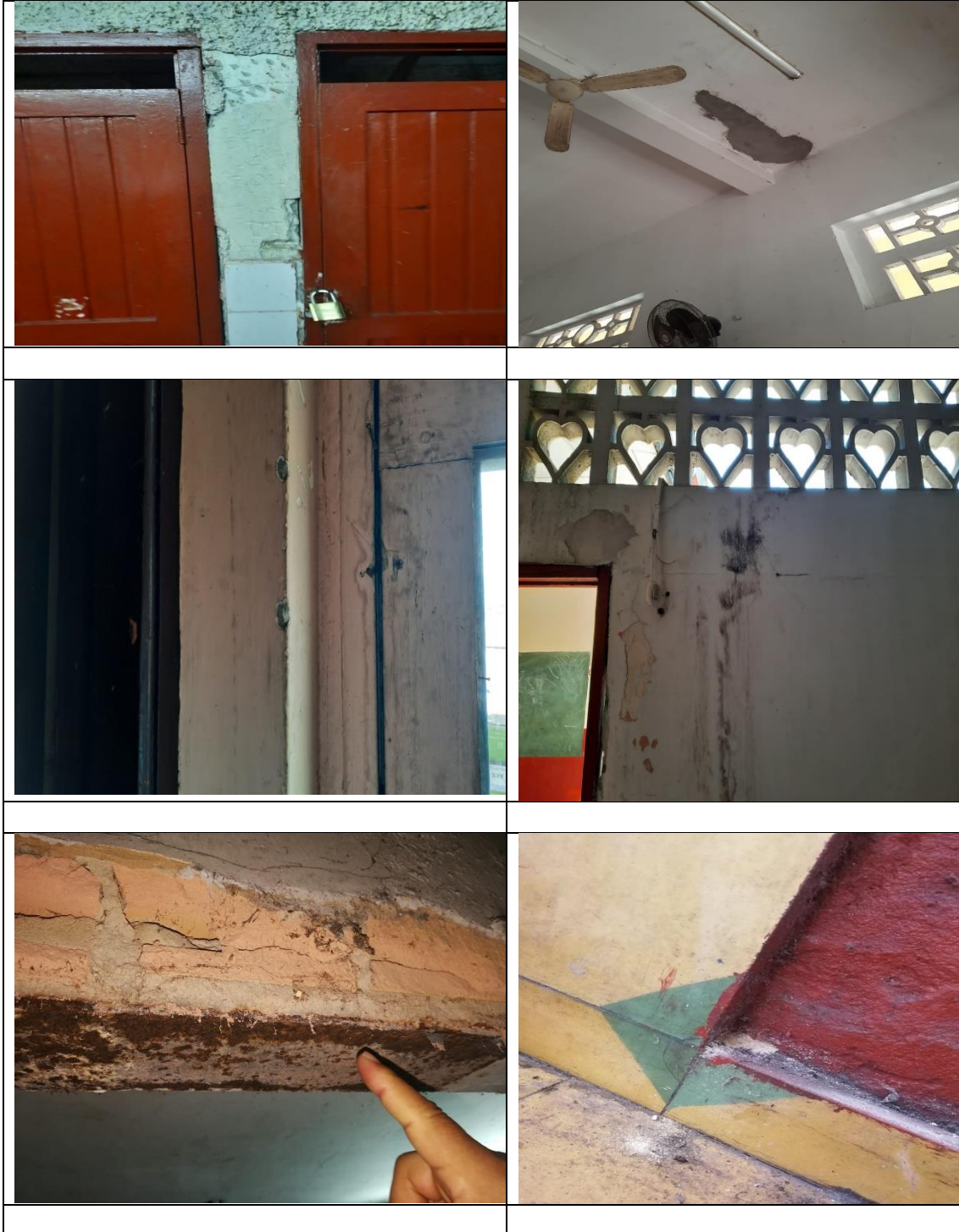
- Esquema de las platinas en un salón típico.

