



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL DETERIORO DE
EDIFICIOS UNIVERSITARIOS; CASO DE ESTUDIO
EDIFICIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
MECÁNICA - ESPOCH”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: Proyecto técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA DE MANTENIMIENTO

AUTOR: MICHEL JESSENIA LOOR ROMERO

DIRECTORA: ING. MAYRA ALEXANDRA VISCAÍNO CUZCO

Riobamba – Ecuador

2019

©2019, Michel Jessenia Loor Romero

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Michel Jessenia Loor Romero, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 25 de noviembre del 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'MJI', is positioned above a horizontal line.

Michel Jessenia Loor Romero

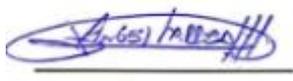
210062547-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Técnico, **“METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL DETERIORO DE EDIFICIOS UNIVERSITARIOS; CASO DE ESTUDIO EDIFICIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA - ESPOCH”**, realizado por la señorita: **MICHEL JESSENIA LOOR ROMERO**, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. José Antonio Granizo PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		<u>25/11/2019</u>
Ing. Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco DIRECTOR/A DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		<u>25/11/2019</u>
Ing. Ángel Daniel Larrea Moreano MIEMBRO DE TRIBUNAL		<u>25/11/2019</u>

DEDICATORIA

Para el forjador de mi vida, a Dios quién me acompaña y siempre me levanta de mis tropiezos; a mis padres que también me han forjado con reglas y algunas libertades, pero que al final con una gran motivación constante han ayudado a alcanzar mis anhelos. A mi familia y amigos que lucharon por apoyarme en los momentos más difíciles y fundamentalmente a quienes más me aman.

Michel Jessenia Loor Romero

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme cursar una grandiosa etapa de mi vida como estudiante en la ESPOCH, ya que ha abierto las puertas de su seno científico otorgándome este instrumento para desenvolverme en mi vida profesional; así como también a mis docentes que brindaron sus conocimientos y apoyo.

Este logro es en gran parte gracias a ustedes mis padres, abuelitos, tíos y primas que son personas especiales en mi vida y de bien; no podría sentirme más contenta con la confianza que han depositado sobre mi persona, todas sus enseñanzas las aplico para seguir adelante cada día.

Mi agradecimiento también va dirigido a mi directora del trabajo de titulación Ing. Mayra Viscaíno y mi asesor Ing. Ángel Larrea, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad, conocimiento y paciencia en una extraordinaria guía científica.

Y para finalizar a todos los que fueron mis compañeros y amistades más cercanas gracias por los momentos y las mejores experiencias de vida compartidas.

Michel Jessenia Loor Romero

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS	XV
RESUMEN.....	XVI
SUMMARY	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII
CAPÍTULO I	
1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Planteamiento del problema.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	4
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	4
CAPÍTULO II	
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	5
2.1 Métodos de evaluación de edificios	5
2.1.1 <i>Clasificación del rendimiento del edificio en categorías cualitativas</i>	6
2.1.2 <i>Clasificación del rendimiento del edificio en categorías cuantitativas</i>	6
2.2 Metodologías para la evaluación de edificios	7
2.2.1 <i>Metodología Igal M. Shohet</i>	7
2.2.2 <i>Metodología Shohet, Lavy-Leibovich y Bar-On</i>	8
2.2.3 <i>Metodología Shohet y Straub</i>	8
2.2.4 <i>Metodología Shohet y Puterman</i>	9
2.2.5 <i>Metodología Lavy y Shohet</i>	10

2.3	Información histórica del edificio	11
2.3.1	<i>Instrumento de recopilación de información histórica del edificio.....</i>	11
2.4	Ponderación de sistemas	13
2.4.1	<i>Sistemas</i>	13
2.4.2	<i>Proceso analítico jerárquico AHP.....</i>	14
2.5	Instrumento de evaluación.....	17
2.5.1	<i>Estado físico.....</i>	17
2.5.2	<i>Efecto resultante sobre los usuarios</i>	21
2.6	Umbral de desempeño	25
2.6.1	<i>Umbrales cuantitativos.....</i>	25
2.6.2	<i>Umbrales cualitativos.....</i>	25
2.7	Reajuste de la metodología	26
2.7.1	<i>Sistemas básicos</i>	26

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO.....	27
3.1	Metodología propuesta.....	27
3.2	Desarrollo de los instrumentos y la escala de medición del deterioro.....	28
3.2.1	<i>Ponderación de sistemas de la edificación que serán considerados en la evaluación</i>	28
3.2.1.1	<i>Recuperación de información histórica del edificio</i>	28
3.2.1.2	<i>Definición de la estructura jerárquica para la aplicación del AHP.....</i>	31
3.2.1.3	<i>Priorización de sistemas mediante AHP.....</i>	33
3.2.2	<i>Desarrollo del instrumento I01EF para la evaluación del estado físico.....</i>	35
3.2.3	<i>Desarrollo del instrumento I02ER para la evaluación del efecto resultante sobre los usuarios</i>	37
3.2.4	<i>Desarrollo de la escala de medición del deterioro.....</i>	38
3.3	Validación de la metodología con aplicación a un caso de estudio.....	39

3.3.1	<i>Aplicación del instrumento I01EF para la evaluación del estado físico del edificio</i>	39
3.3.1.1	<i>Reajuste de metodología en la ponderación de sistemas y umbral de desempeño del estado físico</i>	55
3.3.2	<i>Aplicación del instrumento I02ER para la evaluación del efecto resultante sobre los usuarios</i>	55
3.3.3	<i>Valoración cualitativa y cuantitativa</i>	58
CAPÍTULO IV		61
4.	RESULTADOS	61
4.1	Desarrollo de los instrumentos y la escala de medición del deterioro	61
4.1.1	<i>Ponderación de sistemas de la edificación que serán considerados en la evaluación</i>	<i>61</i>
4.1.2	<i>Instrumento I01EF para la evaluación del estado físico</i>	<i>62</i>
4.1.3	<i>Instrumento I02ER para la evaluación del efecto resultante sobre los usuarios</i>	<i>65</i>
4.1.4	<i>Escala de medición del deterioro</i>	<i>67</i>
4.2	Validación de la metodología, con aplicación a un caso de estudio	67
4.2.1	<i>Resultado de la evaluación del estado físico del edificio</i>	<i>67</i>
4.2.2	<i>Resultado de la evaluación del efecto resultante sobre los usuarios en el edificio</i>	<i>70</i>
4.2.3	<i>Resultado final de la evaluación del deterioro de edificios universitarios</i>	<i>70</i>
CONCLUSIONES		72
RECOMENDACIONES		73
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Clasificación del rendimiento del edificio en cuatro categorías cualitativas de desempeño	6
Tabla 2-2: Clasificación del rendimiento del edificio en categorías cuantitativas de desempeño	6
Tabla 3-2: Encuesta de campo para recuperación de información del edificio.....	12
Tabla 4-2: Sistemas ponderados en un edificio con sus respectivos pesos de rendimiento	13
Tabla 5-2: Sistemas ponderados en un edificio con sus respectivos pesos de rendimiento	14
Tabla 6-2: Niveles de importancia	15
Tabla 7-2: Consistencias aleatorias en función del tamaño de matriz	16
Tabla 8-2: Ratio de consistencia aceptable	16
Tabla 9-2: Detalle de sub criterios para evaluar un edificio	17
Tabla 10-2: Detalle de escala de calificación física	19
Tabla 11-2: Escala de rendimiento para sistemas de techado	20
Tabla 12-2: Datos técnicos correspondientes a varios sistemas de evaluación.....	20
Tabla 13-2: Aspectos sobre el confort de los usuarios de edificios	22
Tabla 14-2: Aspectos candidatos para sub criterios.....	22
Tabla 15-2: Umbrales cuantitativos, según el tipo de datos y su medida resumen.....	25
Tabla 16-2: Umbrales cualitativos, según la forma de definir el valor del umbral.....	25
Tabla 1-3: Recuperación de información histórica del edificio	28
Tabla 2-3: Codificación de infraestructura civil a nivel de edificio.....	30
Tabla 3-3: Estructura de código	30
Tabla 4-3: Listado de áreas arquitectónicas	30

Tabla 5-3: Análisis de coincidencia de los criterios más utilizados por varios autores	31
Tabla 6-3: Sub criterios del criterio “Estado físico”	32
Tabla 7-3: Sub criterios del criterio “Efecto resultante sobre los usuarios”	32
Tabla 8-3: Ratios de consistencia correspondientes a arquitectos e ingenieros civiles.....	34
Tabla 9-3: Pesos correspondientes a los criterios EF y ER.....	34
Tabla 10-3: Pesos correspondientes a los sub criterios ER.....	35
Tabla 11-3: Pesos correspondientes a los sub criterios EF	35
Tabla 12-3: Clasificación de valoraciones	36
Tabla 13-3: Sub sistemas considerados para evaluar.....	36
Tabla 14-3: Estructura de la encuesta	37
Tabla 15-3: Tipos de respuestas usadas en la encuesta.....	37
Tabla 16-3: Escala de medición mediante umbral base	38
Tabla 17-3: Estructura muestral de áreas y participantes encuestados	56
Tabla 18-3: Resultado de la evaluación del sub criterio confort térmico.....	57
Tabla 19-3: Resultado de la evaluación del sub criterio confort lumínico.....	57
Tabla 20-3: Valores a promediar del sub criterio percepción de la estética y el deterioro	57
Tabla 21-3: Resultado de la evaluación del sub criterio percepción de la estética y el deterioro	58
Tabla 22-3: Resultado de la evaluación del sub criterio percepción de la seguridad.....	58
Tabla 1-4: Ponderación de sistemas de edificación	61
Tabla 2-4: Instrumento I01EF de evaluación técnica	62
Tabla 3-4: Instrumento I02ER de evaluación	65
Tabla 4-4: Rangos de escala de medición del deterioro.....	67

Tabla 5-4: Puntuaciones finales de la evaluación del “Estado físico”	67
Tabla 6-4: Análisis de cada área arquitectónica, ordenada desde el más deteriorado.....	68
Tabla 7-4: Puntuaciones obtenidas en la evaluación técnica de cada área arquitectónica	69
Tabla 8-4: Puntuaciones finales de la evaluación del “Efecto resultante sobre los usuarios” ...	70
Tabla 9-4: Actuaciones de mantenimiento a realizarse según el nivel de deterioro alcanzado .	70
Tabla 10-4: Valoración final cuantitativa y cualitativa del edificio de la carrera de Ingeniería Mecánica.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Metodología Igal M. Shohet	7
Figura 2-2: Metodología Shohet, Lavy-Leibovich y Bar-On	8
Figura 3-2: Metodología Shohet y Straub.....	9
Figura 4-2: Metodología Shohet y Puterman.....	10
Figura 5-2: Metodología Lavy y Shohet.....	10
Figura 6-2: Secuencia de pasos para el proceso analítico de jerarquización	15
Figura 7-2: Aspectos perceptuales y cognitivos sobre la satisfacción del uso del espacio.....	23
Figura 8-2: Factores de contexto normativo	24
Figura 1-3: Metodología propuesta.....	27
Figura 2-3: Estructura jerárquica para la aplicación del AHP	32
Figura 3-3: Pasos a seguir para aplicar los instrumentos I01EF y I02ER.....	39
Figura 4-3: Ejemplo de codificación	39
Figura 5-3: Ejemplo de la clasificación de sub sistemas que componen al edificio	40
Figura 6-3: Ejemplo del promedio de los sub sistemas	41
Figura 7-3: Aula 004.....	41
Figura 8-3: Aula 120, 130 y 132.....	42
Figura 9-3: Aula 134, 136 y 138.....	43
Figura 10-3: Aula 140, 150 y Gradas del edificio	44
Figura 11-3: Pasillo de la planta baja, Pasillo de la planta alta y S.S.H.H	45
Figura 12-3: Laboratorio M25-002, M25-026 y M25-010	46

Figura 13-3: Laboratorio M25-006, M25-042 y M25-036	47
Figura 14-3: Oficina 014, 016 y 106 de docentes	48
Figura 15-3: Oficina 108, 112 y 118 de docentes	49
Figura 16-3: Oficina 122, 124 y 126 de docentes	50
Figura 17-3: Oficina 128, 142 y 144 de docentes	51
Figura 18-3: Oficina 146, 148 y 102 de docentes	52
Figura 19-3: Hall de ingreso planta baja, ascensor, sistema de detección y equipo contra incendios	53
Figura 20-3: Cubierta y componentes exteriores	54
Figura 21-3: Ubicación de puntuaciones en el umbral de desempeño.....	59
Figura 22-3: Valoración cualitativa y cuantitativa.....	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Años de experiencia de profesionales entrevistados	33
Gráfico 2-3: Pesos de criterios	34
Gráfico 1-4: Distribución de pesos correspondientes a los sub criterios de evaluación	61
Gráfico 2-4: Niveles de desempeño de las escalas de medición del deterioro.....	67