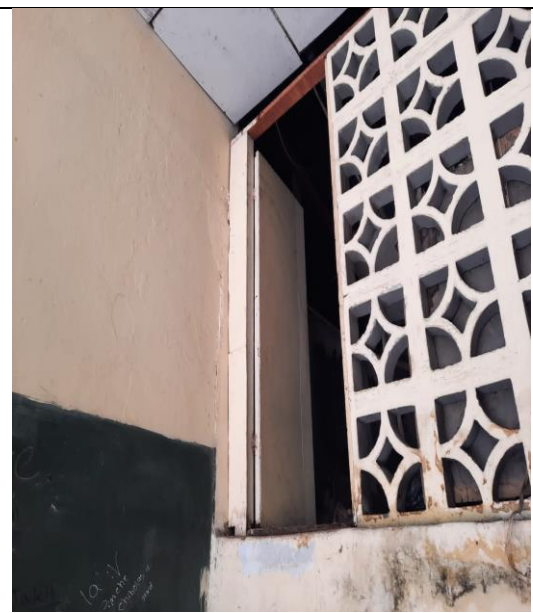


Anexo 4:

Panel fotográfico

Evidencia de daños materiales y estructurales del colegio sagrado corazón



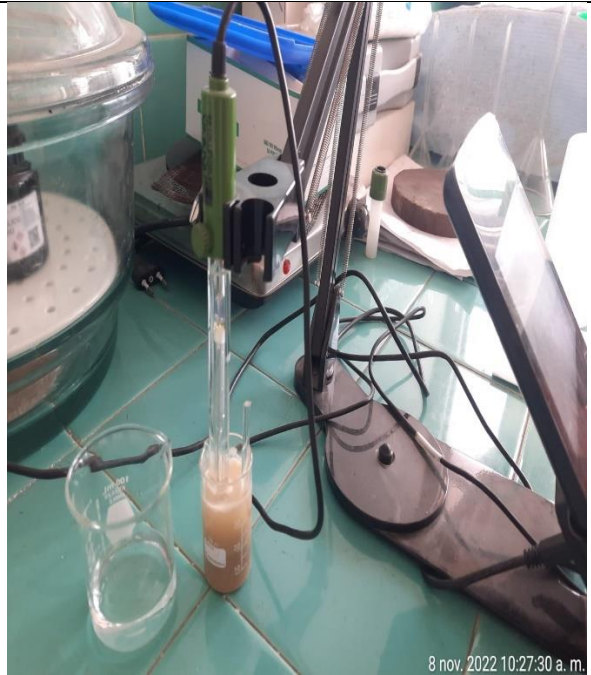








Evidencia de ensayos



Anexo 5. Matriz de consistencia

Título: Evaluación de la Conservación y Propuesta de Plan de Mantenimiento para el financiamiento del local de nivel secundaria de la IEPS Sagrado Corazón Iquitos - 2021.					
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<p>Problema General</p> <p>¿ Cuáles son los efectos de deterioro que se manifiestan en la edificación de infraestructura educativa de nivel Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos, debido a la acción de agentes medioambientales, la edad y el uso, que permitan definir, establecer y proponer las medidas preventivas y/o correctivas para que la conserven en estado de servicio más allá de su vida útil?</p> <p>Problemas específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Cómo determinar cuál es el estado de conservación actual de los ambientes de la infraestructura educativa de nivel secundaria de la I. E. P. S. Sagrado Corazón de Iquitos? ¿Cuáles son los principales elementos componentes de una edificación típica de la infraestructura educativa de nivel Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos, que requieren de mantenimiento preventivo y correctivo y la frecuencia con que debe dársele? ¿Cuáles son las principales estructuras que pueden deteriorarse o fallar según 	<p style="text-align: center;">Objetivo General</p> <p>Identificar y describir los efectos de deterioro que se manifiestan en una edificación debido a la acción de agentes medioambientales, la edad y el uso, para definir, establecer y proponer el Plan de Mantenimiento que incluye las medidas preventivas y/o correctivas de la edificación de infraestructura educativa de nivel de Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos, para que se conserve en estado de servicio esta edificación integrante del Patrimonio Cultural de la Nación.</p> <p style="text-align: center;">Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> Realizar un levantamiento arquitectónico y estructural y registro fotográfico de la infraestructura educativa de nivel Secundaria de la I. E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos reconocida como integrante del monumento histórico nacional. Evaluar y realizar un análisis del estado de conservación actual de los ambientes de la infraestructura educativa de nivel Secundaria de la I. E. P.S. Sagrado Corazón de Iquitos y determinar su estado de conservación actual, 	<p style="text-align: center;">Hipótesis General</p> <p>H: Evaluando La profundidad de carbonatación en los elementos estructurales de concreto armado y el nivel de corrosión en la estructura metálica del edificio de Produce Iquitos, indica un deterioro superficial y leve que resulta apropiado y oportuno formular y ejecutar un Plan de Mantenimiento para su recuperación y puesta en servicio.