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ENTREVISTA A PROFESIONALES PARA JERARQUIZAR SISTEMAS DE EDIFICIOS UNIVERSITARIOS

ANEXO B: RESULTADOS DE LA ENCUESTA DEL EFECTO RESULTANTE SOBRE LOS USUARIOS CLASIFICADO POR PREGUNTAS FACTORES DE CONFORT FÍSICO Y FISIOLÓGICO DE HABITABILIDAD – CONFORT TÉRMICO – CONFORT LUMÍNICO

ANEXO C: RESULTADOS DE LA ENCUESTA DEL EFECTO RESULTANTE SOBRE LOS USUARIOS CLASIFICADO POR PREGUNTAS FACTORES PERCEPTUALES Y COGNITIVOS PERCEPCIÓN DE LA ESTÉTICA Y DETERIORO Y PERCEPCIÓN DE LA SEGURIDAD

ANEXO D: EVALUACIÓN TÉCNICA DE AULA, LABORATORIO, OFICINA, PASILLO, HALL Y BAÑO

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue desarrollar una metodología para evaluar el deterioro de edificios universitarios construidos en hormigón armado comprendidos en la región sierra ecuatoriana. La metodología propuesta empezó con una exhaustiva investigación con el fin de determinar los criterios y sub criterios que describen a una edificación; además fue necesario la recuperación de información total del edificio y la ponderación de sus principales sistemas, de forma posterior se desarrolló los instrumentos para evaluar el estado físico y el efecto resultante sobre los usuarios conjuntamente con la escala de medición del deterioro, así se obtuvo el umbral de desempeño requerido en función de las ponderaciones usadas; finalmente fue validada la metodología aplicándola al caso de estudio edificio de la Carrera de Ingeniería Mecánica – ESPOCH. Debido a que las edificaciones no tienen los mismos sistemas se necesitó proponer un reajuste de la metodología con los sistemas más básicos que poseen los edificios. A través del presente estudio se evaluó el nivel de deterioro y el confort de quienes comparten el área arquitectónica del edificio mediante los instrumentos I01EF y I02ER. Se concluye que el edificio se encuentra en un estado “Deteriorado” hay daños que implican trastornos en estética, funcionalidad, y confort. Se recomienda intervenir de forma correctiva con la conservación, mediante su adecuado uso y la ejecución del plan de mantenimiento; éstos exigen ser corregidos sin demora alguna mediante reparaciones exclusivas con personal especializado, además de una posible renovación de componentes, con el fin de que no se conviertan en críticos; además de continuar con este estudio periódicamente para tener información real del estado del edificio.

Palabras clave: <MANTENIMIENTO CIVIL>, <DETERIORO DE EDIFICIOS>, <PONDERACIÓN DE SISTEMAS>, <UMBRAL DE DESEMPEÑO>, <METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN>.



ABSTRACT

The objective of this study was to develop a methodology to evaluate the deterioration of university buildings constructed in reinforced concrete located in the Ecuadorian highlands region. The methodology proposed started with an exhaustive investigation aimed to determine the criteria and sub criteria that describe a building; besides that, it was necessary to recover the total information and the weighting of its main systems, later the instruments were developed to evaluate physical state and the resulting effect on the users and the scale of measurement of the deterioration, thus the performance threshold required based on the weights used was obtained; Finally, the methodology was validated by applying it to the case of study of the Mechanical Engineering Degree - ESPOCH. Due to the buildings do not have the same systems, it was necessary to propose a readjustment of the methodology with the most basic systems that the buildings possess. Through this study, the level of deterioration and comfort of those who share the architectural area of the building was assessed using instruments I01EF and I02ER. It is concluded that the building is in a "Deteriorated" state, there are damages that involve disorders in aesthetics, functionality and comfort. It is recommended to intervene correctively with conservation, through its proper use and execution of the maintenance plan; these require to be corrected without any delay by exclusive repairs with specialized staff, in addition to a possible renewal of components, so that they do not become critical; furthermore, to continue this study periodically to have real information on the state of the building.

Key words: <CIVIL MAINTENANCE>, <DETERIORATION OF BUILDINGS>, <WEIGHTING SYSTEMS>, <PERFORMANCE THRESHOLD>, <EVALUATION METHODOLOGY>.



INTRODUCCIÓN

Más del 90 por ciento de nuestras actividades se llevan a cabo dentro de un edificio es por ello que existe una profunda influencia del ambiente generado en los espacios arquitectónicos, el cual afecta directamente sobre el comportamiento de las personas.

Los edificios están diseñados principalmente para protección y resguardo de aquellos que lo necesitan por algún motivo ya sea como lugar de: vivienda, trabajo, formación académica y esparcimiento; es claro que en ellos se puede realizar distintos tipos de actividades y es necesario que se destaque la importancia de su estado físico y su respectivo mantenimiento.

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo fue evaluada por la DEAC (Dirección de evaluación y aseguramiento de la calidad), en periodos anteriores dentro de la acreditación llevada a cabo en el año 2016, uno de los factores que se analizaron fue la infraestructura y la calidad de servicios que ellos brindaban con el propósito de generar un ambiente institucional adecuado para el desarrollo de las actividades tanto académicas como culturales y deportivas, cabe mencionar que dentro de este punto referente a infraestructura, se identificó un deficiente servicio de los diferentes edificios debido a inconvenientes como el mantenimiento, los años de servicio, algunos sobre pasando su vida útil.

La Carrera de Ingeniería Mecánica ha sobrepasado sus años de vida útil y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con 47 años al servicio en la educación cuenta con la infraestructura necesaria; pero la atención que le brindaban al mantenimiento de la infraestructura no era suficiente y como resultado estos edificios fueron degradándose progresivamente. Razón por la cual, se propone realizar una metodología para evaluar el deterioro de los edificios universitarios basado en una valoración cuantitativa del deterioro, éste servirá como modelo para ser aplicado en edificaciones educativas construidas en hormigón armado comprendidos en la región sierra ecuatoriana, con el fin de tener un precedente y datos con que contarían las universidades para enfocar recursos para el mantenimiento de infraestructuras.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Todos los educadores reconocen la profunda influencia del ambiente de los espacios y la infraestructura en la educación, de la misma forma como el ambiente de una ciudad influye en el comportamiento de sus ciudadanos, además, Lateef (2010) “determina que más del 90% de nuestras actividades se llevan a cabo en un edificio”.

Ya que la mayoría del tiempo de nuestras vidas se pasa en una edificación, es importante que ésta sea agradable para nuestra percepción y se inviertan más recursos para mantenerla de esta forma; se ha comprobado mediante un estudio realizado en el Reino Unido, que en un periodo de 25 años un edificio utiliza alrededor de tres veces su costo de construcción para cubrir los costos de funcionamiento y mantenimiento (Flanagan, Jewell y Norman, 2005, p. 115).

En el informe final del proceso de autoevaluación institucional en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) realizado por la Dirección de Evaluación y Aseguramiento de la Calidad (DEAC), identifican un deficiente servicio de mantenimiento e infraestructura debido al nivel de deterioro, problemas de iluminación y otros criterios valorados tanto cuantitativa y cualitativamente como la calidad de las aulas con un 14,71; calidad de espacios de bienestar resultado de “poco satisfactorio”; calidad de oficinas con un 1,18 y calidad de salas con un 2,18. La institución cuenta con un total de 299 aulas, de las cuales 44 aulas ofrecen las características mínimas de calidad según el informe de evaluación (DEAC Dirección de evaluación y aseguramiento de la calidad, 2017, p. 25).

1.2 Justificación

Es importante y se requiere que desde el diseño de un edificio, el mantenimiento sea considerado para que éste pueda cumplir con las condiciones adecuadas de manera que los usuarios puedan desarrollar correctamente sus actividades. Educar con calidad y responsabilidad es una tarea cada vez más difícil y problemática en las universidades; entendiéndose que calidad en las universidades, según el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad (CEAACES), es el grado de conformidad a nivel institucional, que comprenden aspectos importantes de la infraestructura; siendo el deterioro en los diferentes ambientes institucionales uno de los aspectos que reduce la calidad (DEAC Dirección de evaluación y aseguramiento de la calidad, 2017, p. 4).

A estos inconvenientes de infraestructura se los busca valorar con la elaboración de una metodología para evaluar el deterioro de edificios universitarios de hormigón armado construidos en la región sierra, mismo que funcionará para tener un precedente y datos con que contarían las universidades y de esta manera se tomaría en cuenta el mantenimiento de infraestructuras con el fin de que cumplan su función. Hayashi (2000) “presentó una metodología para la evaluación de construcción y mantenimiento utilizando parámetros, en los cuales se logra el alcance de la planificación de las actividades de mantenimiento realmente implementadas”.

Esta metodología se emplea en proyectos que requieren rehabilitación o renovación de edificios, se centra en el diagnóstico de deterioro y emplea datos estadísticos, cuantitativos y herramientas analíticas que son utilizadas por expertos de diferentes disciplinas que participan en la evaluación. Además, se pueden utilizar métodos que pueden aplicarse de forma inmediata, generalmente a muchos edificios y ayudan en la toma de decisiones estratégicas. El indicador de rendimiento del edificio (BPI) Building Performance Indicator, mide el deterioro a nivel de todo el edificio y examina tres criterios; el estado físico del edificio, la importancia de la función del edificio y la influencia ejercida por sus usuarios (Shohet, 2010, p. 684).

La ESPOCH con 47 años al servicio en la educación, cuenta con la infraestructura necesaria, pero el cuidado no ha sido el apropiado, lo que indica que la conservación de sus edificaciones es sólo de mantenimiento correctivo, debido a esto el deterioro ha seguido incrementándose (Larrea, 2011, p. 3).

1.3 Planteamiento del problema

Según Lateef (2010), “aproximadamente el 75% del costo de una edificación en su etapa de uso, corresponden a obras de mantenimiento”; por lo tanto, es imprescindible entrar en éste esquema y considerar que todos los activos necesitan ser mantenidos para que cumplan su función.

Los sectores educativos son uno de los segmentos críticos de la sociedad, un entorno que tiene un impacto masivo en el proceso de aprendizaje en las generaciones en crecimiento, las condiciones físicas de una edificación sí afectan en el proceso de enseñanza – aprendizaje desarrollado en las universidades (Karima y Altan, 2017, p. 1356).

Los edificios universitarios necesitan llevar un historial de información de actividades de mantenimiento y evidencias de las evaluaciones periódicas del entorno de aprendizaje a las que se someten, como la conformidad con el modelo genérico para la autoevaluación de carreras dirigida por el CEAACES (DEAC Dirección de evaluación y aseguramiento de la calidad, 2017, p. 5).

Dentro de las patologías que se dan en una edificación existen problemas como la humedad producida por el desgaste natural de la cubierta y por la filtración de agua en los primeros pisos, por el aumento de las precipitaciones en los últimos años, el desgaste natural de las redes eléctricas, hidráulicas y sanitarias y la obligatoriedad de preparar a los edificios con sistemas de protección contra incendio y de accesibilidad para discapacitados.

Durante el desarrollo de este proyecto técnico, se podrá identificar la necesidad del conocimiento de un indicador, que permitirá a las universidades que cuenten con edificios de hormigón armado construidos en la región sierra evaluar de forma cuantitativa el deterioro de los edificios y para la administración del mantenimiento (Shohet, 2010, p. 685).

En muchos edificios existentes, las expectativas y las demandas crecientes no se cumplen como una cuestión de tiempo, debido a la aceleración del deterioro, mantenimiento inadecuado o combinación de los dos; entonces se genera una interrogante, ¿Cómo podríamos respaldar el monitoreo de rendimiento y proporcionar una base para indicadores adicionales en la evaluación y mantenimiento de edificios? (Lavy y Shohet, 2004, p. 221).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar una metodología para evaluar el deterioro de edificios universitarios, aplicando al caso de estudio edificio de la Carrera de Ingeniería Mecánica – ESPOCH.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Desarrollar los instrumentos y la escala de medición del deterioro.
- ✓ Validar la metodología, con aplicación a un caso de estudio.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Métodos de evaluación de edificios

Existe una gran variedad de métodos de evaluación de edificios; desde enfoques que usan técnicas estadísticas mediante encuestas, hasta proyectos que necesitan restauración de edificios, enfocándose en el diagnóstico del estado físico o también llamado nivel de deterioro del edificio.

En una restauración de instalaciones militares Reddy et al. (1993), ha usado un tipo de método de evaluación, que es perfecto para organizaciones que mantienen una gran cantidad de instalaciones, debido a que utilizan varias veces este procedimiento para luego intentar adaptar la implementación de éste y así realizarlo de forma extensiva, mismo que considera y se basa en tres parámetros: (1) físicos; (2) funcionales en los que intervienen seguridad y compatibilidad; (3) ubicación de las instalaciones e infraestructura periférica (Shohet, 2010, p. 682).

Los autores Shen y Lo (1999), han identificado un método de evaluación, en el que se desarrolla un sistema de acumulación de puntos en base a la prioridad evaluada de la restauración del edificio, determinando tres criterios con su respectiva puntuación asignada y escala específica para cada uno de éstos, dependiendo de la importancia asignada por el asesor se tienen los siguientes parámetros: (1) el estado físico del edificio; (2) la importancia de la función del edificio; y (3) la influencia ejercida por los usuarios (Shohet, 2010, p. 682).

En la universidad del oeste de Inglaterra se desarrolló un “Método de evaluación llamado sistema de atributos múltiples”, el cual realiza un estricto estudio para la determinación de prioridades de actividades de mantenimiento a través de seis criterios con sus respectivos pesos relativos: (1) la indispensabilidad del edificio; (2) la condición física del edificio; (3) importancia del uso de la instalación; (4) efecto resultante sobre los usuarios; (5) efectos resultantes sobre la estructura; (6) efectos en la prestación del servicio del edificio (Shohet, 2010, p. 682).

Tras una evaluación realizada por Pullen et al. (2000), sobre la eficiencia de mantenimiento en instalaciones médicas, que usa indicadores claves, los mismos que servirán para posteriormente tener una referencia de parámetros; ha identificado que, es necesario en un método de evaluación no descuidar factores muy importantes como: (1) rendimiento del edificio; (2) intensidad del uso, (3) las opiniones del personal que las ocupan (Shohet, Lavy-Leibovich y Bar-On, 2003, p. 220).

2.1.1 Clasificación del rendimiento del edificio en categorías cualitativas

En una metodología que desarrollaron Caccavelli y Genre (2000), con el fin de determinar y resumir el estado físico actual de un edificio, y estimar los respectivos costos de varias obras desde la renovación hasta la conservación; clasifican el rendimiento del edificio de acuerdo a las categorías que se describen en la tabla 1-2, considerando los estados finales que puede tomar un edificio después de haber sido evaluado (Shohet, 2010, p. 682).

Tabla 1-2: Clasificación del rendimiento del edificio en cuatro categorías cualitativas de desempeño

Estado del edificio	
Valoración cualitativa	Buen estado
	Ligera degradación
	Degradación media
	Estado pobre (requiere remplazo)

Fuente: (Shohet, 2010, p. 683)

Realizado por: Loor, M. 2019

2.1.2 Clasificación del rendimiento del edificio en categorías cuantitativas

En la metodología realizada por Shohet et al. (2003) se usan indicadores clave que permiten evaluar y monitorear el rendimiento de los edificios; proporcionando mayor información para una posterior evaluación de las respectivas operaciones de mantenimiento. El indicador Building Performance Indicator (BPI), es el indicador encargado del rendimiento del edificio y se divide en las categorías expuestas de la tabla 2-2, (Shohet, 2010, p. 685).

Tabla 2-2: Clasificación del rendimiento del edificio en categorías cuantitativas de desempeño

Valoración cuantitativa	Descripción
$BPI > 80$	Rendimiento del edificio bueno
$70 < BPI \leq 80$	Algunos de los sistemas del edificio están en condición marginal (requiere medidas de mantenimiento preventivas)
$60 < BPI \leq 70$	Inicio de deterioro del edificio (requiere medidas de mantenimiento preventivas y correctivas)
$BPI \leq 60$	Edificio deteriorado

Fuente: (Shohet, 2010, p. 685)

Realizado por: Loor, M. 2019

El BPI es un indicador que expresa, controla y supervisa el estado físico-funcional, el cual es el rendimiento del edificio, así como también de los diferentes sistemas que lo componen para luego como principal necesidad dar a cada uno de éstos una puntuación ponderada, en una escala de 0 a 100; según diversos criterios cuantitativos (Lavy y Shohet, 2004, p. 27).

Además, se aseguran que éste indicador proporcione un procedimiento de monitoreo con el fin de conocer el rendimiento general de una instalación o edificio y de identificar cada uno de sus sistemas; y finalmente obtener el nivel de rendimiento del edificio en cuestión; de acuerdo con la clasificación indicada en la tabla 2-2, acerca de la clasificación del rendimiento del edificio en categorías cuantitativas (Shohet, Lavy-Leibovich y Bar-On, 2003, p. 221).

Shohet y Lavy, se enfocan en calcular el puntaje del rendimiento físico real para cada sistema de un edificio; éste procedimiento actúa como un mecanismo de evaluación física que controla el edificio y sus sistemas. Sin embargo, en lugar de ser una herramienta utilizada sólo para evaluar la condición física de un edificio, también se incorpora un aspecto de ingeniería económica que soporta la ponderación de los diferentes sistemas en un edificio y al mismo tiempo que toma en cuenta su costo de ciclo de vida (LCC) (Lavy y Shohet, 2009, p. 110).

2.2 Metodologías para la evaluación de edificios

2.2.1 Metodología Igal M. Shohet

En la figura 1-2, se observa una metodología que desarrolló Igal M. Shohet, mediante la asignación de pesos vinculados con el costo de ciclo de vida indicados en la tabla 2-2, acerca de la clasificación del rendimiento del edificio en categorías cuantitativas con base al indicador BPI; además se incluye una evaluación de la condición del edificio que considera los siguientes aspectos: (a) adecuación estructural del edificio a las cargas de servicio previstas; (b) la adecuación de los espacios existentes para el uso real; (c) adecuación de los materiales de acabado y accesorios; y (d) la idoneidad de los accesorios finales para su uso (Shohet, 2010, p. 683).

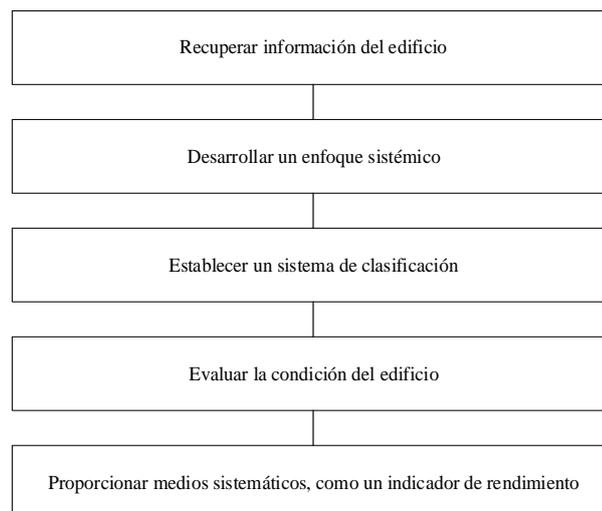


Figura 1-2: Metodología Igal M. Shohet

Fuente: (Shohet, 2010, p. 683)

Realizado por: Loor, M. 2019

2.2.2 Metodología Shohet, Lavy-Leibovich y Bar-On

En la figura 2-2, se presenta la metodología de un estudio que se centró en el mantenimiento de edificios de hospitales en Israel, como objetivos principales de ésta investigación se tiene inicialmente; examinar la eficiencia del mantenimiento bajo políticas de mantenimiento alternativas (desglose, mantenimiento preventivo y basado en condición) y el uso de diferentes fuentes de recursos humanos (subcontratación frente a la provisión interna) y finalmente desarrollar indicadores clave de rendimiento para los siguientes parámetros: (a) gestión del rendimiento; (b) provisión de mano de obra para el mantenimiento; (c) eficiencia de mantenimiento; y (d) efectividad de la estructura organizacional.

Esta metodología usa una clasificación de sistemas en base al rendimiento del edificio en categorías cuantitativas presentadas en el apartado anterior con la tabla 2-2. La metodología consiste en un esquema de seis etapas presentada a continuación (Shohet, Lavy-Leibovich y Bar-On, 2003, p. 682):

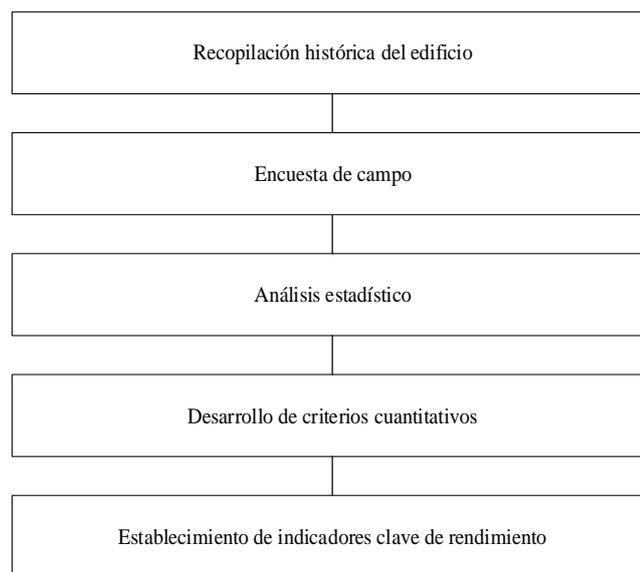


Figura 2-2: Metodología Shohet, Lavy-Leibovich y Bar-On

Fuente: (Shohet, Lavy-Leibovich y Bar-On, 2003, p. 682)

Realizado por: Loor, M. 2019

2.2.3 Metodología Shohet y Straub

La figura 3-2, muestra un estudio comparativo entre Países Bajos e Israel, en el que se desarrolló un modelo cuantitativo con enfoque en el rendimiento, cuyo concepto en la construcción implica que las demandas de los edificios se especifican de acuerdo a los resultados del proceso y no de acuerdo a los detalles prescritos de actividades en las instalaciones públicas y el costo del servicio.

El cual se basa en los siguientes principios: (a) modelo de desempeño; (b) el mantenimiento preventivo y modelo de rehabilitación; (c) modelo de precios; y (d) modelo de reparto de riesgos, además se calcula el valor actual neto directo (en este caso del producto), e indirecto como de las transacciones y costos para el mantenimiento; el modelo utilizado en un estudio piloto se evaluó con los empleados de los contratistas de mantenimiento y las asociaciones de vivienda e incluso vincula el cálculo de mantenimiento siendo así más fácil de usar (Shohet y Straub, 2013, p. 205).

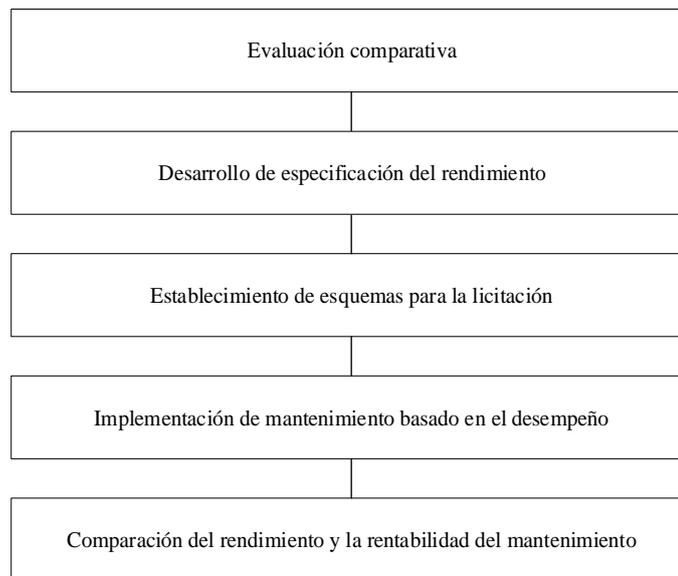


Figura 3-2: Metodología Shohet y Straub

Fuente: (Shohet y Straub, 2013, p. 205)

Realizado por: Loor, M. 2019

2.2.4 Metodología Shohet y Puterman

La figura 4-2, describe una metodología presentada en un análisis integrado de sistemas de techos planos en Israel, la cual está basada en la confiabilidad, éstos sistemas fueron clasificados en una escala de calificación de cinco puntos, donde uno es deficiente o inadecuado, dos es insuficiente, tres es aceptable, cuatro es bueno y cinco es muy bueno y totalmente adecuado; una de las partes cruciales de la metodología es la encuesta que funciona para recopilar la información necesaria para examinar diversos factores.

Se consideraron tres fuentes de evidencia: (1) encuesta de diseño entrevistando a destacados ingenieros de techos; (2) encuesta de durabilidad y rendimiento de edificios; (3) sitio de construcción y encuesta de sistemas, la cual comprende aspectos como: (a) durabilidad bajo condiciones climáticas locales; (b) idoneidad; (c) expectativa de ciclo de vida; (d) sensibilidad a la calidad de la mano de obra; (e) tiempo esperado; (f) mantenibilidad; (g) sensibilidad a la calidad de los materiales (Shohet y Puterman, 2004, p. 167).