</p> <p style="text-align: center;">Hipótesis específicas</p> <p>No se requiere su formulación</p>	<p style="text-align: center;">Variable X:</p> <p>Degradación al año 2021 de la edificación de nivel de Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos.</p>	<p style="text-align: center;">Indicadores</p> <p>Acciones degradantes. Tipología de daños. Elementos principales de la edificación que requieren mantenimiento. Estructuras que pueden deteriorarse. Acciones correctivas y preventivas para alargar la vida útil.</p>	<p style="text-align: center;">Tipo de Investigación: Descriptiva Transeccional. Diseño de Investigación: No experimental Esquema:</p> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px; margin: 0 auto; text-align: center; line-height: 30px;">M O</div> <p>Donde: M: Muestra O: Observaciones</p>

<p>su importancia para el uso normal de la edificación de infraestructura educativa de nivel de Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos?</p> <p>4. ¿Cómo se presentan los diferentes deterioros y daños, de la estructura física de la edificación existente en la infraestructura educativa de nivel de Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos, para establecer las acciones correctivas y preventivas que permitan alargar su vida útil?</p> <p>5. ¿Cuáles son los elementos priorizados que han sido considerados en el Plan de mantenimiento preventivo y correctivo existente en la infraestructura educativa de nivel de Secundaria de la I.E. P.S. Sagrado Corazón de Iquitos?</p> <p>6. ¿Cómo debe ser el Plan de Mantenimiento preventivo / correctivo para el Módulo de la edificación existente en la infraestructura educativa de nivel Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos, que pueda servir de modelo para que la Dirección Regional de Educación del GOREL pueda emularlo?</p>	<p>explicando las acciones degradantes y describiendo los diferentes tipos de daños que presenta. ,</p> <p>3. Identificar los principales elementos componentes de la infraestructura educativa de nivel Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos que requieren de mantenimiento preventivo y correctivo que permitan alargar su vida útil.</p> <p>4. Diagnosticar los diferentes deterioros y daños a partir de una inspección visual de la estructura física de la edificación existente en la infraestructura Educativa de nivel Secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos, para establecer las acciones correctivas y preventivas que permitan garantizar su uso sin poner en riesgo la vida de sus ocupantes.</p> <p>5. Inventariar, evaluar y priorizar los elementos considerados en el Plan de Mantenimiento preventivo y correctivo existente, de la edificación del nivel de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos.</p> <p>6. Diseñar un Plan de Mantenimiento preventivo / correctivo para el Módulo de la edificación del local del nivel secundaria de la I.E.P.S. Sagrado Corazón de Iquitos, que pueda servir de modelo para que la Dirección Regional de Educación de Loreto del GOREL pueda emularlo.</p>			<p>Elementos del Plan de Mantenimiento existente.</p> <p>Elementos del Plan de Mantenimiento propuesto.</p>	
---	--	--	--	---	--