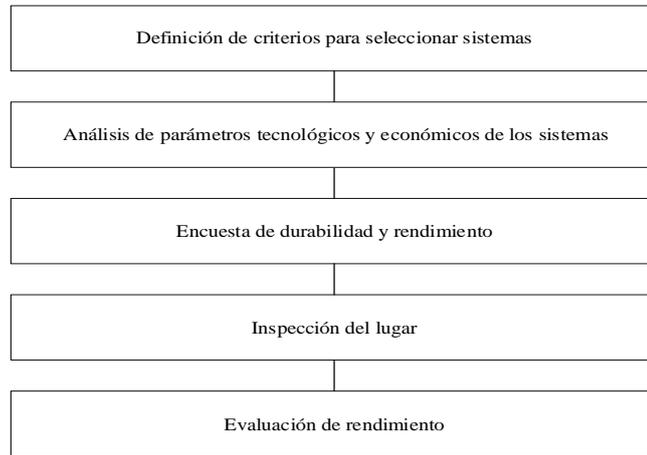


Figura 4-2: Metodología Shohet y Puterman

Fuente: (Shohet y Puterman, 2004, p. 167)

Realizado por: Loor, M. 2019

2.2.5 Metodología Lavy y Shohet

En la figura 5-2, se detalla la metodología que inicia con una recopilación de datos, realizada con un cuestionario estructurado y diseñado para identificar los parámetros centrales de gestión de las instalaciones sanitarias; por ende, tiene como objetivos principales identificar la edad real del edificio y su nivel de ocupación en el rendimiento de las instalaciones y sus respectivos sistemas.

Además de basarse en principios como: (1) identificar los parámetros centrales a lo largo de la vida útil; (2) determinar los criterios de rendimiento para evaluar los parámetros; y (3) establecer una base de conocimientos jerárquica multidisciplinaria, que respalde la predicción del rendimiento y el riesgo de varios edificios o a su vez algún sistema; para finalmente presentar la implementación en dos casos de estudios de hospitales de Israel, (Lavy y Shohet, 2007, p. 127).

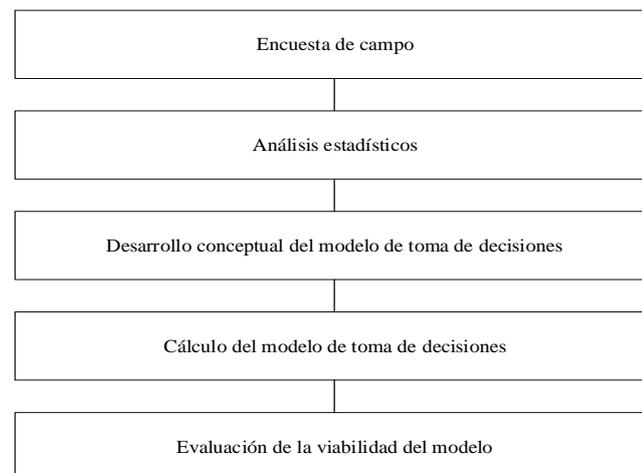


Figura 5-2: Metodología Lavy y Shohet

Fuente: (Lavy y Shohet, 2007, p. 127)

Realizado por: Loor, M. 2019

2.3 Información histórica del edificio

Esta etapa tiene el objetivo de localizar y recuperar toda clase de documentos históricos referentes al edificio y sus parámetros tanto estructurales como funcionales, desde su concepción hasta su actual conservación, los cuales incluyen (Shohet, 2010, p. 682).:

- ✓ Cargas de servicio;
- ✓ Superficie construida (metros cuadrados);
- ✓ Planes maestros;
- ✓ Datos de altura;
- ✓ Historial de las obras de construcción, rehabilitación y mantenimiento realizadas.

Para los parámetros anteriormente mencionados se requiere definir diversos valores en base a: (a) necesidades de desempeño futuro, (b) división del edificio en diferentes secciones y características comunes, y (c) registros de actividades de rehabilitación anteriores (Shohet, 2010, p. 682).

2.3.1 Instrumento de recopilación de información histórica del edificio

Otra buena fuente de información, es la encuesta elaborada por Igal M. Shohet and M. Puterman, quienes realizaron un estudio en sistemas de cubiertas planas; en la que se busca determinar la durabilidad y rendimiento de éstas, para esto se estudiaron dos aspectos principales de los sistemas de techado: (1) la durabilidad y la vida útil y (2) la clasificación de las principales causas de fallas.

Además, se evaluaron el tiempo y el método de implementación; las actividades de mantenimiento, un historial de fallas y reparaciones (si es que existieran); las causas de las fallas y el nivel de rendimiento en la que éstos se monitorearon sistemáticamente en base a una escala de cinco puntos, desde el rendimiento perfecto (5), hasta la falla del sistema de techado con fugas (1). La escala caracteriza la condición física y el estado de deterioro en función del patrón de agrietamiento, la cantidad de grietas y el nivel de estanqueidad al agua análogo al enfoque en ISO 4628 (Shohet y Puterman, 2004, p. 168).

Igal M. Shohet, elaboró una encuesta para examinar edificios hospitalarios y sus alrededores utilizando criterios que reflejan diferentes aspectos del rendimiento del edificio.

En la tabla 3-2, ilustra una encuesta de campo, en la que abarcan los datos más generales de un edificio (Shohet, 2010, p. 682).

Tabla 3-2: Encuesta de campo para recuperación de información del edificio

Fecha de entrevista: _____ Código de la instalación: _____		
Nombre de la instalación: _____		
Ubicación: _____		
Número de áreas arquitectónicas: _____ Área de implantación (metros cuadrados): _____ Edad: _____		
Sistema		Seleccione tipo
1. Estructura		Convencional Prefabricado Industrializado
Sistema	Subsistema	Seleccione tipo
2. Componentes externos	Techo	Plano Inclinado
	Sellado (Impermeabilización)	Capa de lámina bituminosa Cloruro de polivinilo PVC Mantas de caucho EPDM Recubrimiento de alquitrán
	Paredes exteriores	Bloques / Ladrillo Hormigón Muros cortina
	Ventanas	Aluminio / Vidrio Madera / Vidrio Metálico / Vidrio
3. Componentes internos	Puertas	Aluminio / Vidrio Madera Acero inoxidable Metálico / Vidrio
	Muros cortina	Bloques Aluminio / Vidrio Madera / Derivados
	Revestimiento de paredes interiores	Cerámica
	Cielo raso	Tipo: _____
4. Sistema hidrosanitario	Sistema hidrosanitario	Acero de grado B Plástico flexible Aluminio recubierto de polietileno Cobre
	Calentador de agua	Su ubicación: _____
Sistema		Seleccione tipo
5. Eléctrico		Transformadores, generadores, su tamaño y ubicación en el campus _____
6. Elementos mecánicos		Bombas, motores y aires acondicionados su tamaño y ubicación en el campus _____
Sistema	Subsistema	Seleccione tipo
7. Detección y equipo contra incendios	Tipo de detectores	Caliente No se puede fumar Infra-rojo (Llama)
	Tipo de extintor	Aspersores Tambores de manguera
8. Elevadores	Número de elevadores en:	campus, sus tamaños y ubicaciones _____
	Tipo de unidad	Hidráulico Eléctrico
9. Comunicaciones	Red de conexión a internet	Punto de acceso a internet inalámbrico Puerto de conexión a internet alámbrico
	Red de telefonía fija	Puerto de conexión de teléfono alámbrico

Fuente: (Shohet, 2010, p. 683)

Realizado por: Loor, M. 2019

2.4 Ponderación de sistemas

2.4.1 *Sistemas*

En la metodología que propone Igal M. Shohet para la evaluación de edificios, destaca la necesidad de identificar los sistemas de construcción más importantes, de acuerdo a las condiciones en las que se encuentra sometido el edificio de estudio y de la ocupación real frente a la ocupación para lo que fue diseñado.

A continuación se describen 10 sistemas ponderados con sus respectiva puntuación que está dado en una escala de 0 a 100 en la tabla 4-2, (Shohet, 2010, p. 684):

Tabla 4-2: Sistemas ponderados en un edificio con sus respectivos pesos de rendimiento

N°	Sistema de construcción	Peso del rendimiento físico del edificio [%]
1	Estructura	90
2	Acabado interior	70
3	Fachada exterior	75
4	Protección contra incendios	75
5	Sistema hidrosanitario	75
6	Elevadores	60
7	Sistema eléctrico	50
8	Comunicaciones	50
9	Sistemas de climatización	50
10	Sistemas mecánicos y neumáticos	20

Fuente: (Shohet, 2010, p. 684)

Realizado por: Loor, M. 2019

Las construcciones de instalaciones inteligentes tienen como instrumento clave las tecnologías basadas en microprocesadores, además interviene la estructura del edificio y la relación entre las instalaciones interiores y la construcción exterior. Karima y Altan en su investigación proponen los siguientes sistemas: protección de incendios, seguridad de vida, seguridad, elevadores, acceso a edificios, iluminación, gestión de energía, HVAC, comunicaciones (Karima y Altan, 2017, p. 1356).

En la metodología de Shohet, Lavy-Leibovich y Bar-On, el objetivo para el desarrollo del indicador que describe el rendimiento del edificio, es la necesidad de dar a cada uno de los sistemas una puntuación ponderada; entonces se definieron 10 sistemas de construcción en la tabla 5-2, (Shohet, Lavy-Leibovich y Bar-On, 2003, p. 222):

Tabla 5-2: Sistemas ponderados en un edificio con sus respectivos pesos de rendimiento

N°	Sistema de construcción	Peso del rendimiento físico del edificio
1	Esqueleto	12.4
2	Acabado interior	34.8
3	Fachada exterior	5.3
4	Protección contra incendios	2.2
5	Sistema Hidrosanitario	7.6
6	Elevadores	4.1
7	Sistemas eléctricos	12.7
8	Comunicaciones	4.6
9	Sistema de climatización	13.7
10	Gases medicinales	2.6

Fuente: (Shohet, Lavy-Leibovich y Bar-On, 2003, p. 222)

Realizado por: Loor, M. 2019

2.4.2 *Analytic Hierarchy Process (AHP)*

En el artículo del “Establecimiento de prioridades en la gestión de mantenimiento acerca de un enfoque multi - atributo modificado mediante el proceso analítico jerárquico” que fue desarrollado en Hong Kong, se demuestra que es aplicable al problema de la fijación de prioridades de actividades de mantenimiento mediante la ponderación de criterios (Shen, Lo y Wang, 1998, p. 699).

En este proceso se pide a los decisores realizar juicios por pares de comparación para los criterios seleccionados. Cada comparación por pares implica la evaluación de la importancia relativa de un factor respecto a otro factor utilizando una escala de proporción para cada criterio (Shen y Spedding, 1998, p. 170).

Con el proceso analítico de jerarquización de la priorización de mantenimiento resulta que, la evaluación y el establecimiento de prioridades para el mantenimiento planificado funcional es una manera de afrontar el problema de la falta de fondos de mantenimiento (Shen y Spedding, 1998, p. 170).

Varias metodologías requieren priorizar o ponderar criterios de evaluación, una metodología usada en varias investigaciones es la denominada proceso analítico jerárquico (AHP)¹. Éste proceso (ver figura 6-2), fue planteado inicialmente en el departamento de defensa de Estados Unidos en el año de 1980 por Thomas L. Saaty, quien ejercía como profesor, quien identificó la necesidad de solucionar ciertos problemas atacando la toma de decisiones más complejas (Aznar Bellver y Guijarro Martínez, 2012, p. 123).

¹ **Analytic Hierarchy Process (AHP)**

El AHP se adecua a distintas situaciones debido a que es un método de selección de alternativas en base a una serie de criterios, para después ponderarlos conjuntamente con las distintas alternativas usando las matrices de comparación; (Aznar Bellver y Guijarro Martinez, 2012, p. 124):

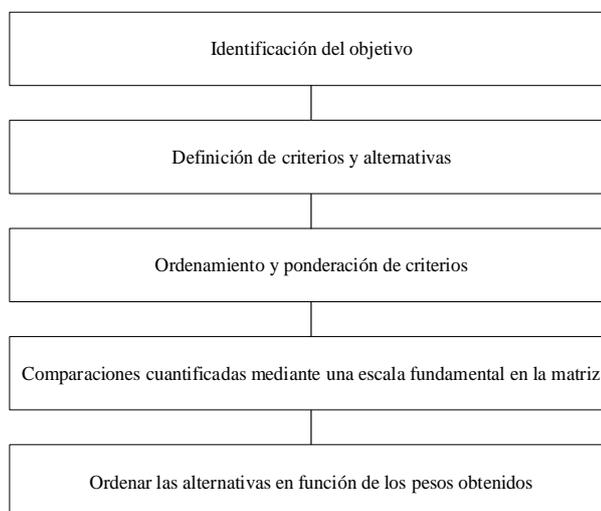


Figura 6-2: Secuencia de pasos para el proceso analítico de jerarquización

Fuente: (Aznar Bellver y Guijarro Martinez, 2012, p. 124)(Shohet 2010)

Realizado por: Loor, M. 2019

Éste método ayuda a la toma de decisiones mediante una valoración, teniendo en cuenta variables cualitativas teniendo como resultado un peso que permite ordenar las alternativas de mayor a menor interés, en base a criterios y su prioridad (Aznar Bellver y Guijarro Martinez, 2012, p. 135).

Generalmente, este proceso se usa para evaluar la importancia de cada criterio o alternativa de una decisión a través de un proceso de comparación por pares, se inicia mediante la determinación de la importancia relativa de los criterios detallada en la tabla 6-2; para realizar una comparación entre parejas de las alternativas con respecto a cada criterio y luego decidir la importancia relativa de una alternativa frente a otra (Aznar Bellver y Guijarro Martinez, 2012, p. 127).

Tabla 6-2: Niveles de importancia

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar.	
Recíprocos de lo anterior	Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B las notaciones serían las siguientes: Criterio A frente a criterio B 5/1 Criterio B frente a criterio A 1/5	

Fuente: (Aznar Bellver y Guijarro Martinez, 2012, p. 127)

Realizado por: Loor, M. 2019

Finalmente, los resultados de los dos análisis comparativos se sintetizan para calcular la importancia relativa de las alternativas en el cumplimiento de la meta, todo mostrado en una matriz de comparación para luego sintetizar los resultados, en orden de prioridad global de cada alternativa con respecto a la meta (Aznar Bellver y Guijarro Martinez, 2012, p. 128).

Es necesario, destacar que se debe realizar una serie de cálculos posteriores a la encuesta, con el fin de obtener los pesos de cada sistema; el primer cálculo sirve para verificar la consistencia de la matriz tabulada y el segundo cálculo es del vector propio.

Entonces, inicialmente se normaliza la matriz para lo cual se realiza una sumatoria de las filas para obtener un vector columna promedio, luego se multiplica estas matrices y así se obtiene el vector fila total; éste se lo divide para el vector columna promedio, da como resultado una columna cociente la cual se calcula en la Ec.(1)., y el promedio llamado $[\lambda_{max}]$, con este resultado se calcula la Ec.(2)., que es el índice de consistencia [IC] mismo que será dividido para una constante llamada [CA] detallada en la tabla 7-2.

La cual depende del tamaño de la matriz con la que se esté trabajando; luego se calcula el ratio consistencia [RC] mediante la Ec.(3)., ésta permite validar la información obtenida de la entrevista realizada a expertos mediante un rango de aceptación expuesto en la tabla 8-2, que trabaja en función del tamaño de la matriz; y finalmente se calcula el vector propio mediante una aproximación suficiente por el método de potencia y ésta operación se realiza tantas veces como sean necesarias (Aznar Bellver y Guijarro Martinez, 2012, p. 130).

Tabla 7-2: Consistencias aleatorias en función del tamaño de matriz

Tamaño de matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consistencia aleatoria [CA]	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Fuente: (Aznar Bellver y Guijarro Martinez, 2012, p. 130)

Realizado por: Loor, M. 2019

Tabla 8-2: Ratio de consistencia aceptable

Tamaño de la matriz (n)	Ratio de consistencia
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Fuente: (Aznar Bellver y Guijarro Martinez, 2012, p. 130)

Realizado por: Loor, M. 2019

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (1)$$

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

$$RC = \frac{CI}{CA} \quad (3)$$

2.5 Instrumento de evaluación

En las metodologías de evaluación de edificios se usan varios instrumentos que plantean criterios clasificados de acuerdo a su nivel de importancia; los más utilizados son el estado físico y el efecto resultante sobre los usuarios (Shen y Spedding, 1998, p. 171) (Shen, Lo y Wang, 1998, p. 699).

2.5.1 Estado físico

La importancia relativa del estado físico del edificio, donde se examina el elemento defectuoso en comparación con otros; se basa en términos de función, el uso actual y para su futuro previsto y en la condición física del elemento defectuoso que se está examinando. En el artículo del “Establecimiento de prioridades tanto en la gestión como en el mantenimiento panificado a los elementos en muy mal estado”, se les dio una prioridad más alta que a aquellos en buenas condiciones (Shen y Spedding, 1998, p. 172) (Shen, Lo y Wang, 1998, p. 697).

Para la recopilación de información histórica del edificio, en el artículo “Metodología de evaluación de edificios para establecer prioridades de mantenimiento”, planteado por Igal M. Shohet, se detalla claramente que se espera que dicha metodología proporcione una indicación de aquellos componentes del edificio que se encuentran en una condición de falla. Para lograr esto se tienen sub criterios que corresponden a cada uno de los sistemas más importantes propuestos, a continuación se describen los detalles de deterioro y su respectiva puntuación en tablas clasificadas por sistemas (Shohet, 2010, p. 681).

Tabla 9-2: Detalle de sub criterios para evaluar un edificio

Sistema: Estructura			Subsistema: Columnas	
100 muy bien	80 bueno	60 satisfactorio	40 Destrucción	20 Peligroso
Sin grietas ni signos de corrosión alguna.	Fisuras localizadas perceptibles aquí y allá, pero sin signos de corrosión.	Existencia de grietas verticales debido a la corrosión de las barras de refuerzo en lugares aislados.	Existencia de fisuras diagonales hasta 0,5 mm de ancho atravesando el tramo. Se ha iniciado el desprendimiento de hormigón, exponiendo el refuerzo.	Existencia de grietas diagonales de más de 0,5 mm de ancho que cruzan la sección de la columna, o ya se ha producido una fractura / pandeo del concreto.
Sistema: Estructura			Subsistema: Losas	
100 muy bien	80 bueno	60 satisfactorio	40 Destrucción	20 Peligroso
No hay grietas u otros daños visibles en los techos.	Grietas diagonales distribuidas al azar de hasta 0,2 mm de ancho junto a un arco anticlinal o de hasta 0,5 mm de ancho en cualquier otra parte.	Las grietas de hasta 0,5 mm de ancho se distribuyen aleatoriamente sobre el edificio.	Aparecen grietas de más de 0,5 mm de ancho y más de 1 m de largo. Cobertizo de yeso y hormigón (hasta un 10% de la superficie del techo).	Grietas verticales de más de 1 mm de ancho, expone una parte considerable de las barras de refuerzo (más del 10% de la superficie del techo).

Tabla 9-2: (Continuación) Detalle de sub criterios para evaluar un edificio

Sistema: Estructura			Subsistema: Vigas	
100 muy bien	80 bueno	60 satisfactorio	40 Destrucción	20 Peligroso
Sin grietas ni corrosión en las vigas estructurales.	Aquí y allá aparecen grietas localizadas distribuidas al azar de hasta 0.1 mm de ancho.	Aparecen grietas de 0,3 mm de ancho, especialmente en el tercio medio del tramo, pero no se puede distinguir la rotura ni el pandeo del hormigón.	Las grietas de hasta 0,5 mm de ancho aparecen cerca de los soportes, o grietas significativas en el centro del tramo.	Las grietas diagonales corren cerca de los soportes, o ya ha comenzado a desarrollarse una fuerte corrosión, acompañada por el desprendimiento de hormigón.
Sistema: Acabado exterior			Subsistema: Ventana	
100 muy bien	80 bueno	60 satisfactorio	40 Destrucción	20 Peligroso
Los marcos no están dañados, prácticamente no tienen defectos, no penetran la humedad a través de las aberturas.	A partir del desgaste de algunos marcos o marcos, por ejemplo, Pintura rajada, piezas metálicas rotas o faltantes, etc.	A partir del desgaste general, por ejemplo. pintura descascarillada, o ciertos casos de daños mecánicos que pueden repararse.	Desgaste considerable de piezas de madera (grietas, podredumbre). Penetración de la humedad a través de aberturas.	La mayoría de las aberturas no pueden ser reparadas. Penetración de la humedad en el edificio.
Sistema: Acabado interior			Subsistema: Puertas	
100 muy bien	80 bueno	60 satisfactorio	40 Destrucción	20 Peligroso
Marcos no dañados, prácticamente sin defectos, sin penetración de humedad a través de las puertas.	A partir del desgaste en un pequeño número de aberturas o marcos, por ej. Pintura rajada, piezas metálicas rotas o faltantes, etc.	A partir del desgaste general, por ejemplo. Pintura descascarillada o algunos defectos mecánicos que pueden repararse durante la revisión general.	Desgaste considerable de piezas de madera (grietas, podredumbre). La humedad penetra a través del. Hay defectos físicos. Muchas partes deben ser reemplazadas.	La mayoría de las aberturas no pueden ser reparadas. La humedad penetra en el interior del edificio. Daño mecánico a los marcos y aberturas, grietas en el espacio de contacto entre el marco y la pared.
Sistema: Acabado interior			Subsistema: Paredes y techos	
100 muy bien	80 bueno	60 satisfactorio	40 Destrucción	20 Peligroso
El recubrimiento es perfecto, no hay grietas ni descamación. Ninguna humedad penetra en el interior del edificio.	Grietas localizadas no más de 0,5 mm de ancho perceptibles en el revestimiento interior.	Grietas significativas de 0,5 mm de ancho cubren menos del 5% del área recubierta.	Grietas longitudinales de aproximadamente 1 mm de ancho y que se extienden hasta un tercio del área recubierta.	Una parte considerable del recubrimiento se ha desprendido
Sistema: Acabado interior			Subsistema: revestimiento cerámico en paredes interiores	
100 muy bien	80 bueno	60 satisfactorio	40 Destrucción	20 Peligroso
El recubrimiento está completo, no hay abrasión de la superficie cerámica y no hay daños mecánicos en el recubrimiento.	El revestimiento es entero, no hay abrasión de la superficie cerámica, pero hay algunos daños y roturas en algunos lugares.	Hay abrasión debido al desgaste natural, pero los defectos son principalmente estéticos, no funcionales.	Hay defectos funcionales y daños en aproximadamente un tercio del área recubierta.	Una parte considerable del revestimiento cerámico está defectuosa o suelta, lo que también constituye un riesgo para la seguridad.
Sistema: Acabado interior			Subsistema: Pavimentación	
100 muy bien	80 bueno	60 satisfactorio	40 Destrucción	20 Peligroso
El pavimento no está dañado, no hay abrasión de la superficie. Ningún daño mecánico de la pavimentación.	El pavimento no está dañado. No hay abrasión de la superficie; pero hay subsidios y depresiones (tejas hundidas) en algunos lugares.	Hay abrasión debido al desgaste natural, pero los defectos son en su mayoría de naturaleza estética y no son funcionales.	Hay defectos y daños funcionales en más de un tercio de la superficie del pavimento.	Una parte considerable de la pavimentación está defectuosa y suelta, lo que también constituye un riesgo para la seguridad.

Tabla 9-2: (Continuación) Detalle de sub criterios para evaluar un edificio

Sistema: Acabado interior			Subsistema: Cielo raso	
100 muy bien	80 bueno	60 satisfactorio	40 Destrucción	20 Peligroso
El techo está en buen estado. Todos los elementos están en su lugar y ningún panel está agrietado.	Algunos paneles están dañados, pero el techo en su totalidad está en buen estado y en buenas condiciones físicas y sin grietas.	Más del 5% de la superficie del techo está dañada. Faltan elementos de aluminio individuales.	Más del 5% de los elementos están dañados o faltantes. Algunos paneles están rajados o dañados. Los paneles pueden caer. Faltan algunos de los elementos de aluminio (hasta un 5%).	Fallas generalizadas del techo: más del 10% de los paneles están afectados, rotos o faltantes. Falta el 5% o más de los elementos de aluminio.

Fuente: (Shohet, 2010, p. 708)

Realizado por: (Shohet, 2010, p. 708)

Tabla 10-2: Detalle de escala de calificación física

Puntos	Descripción de las características
Calificación física de revestimientos externos	
20	Porciones significativas del revestimiento se han desprendido o se han caído. Se han desarrollado grietas de más de 5 mm
40	Se han desarrollado grietas más anchas de 1 mm en el 5% o más del área de revestimiento. Porciones del revestimiento se han caído.
60	Grietas de 0.5 mm de ancho cubren menos del 5% del área total de revestimiento. Hasta el 3% de los elementos se han caído.
80	Se han desarrollado grietas capilares en porciones del revestimiento. Se han caído los elementos de un solo revestimiento.
100	El revestimiento está completo y sin daños. Ningún elemento de revestimiento se ha caído. Puede haber alguna fisuración capilar
Calificación visual	
20	Partes significativas del revestimiento faltan o están incompletas. Se han desarrollado grietas en la superficie del revestimiento.
40	El daño es localizado. Los microorganismos se han desarrollado en un tercio o más del área de revestimiento
60	La superficie del revestimiento no es uniforme debido a daños físicos o decoloración
80	La superficie del revestimiento no es uniforme debido a grietas menores, baldosas caídas, microorganismos o distinciones en el color del revestimiento.
100	La superficie del revestimiento no está dañada y es uniforme (no hay grietas visibles ni elementos faltantes y no se decolora)

Fuente: (Shohet y Paciuk, 2004, p. 1083)

Realizado por: (Shohet y Paciuk, 2004, p. 1083)

En el artículo de la “Predicción de vida útil de componentes de revestimiento exterior en condiciones estándar”, que ha desarrollado Igal M. Shohet y Monica Paciuk mismo que se basa en una evaluación sistemática de la degradación física y visual de componentes de construcción, en la tabla 10-2, se presentan dos herramientas prácticas para obtener una calificación física y visual de los sistemas de revestimiento externo (Shohet y Paciuk, 2004, p. 1083).

Igal M. Shohet y M. Puterman en su artículo “Sistemas de cubiertas planas: hacia el análisis tecno-económico integrado” desarrollaron una escala (ver tabla 11-2), que caracteriza la condición física y el estado de deterioro en función del patrón de agrietamiento, la cantidad de grietas y el nivel de estanqueidad al agua (Shohet y Puterman, 2004, p. 173):

Tabla 11-2: Escala de rendimiento para sistemas de techado

1	2	3	4	5
No hay adherencia entre la capa inferior y las membranas. Fugas en el edificio.	Grietas en las membranas. Pérdida de recubrimiento de la capa superior. Encogimiento de membranas. Fugas locales en el edificio.	Preliminar Indicaciones de fallos. Grietas locales. Indicación de desprendimiento de techos a lo largo de los bordes. Sin fugas.	Desarrollo local de grietas en membranas. Fugas de noviembre. Estado general es bueno.	No hay indicios de deterioro evidente.

Fuente: (Shohet y Puterman, 2004, p. 173)

Realizado por: (Shohet y Puterman, 2004, p. 173)

Tabla 12-2: Datos técnicos correspondientes a varios sistemas de evaluación

Sistema de alimentación eléctrica		
Transformador	Estado de:	Fusibles, caja de distribución, cableado
Cajas de Breakers	Limpieza y estado de:	Cableado, tableros, señalética
Lámparas	Funcionamiento adecuado de:	fluorescentes, transformadores
Interruptores	Funcionamiento adecuado, limpieza y estado de:	tapas, cableado
Tomacorrientes	Funcionamiento adecuado, limpieza y estado de:	tapas, cableado
Tableros de control	Funcionamiento adecuado, limpieza y estado de:	orden de conexiones, cableado
Sistema de abastecimiento de agua		
Cisterna	Limpieza e inspección de:	Fisuras, dosificación química
Tanques Hidroneumáticos	Limpieza e inspección de:	La presión debe ser 2 a 4 psi por debajo de la presión de arranque de la bomba,
Bomba	Inspección de:	Cimentación, carcasa, fugas, impulsor de sellos, mecánicos o empaquetaduras, conexiones eléctricas, válvulas (lado de succión y lado de descarga), tuberías.
Cajas de revisión	Limpieza e inspección de:	Caja
Accesorios	Funcionamiento adecuado, inspección de:	Radares Llaves de paso, llaves de lavamanos Juego de herrajes.
Lavabos	Funcionamiento adecuado, limpieza y estado de:	Llaves
Inodoros	Funcionamiento adecuado, limpieza y estado de:	Inodoros
Sistema de desagüe y alcantarillado		
Cajas de revisión	Limpieza e inspección de:	Caja
Tubería de desagües	Limpieza e inspección de:	Tuberías

Fuente: (Larrea, 2011, p. 46)

Realizado por: (Larrea, 2011, p. 46)

En el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la infraestructura de la ESPOCH, conforme a la norma UNE EN 15331:2012; Larrea Ángel detalla las tareas de mantenimiento según el RCM, (ver tabla 12-2) lo que sirve como referencia para transformarlas a un formato de evaluación (Larrea, 2011, p. 46).

2.5.2 Efecto resultante sobre los usuarios

Es importante, destacar las condiciones de confort y eficiencia espacial, sin embargo, hoy en día los edificios están obligados a ser productivos y duraderos; además de proporcionar ambientes internos estables y eficientes, debido a que los requisitos de los ocupantes son indispensables para obtener eficiencia en el edificio, ya que cada vez aumentan las expectativas y demandas llegando a no ser cumplidas por un deterioro acelerado, mantenimiento inadecuado, o una combinación de los dos (Shohet y Lavy, 2004, p. 212).

Es necesario, destacar la importancia de las necesidades humanas que se transforman en necesidades de los usuarios, todo esto se traduce a una categoría llamada "medio ambiente" y se compone de varios indicadores, como el nivel de calentamiento, el nivel de iluminación, nivel de ventilación, la gestión del agua entre otros (Shohet y Lavy, 2004, p. 212).

Andaleeb (1998) investigó el efecto de la satisfacción de los usuarios en los hospitales en el que se identifican cinco factores entre los cuales están los que son de interés para este trabajo (Shohet y Lavy, 2004, p. 213): (1) el nivel de comunicación entre el personal y los pacientes; (2) competencias, aptitudes y experiencia de los proveedores de servicios; (3) la calidad de las instalaciones; (4) la reacción personal positiva hacia los pacientes; y (5) el costo del tratamiento en comparación con las expectativas del paciente.

Este estudio determinó que el nivel de calidad de las instalaciones es el segundo factor más alto, con una calificación de 4.22, de un total de cinco puntos. El análisis de regresión múltiple mostró que la calidad de las instalaciones tiene el menor impacto en la satisfacción del usuario (0.16), pero, de hecho, el impacto de la instalación es bastante alto, teniendo en cuenta el hecho de que financieramente representa sólo el tres por ciento de la facturación total del servicio de atención médica (Shohet y Lavy, 2004, p. 213).

En la etapa de recopilación de datos, se realiza una encuesta basada en pautas formuladas. El método de evaluación examina el edificio utilizando criterios que reflejan diferentes aspectos del desempeño del edificio; como es el caso del efecto que tiene un edificio en sus usuarios; que son los datos obtenidos a partir de los efectos que generan una ruptura o falla del elemento o elementos defectuosos, todo esto con repercusión sobre los ocupantes y usuarios del edificio.

Además, incluido el personal y los miembros del público, debido a su inconformidad o conformidad en el espacio en que ocupan la mayoría de su tiempo y actividades (Shen, Lo y Wang, 1998, p. 697).

Existen impactos generados por los edificios en base al entorno natural y las condiciones de la calidad del ambiente interior, lo que lleva a un creciente interés de confort por los usuarios de los edificios. Estos aspectos han sido considerados en al menos una de las metodologías de evaluación, sin embargo, algunos factores son frecuentemente más estudiados como es el caso de confort térmico, confort acústico, confort de iluminación y la calidad del aire interior. Además se identifican muchos aspectos que son evaluados como el ambiental, físico, socioeconómico y psicosocial; este último que es el de mayor interés y por lo tanto se detalla en la tabla 13-2, (Vásquez-Hernández y Restrepo Álvarez, 2017, p. 7):

Tabla 13-2: Aspectos sobre el confort de los usuarios de edificios

N°	Aspectos /Sub criterios
1	El confort térmico
2	Confort acústico
3	Iluminación
4	Comodidad del confort
5	Percepción de la calidad del aire interior
6	Percepción de la estética de los materiales
7	Percepción de limpieza

Fuente: (Vásquez-Hernández y Restrepo Álvarez, 2017, p. 7)

Realizado por: Loor, M. 2019

En el modelo de Faulkner-Brown y su evolución con McDonald que sirve para evaluar la satisfacción de los usuarios en un edificio bibliotecario, es necesario desarrollar parámetros basándose en la percepción de los usuarios, pero en este caso se debe diferenciar entre: calidad técnica, objetiva, y funcional, que es a percepción del usuario y que está en función de sus expectativas, también desarrollaron una encuesta con el fin de determinar la calidad del edificio; (Gallo León, 2015, p. 91).

Tabla 14-2: Aspectos candidatos para sub criterios

N°	Aspectos / Sub criterios	Detalles
1	Adaptable	Fácil adaptación de los espacios
2	Funcional	Fácil de usar y organizada
3	Accesible	Accesibilidad externa. Interna y para discapacitados
4	Confortable	Iluminación, climatización, acústica, ergonomía
5	Seguro	Sistemas de protección
6	Calidad	Mobiliario y acabados
7	Estético	Agradable, cautivador y llamativo

Fuente: (Gallo León, 2015, p. 96).

Realizado por: Loor, M. 2019

En el desarrollo de una tesis doctoral, comprendido en un “Modelo de evaluación del síndrome de edificios enfermos desde la óptica de la ingeniería civil implementado en los edificios de ingeniería y administrativos de la Universidad Tecnológica Equinoccial” se presentan varios aspectos como (Ortiz Terán, 2017, p. 64):

Tiempo

- ✓ Horas de estudio al día en este espacio
- ✓ Días que estudia en este espacio

Temperatura

- ✓ Tiene demasiado calor
- ✓ Tiene demasiado frío
- ✓ Tiene demasiada humedad
- ✓ Tiene demasiada sequedad

Iluminación

- ✓ Es demasiado intensa
- ✓ Es oscura
- ✓ Posee deslumbramiento
- ✓ Existe parpadeo
- ✓ Es correcta

Ventilación

- ✓ Se pueden abrir las ventanas

En la revista Urbano N° 35 en Madrid sobre “La satisfacción residencial y la experiencia del residente como herramienta para la planificación urbana del caso del barrio embajadores” destacan las características perceptuales y cognitivas como se muestra en la figura 7-2, (Breyman, 2017, p. 4):

	Grupo	Variables
Análisis descriptivo y de correlaciones	Perceptuales y cognitivas	Percepción de la seguridad Satisfacción con los vecinos Satisfacción con el barrio Percepción del deterioro Percepción de problemática en el entorno y la vivienda Percepción de la solidaridad y ayuda entre vecinos
	Principales	Valoración del cambio vivido por el barrio Percepción de mejoría de las condiciones del barrio

Figura 7-2: Aspectos perceptuales y cognitivos sobre la satisfacción del uso del espacio

Fuente: (Breyman, 2017, p. 4)

Realizado por: (Breyman, 2017, p. 4)

En un artículo sobre el “Análisis de algunas causas que pueden deteriorar los revestimientos contiguos conglomerados” se distribuyen los principales factores que afectan la vida útil del edificio y la comodidad de sus ocupantes, los cuales son: técnicos, físicos, ambientales, biológicos, mecánicos y sociales; éste último contribuye en gran medida al deterioro físico de la edificación, por medio de las manifestaciones “informativas o artísticas” o también llamadas “graffitis” (Martín, 1999, p. 67).

En un artículo de la revista INVI, sobre el tema “Análisis de factores de calidad habitacional en el diseño de las viviendas sociales en Chile”; se realza la importancia de las necesidades humanas y requerimientos (ver figura 8-2), (Blanco y Jarpa, 2019, p. 4):

Físicas y Fisiológicas

- ✓ Comodidad térmica
- ✓ Comodidad acústica
- ✓ Comodidad lumínica

Sociales

- ✓ Protección y seguridad
- ✓ Espacios y superficies



Figura 8-2: Factores de contexto normativo

Fuente: (Blanco y Jarpa, 2019, p. 4)

Realizado por: (Blanco y Jarpa, 2019, p. 4)

Los fallos más comunes se localizan y califican según su gravedad y extensión, con relación a las condiciones de seguridad, habitabilidad y durabilidad que manifiestan los edificios cómo, por ejemplo:

- ✓ La seguridad (estabilidad estructural, contra incendio y contra terceros)
- ✓ La habitabilidad (confort acústico, lumínico y térmico)
- ✓ La durabilidad y economía

2.6 Umbral de desempeño

En la definición en la Real Academia Española, se define como umbral al “Valor mínimo de una magnitud a partir del cual se produce un efecto determinado”. En calidad, se conoce como umbral de indicador al nivel de cumplimiento; el cual tiene asociados dos tipos de límites; el primero es en el caso en que se llegue al límite inferior lo que significa que se necesitaría una evaluación más profunda y eventualmente una intervención de mejoría, hasta que se alcance un nivel aceptable; el segundo es el objetivo, estándar o meta a cumplir, éste se asocia preferentemente a la definición de niveles óptimos de cumplimiento de ciertos criterios de calidad (Araujo, 2010, p. 7).

Un umbral o rango de desempeño es un conjunto de puntos de referencia con el cual se compara una medición; también llamado como threshold (“el más literal”) o benchmark (“punto o nivel de referencia”) (Araujo, 2010, p. 6).

2.6.1 Umbrales cuantitativos

En la tabla 15-2, se muestran según el tipo de datos y su medida existen diferentes tipos de umbrales:

Tabla 15-2: Umbrales cuantitativos, según el tipo de datos y su medida resumen.

Tipo	Ejemplo
Porcentajes: Son los más comunes, para medir proporciones de cumplimiento de algún proceso.	$\geq 70\%$
Tasas: Reflejan la frecuencia de ocurrencia de un evento.	≥ 7
Datos continuos: el umbral se expresa en la misma unidad de medida del indicador	≥ 15 minutos

Fuente: (Araujo, 2010, p. 8)

Realizado por: Loor, M. 2019

2.6.2 Umbrales cualitativos

Según la forma de definir el valor umbral, se presenta a continuación en la tabla 16-2:

Tabla 16-2: Umbrales cualitativos, según la forma de definir el valor del umbral.

Tipo	Ejemplo	
Valores puntuales: Cuando se define un punto de corte en términos absolutos, por ejemplo un determinado porcentaje, o cierto promedio.	$\geq 95\%$	Excelente
	80-94%	Bueno
	60-79%	Regular
	40-59%	Menos que regular
	0-39%	Pobre
Tendencias: Cuando lo que se fija es que el resultado del indicador siga una determinada trayectoria de aumento o disminución, según porcentajes	Porcentaje de registro de entrega de turnos médicos de acuerdo al protocolo local.	Incremento $\geq 10\%$ anual

Fuente: (Araujo, 2010, p. 8)

Realizado por: Loor, M. 2019

2.7 Reajuste de la metodología

2.7.1 *Sistemas básicos*

Según la norma ecuatoriana de la construcción los sistemas del edificio comprenden todos los sistemas físicos con sus servicios; esto incluye sistemas arquitectónicos, estructurales, mecánicos, plomería, electricidad, protección contra incendios, transportación vertical (ascensores) y sistemas de seguridad. Lo que no se incluye como un sistema del edificio es considerado como contenido del edificio; a continuación se detalla cada sistema (NEC Norma ecuatoriana de la Construcción, 2014, p. 15):

- ✓ Los sistemas arquitectónicos incluyen fachadas no estructurales, techos, paredes divisorias no estructurales, particiones, etc.;
- ✓ Los sistemas estructurales incluyendo sistemas y fundaciones para resistencia de fuerzas gravitatorias y sísmicas;
- ✓ Los sistemas mecánicos de calefacción, ventilación y equipos de aire acondicionado, ductos, sistemas de control, etc.;
- ✓ Los sistemas de plomería incluyendo calentadores de agua domésticos, tuberías, controles, accesorios de plomería, sistemas de aguas residuales, gas natural y gas propano, aguas lluvias y bombas, etc.;
- ✓ Los sistemas eléctricos incluyen interruptores, transformadores, breakers, cableado, accesorios para iluminación, sistemas emergentes de energía, etc.;
- ✓ Y los sistemas contra incendios incluyendo rociadores, sistemas de monitoreo y alarma, etc.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología propuesta

La metodología que se propone se detalla en la figura 1-3, consta de una serie de etapas que son dependientes, organizadas y consecutivas; mismas que en la mayoría se fundamentan de diversos trabajos de Igal M. Shohet en colaboración con otros autores, que han centrado sus esfuerzos en la aplicación y fusión de la ingeniería de mantenimiento con la ingeniería civil, todo esto con el fin de conservar y aumentar la vida útil de las edificaciones universitarias.

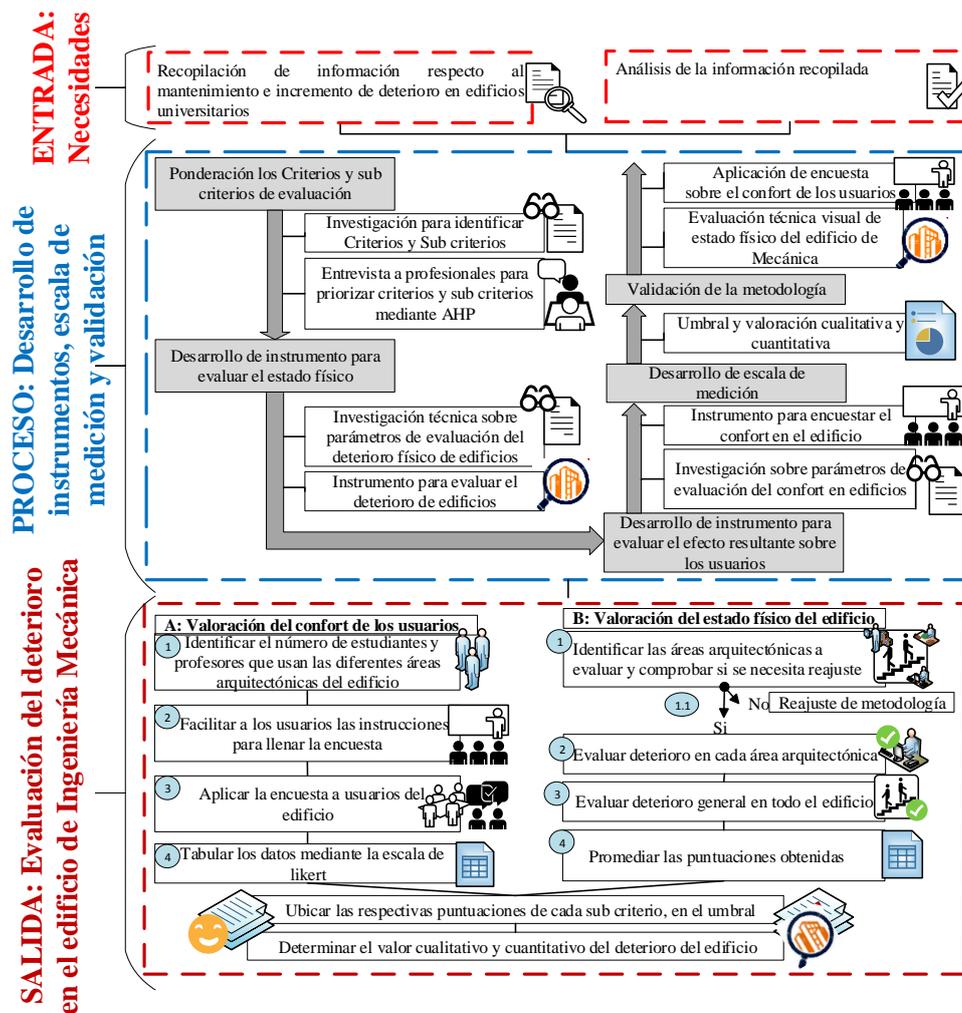


Figura 1-3: Metodología propuesta

Realizado por: Loor, M. 2019

3.2 Desarrollo de los instrumentos y la escala de medición del deterioro

3.2.1 Ponderación de sistemas de la edificación que serán considerados en la evaluación

3.2.1.1 Recuperación de información histórica del edificio

Para la recuperación de información histórica del edificio es necesario identificar el principal objetivo, el cual consiste en obtener la mayor información posible; tanto actual, como histórica, como lo recomiendan algunas investigaciones. Principalmente se recopilan datos básicos como: información general de la universidad (nombre, facultad, carrera, ubicación) a la que pertenece el edificio a evaluar, fecha del levantamiento de la información, listado de áreas arquitectónicas existentes como aulas, laboratorios y oficinas; para luego obtener información y características técnicas y civiles sobre el edificio.

Para obtener información más detallada sobre el edificio en el formato diseñado, constan clasificados los sistemas a evaluarse de forma general como son: (1) estructura, (2) componentes internos, (3) componentes externos, (4) sistema hidrosanitario, (5) sistema eléctrico, (6) sistema de detección y equipo contra incendios, (7) elevadores, (8) sistema de comunicaciones y (9) elementos auxiliares. Se presenta en la tabla 1-3, la recopilación de los diferentes requerimientos, la recuperación de información y planos.

Tabla 1-3: Recuperación de información histórica del edificio

FICHA PARA RECUPERACIÓN DE INFORMACIÓN HISTÓRICA DEL EDIFICIO			
Universidad:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		
Facultad:	FACULTA DE MECÁNICA		
Escuela:	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Nombre del edificio:	Edificio de Mecánica		
Ubicación:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de noviembre, Av. Canonigo Ramos, Riobamba, Ecuador		
Fecha de entrevista:	26 de Junio del 2019		
Número de áreas arquitectónicas:	35	Edad:	46 años
Sistema		Seleccione tipo	
1. Estructura		<input checked="" type="checkbox"/>	Convencional
		<input type="checkbox"/>	Prefabricado
		<input type="checkbox"/>	Industrializado
Sistema	Subsistema	Seleccione tipo	
2. Componentes externos	Techo	<input checked="" type="checkbox"/>	Plano
		<input type="checkbox"/>	Inclinado
	Sellado (Impermeabilización)	<input checked="" type="checkbox"/>	Capa de lámina bituminosa
		<input type="checkbox"/>	Cloruro de polivinilo PVC
		<input type="checkbox"/>	Mantas de caucho EPDM
	<input type="checkbox"/>	Recubrimiento de alquitrán	

Tabla 1-3: (Continuación) Recuperación de información histórica del edificio

	Paredes exteriores	X	Bloques / Ladrillo
			Hormigón
			Muros cortina
	Ventanas		Aluminio / Vidrio
			Madera / Vidrio
		X	Metálico / Vidrio
Sistema	Subsistema	Seleccione tipo	
3. Componentes internos	Puertas		Aluminio / Vidrio
		X	Madera
			Acero inoxidable
			Metálico / Vidrio
	Muros cortina		Bloques
			Aluminio / Vidrio
			Madera / Derivados
	Revestimiento de paredes interiores		Cerámica
	Cielo raso	Tipo: Losa	
	Pavimentación y alfombrado		Terrazo
		X	Cerámica
			PVC
		X	Alfombra de fieltro
			Alfombra sintética
4. Sistema hidrosanitario	Tuberías	X	Plástico flexible
			Aluminio recubierto de polietileno
			Cobre
5. Sistema eléctrico	Transformadores, generadores,	Su ubicación: Cuarto de máquinas	
6. Sistema de detección y equipo contra incendios	Tipo de detectores	X	Caliente
			No se puede fumar
			Infra-rojo (Llama)
	Tipo de extintor	X	Aspersores
			Tambores de manguera
7. Elevadores	Número de elevadores en:	1	
	Tipo de unidad		Hidráulico
		X	Eléctrico
8. Sistema de comunicaciones	Red de conexión a internet	X	Punto de acceso a internet inalámbrico
		X	Puerto de conexión a internet alámbrico
	Red de telefonía fija	X	Puerto de conexión de teléfono alámbrico
9. Elementos auxiliares	Bombas, motores y aires acondicionados	Su ubicación: _____	
Cuarto de máquinas			
Michel Jessenia Loor Romero EVALUADOR			

Realizado por: Loor, M. 2019

Mediante las inspecciones y levantamientos de información de campo que se realizaron en la “Elaboración de un plan de mantenimiento para laboratorios, centro de cómputo y taller CAD-CAM de la facultad de mecánica aplicando la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad”, se plantea como referencia el inventario técnico de áreas que posee el edificio de la carrera de Ingeniería Mecánica en el que se definió la clave catastral, descripción y código propuesto (ver tabla 2-3), además en la tabla 3-3, se detalla la estructura del código que se siguió.

Tabla 2-3: Codificación de infraestructura civil a nivel de edificio

CÓDIGO CATASTRAL	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO PROPUESTO
UA3N03 80 25	Edificio M25: Bloque de aulas carrera de Ingeniería Mecánica	M25

Fuente: (Alltamirano Martínez y Tutasig Cortez, 2019, p. 76)

Realizado por: (Alltamirano Martínez y Tutasig Cortez, 2019, p. 76)

Tabla 3-3: Estructura de código

CÓDIGO	002-098	100-198	200-298	300-398	900	910	930
ÁREAS	Planta baja	Primera planta alta	Segunda planta alta	Tercera planta alta	Edificios	Gradas	Cisterna

Fuente: (Alltamirano Martínez y Tutasig Cortez, 2019, p. 76)

Realizado por: (Alltamirano Martínez y Tutasig Cortez, 2019, p. 76)

Tabla 4-3: Listado de áreas arquitectónicas

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
M25	EDIFICIO M25: BLOQUE DE AULAS CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
M25-002	GIEBI grupos de investigación y estudios en bio ingeniería
M25-004	Aula 004
M25-006	Laboratorio de mecánica de fluidos y turbo maquinaria
M25-010	Laboratorio de resistencia de materiales
M25-014	Oficina 014 de docentes
M25-016	Oficina 016 de docentes
M25-026	Laboratorio de metrología y ensayos no destructivos
M25-036	Laboratorio de control automático e instrumentación
M25-042	Laboratorio ASME
M25-048	S.S.H.H
M25-052	Hall de ingreso planta baja
M25-054	Pasillo de la planta baja
M25-102	Dirección y secretaria de la carrera de mecánica
M25-106	Oficina 106 de docentes
M25-108	Oficina 108 de docentes
M25-112	Oficina 112 de docentes
M25-118	Oficina 118 de docentes
M25-120	Aula 120
M25-122	Oficina 122 de docentes
M25-124	Oficina 124 de docentes
M25-126	Oficina 126 de docentes
M25-128	Oficina 128 de docentes

Tabla 4-3: (Continuación) Listado de áreas arquitectónicas

M25-130	Aula 130
M25-132	Aula 132
M25-134	Aula 134
M25-136	Aula 136
M25-138	Aula 138
M25-140	Aula 140
M25-142	Oficina 142 de docentes
M25-144	Oficina 144 de docentes
M25-146	Oficina 146 de docentes
M25-148	Oficina 148 de docentes
M25-150	Aula 150
M25-156	Pasillo planta alta
M25-910	Gradas del edificio

Fuente: (Alltamirano Martínez y Tutasig Cortez, 2019, p. 93)

Realizado por: (Alltamirano Martínez y Tutasig Cortez, 2019, p. 93)

3.2.1.2 Definición de la estructura jerárquica para la aplicación del AHP

Para este trabajo se ha realizado un análisis de coincidencia según la revisión de la literatura de varios artículos que trataban metodologías de evaluación, en el que se identifican dos criterios que intervienen en la evaluación de edificios de acuerdo a los autores que se especifican en la tabla 5-3.

Tabla 5-3: Análisis de coincidencia de los criterios más utilizados por varios autores

Criterio \ Autor	Reddy et al., (1993)	Shen y Lo (1999)	Spedding et al., (1995)	Pullen et al., (2000)
Estado físico	x	x	x	
Efecto resultante sobre los usuarios		x	x	x

Realizado por: Loor, M. 2019

El “Estado físico” busca establecer el nivel de deterioro físico de un edificio mediante una evaluación técnica; para su ponderación se realizó un análisis en diversas fuentes como metodologías de evaluación de edificios tanto nacionales como extranjeras, cabe destacar que éstas se han aplicado en ciertos países.

Sin embargo, los sistemas fueron elegidos de acuerdo al ambiente y las condiciones de servicio de los edificios universitarios en la sierra ecuatoriana y en función del tipo de construcción de hormigón armado más común, finalmente se seleccionaron nueve sistemas mayormente significativos que fueron llamados sub criterios y son detallados en la tabla 6-3.

Tabla 6-3: Sub criterios del criterio “Estado físico”

Nº	Sistema / Sub Criterios
1	Estructura
2	Componentes externos
3	Componentes internos
4	Sistema hidrosanitario
5	Sistema eléctrico
6	Sistema de detección y equipo contra incendios
7	Elevadores
8	Sistema de comunicaciones
9	Elementos auxiliares

Realizado por: Loor, M. 2019

El criterio “Efecto resultante sobre los usuarios” busca recolectar mediante encuestas, información sobre el confort y percepción de alumnos y profesores que usan las instalaciones, para su ponderación se realizó el mismo exhaustivo análisis de coincidencia entre diversas fuentes para escoger a los cuatro sub criterios más idóneos y destacados que se presentan en la tabla 7-3.

Tabla 7-3: Sub criterios del criterio “Efecto resultante sobre los usuarios”

Nº	Sub criterios
1	Confort térmico
2	Confort lumínico
3	Percepción de la estética y deterioro
4	Percepción de la seguridad

Realizado por: Loor, M. 2019

Luego de identificar los diferentes criterios y sub criterios, se elaboró la estructura jerárquica para aplicar el AHP, como se muestra en la figura 2-3:

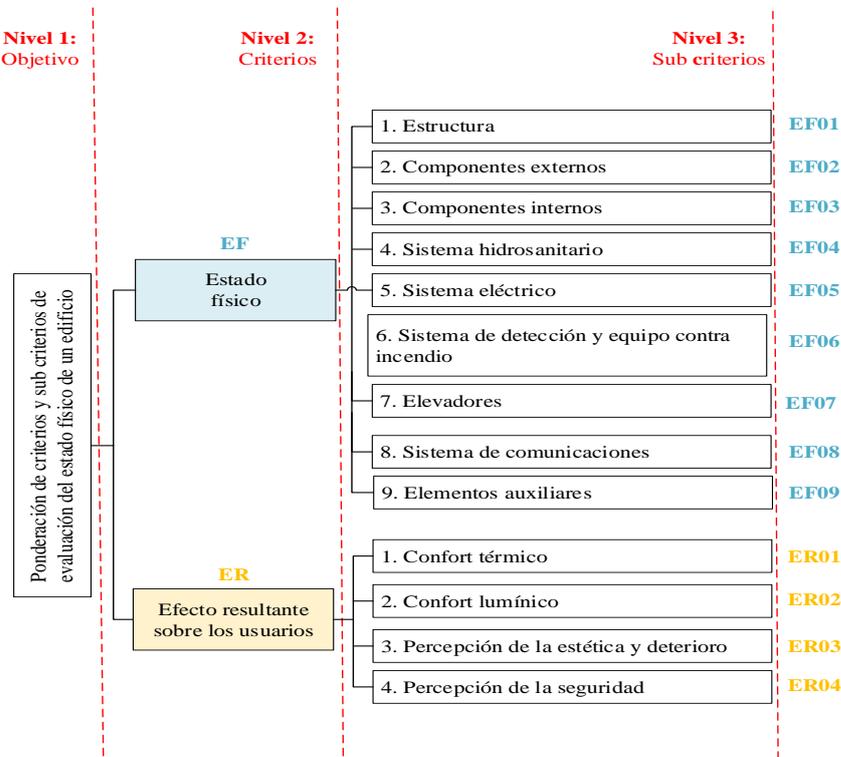


Figura 2-3: Estructura jerárquica para la aplicación del AHP

Realizado por: Loor, M. 2019

3.2.1.3 Priorización de sistemas mediante AHP

Para este proceso fue necesario consultar la opinión profesional de 15 arquitectos y 15 ingenieros civiles que en promedio tienen veinte años de experiencia en el campo (ver gráfico 1-3), mediante una entrevista personal y con la ayuda de la metodología (AHP).



Gráfico 1-3: Años de experiencia de profesionales entrevistados

Realizado por: Loor, M. 2019

En la ejecución de la entrevista es necesario receptar información básica como: profesión, nivel académico, años de experiencia, además de presentar información a los profesionales como la estructura jerárquica de los criterios y sub criterios (ver figura 2-3), y proporcionar sus definiciones con el fin, de que el profesional tenga claro al momento de tomar la decisión sobre la importancia de cada uno; el instrumento empleado para realizar las entrevistas se puede ver en el ANEXO A.

La entrevista está comprendida en una serie de matrices de comparación pareada debidamente ordenada y clasificada, la cual funciona enfrentándolos entre sí inicialmente a los criterios y posterior los sub criterios, los especialistas valoraron la importancia de éstos empleando la escala de importancia (ver tabla 6-2).

Para el tratamiento de los resultados de las entrevistas se realizó el procedimiento con la ayuda de la programación de hojas de cálculo de Microsoft Excel, éste se divide en dos partes la primera es la tabulación de datos a sus respectivas matrices y a su vez la comprobación del ratio de consistencia que permite saber si son consecuentes las respuestas de los profesionales; lo que dió como resultado que cuatro especialistas no cumplieron con el ratio de consistencia según datos de la tabla 8-2, y se procedió a buscar las opiniones de otros profesionales; por ello en la tabla 8-3, se detalla la información de cada una de las matrices correspondientes a los profesionales participantes y agrupadas por criterio.

Tabla 8-3: Ratios de consistencia correspondientes a arquitectos e ingenieros civiles

CRITERIOS	ARQUITECTOS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EF [%]	7,42	7,41	2,62	6,90	6,88	7,71	8,60	8,93	0,00	8,91	4,29	8,87	1,26	8,00	0,00
ER [%]	6,22	7,90	0,00	3,00	8,56	7,92	5,81	8,14	8,10	5,78	0,00	7,86	8,52	0,00	8,29
CRITERIOS	INGENIEROS CIVILES														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EF [%]	0,00	8,66	8,01	3,56	7,65	8,53	8,84	5,02	2,97	2,25	7,22	3,34	8,35	8,31	8,79
ER [%]	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	7,97	3,17	8,12	7,12	8,77	4,63	7,81	7,11

Realizado por: Loor, M. 2019

Y la segunda parte, es el cálculo de los vectores propios que se los realiza las veces necesarias hasta obtener la similitud deseada para luego proceder con las respectivas agregaciones y normalizaciones estadísticas, y así obtener como resultado el peso de cada criterio mostrado en el gráfico 2-3, en el que se detalla la importancia del estado físico de un edificio frente al efecto resultante sobre los usuarios (ver tabla 9-3).

Tabla 9-3: Pesos correspondientes a los criterios EF y ER

PESOS DE LOS CRITERIOS DE MANTENIMIENTO						
DESCRIPCIÓN DE CRITERIOS		ARQUITECTOS	INGENIEROS CIVILES	AGREG.	NORMALIZACIÓN	PESOS
EF	Estado físico	0,6594	0,7929	0,7231	0,729	72,9%
ER	Efecto resultante sobre solo usuarios	0,3406	0,2120	0,2687	0,271	27,1%
SUMATORIA:		1	1	0,9918	1	100%

Realizado por: Loor, M. 2019

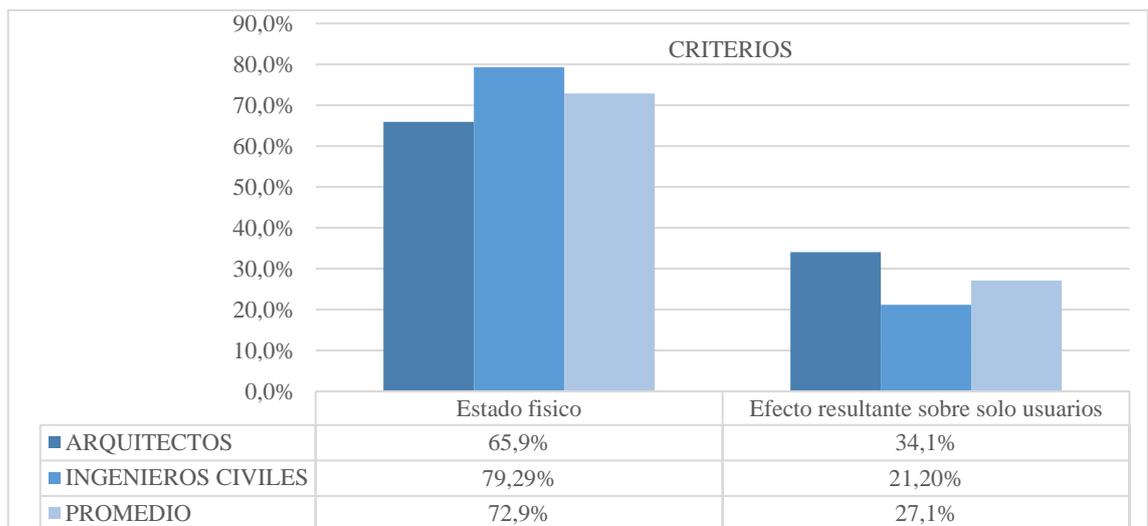


Gráfico 2-3: Pesos de criterios

Realizado por: Loor, M. 2019

De la misma manera en que se procedió para calcular los pesos de los criterios, se actuó para el cálculo de los factores correspondientes a cada sub criterio, resultados que se muestran en la tabla 10-3 y tabla 11-3.

Tabla 10-3: Pesos correspondientes a los sub criterios ER

SUBCRITERIOS		PESOS DE LOS SUBCRITERIOS DEL CRITERIO "ER"				
		ARQ	INGC	AGREGACIÓN	NORMALIZACIÓN	Peso de ER
ER01	Confort térmico	0,428	0,197	0,290	0,300	0,079
ER02	Confort lumínico	0,271	0,431	0,342	0,353	0,093
ER03	Percepción de la estética y deterioro	0,121	0,160	0,139	0,144	0,038
ER04	Percepción de la seguridad	0,181	0,213	0,196	0,203	0,053
SUMATORIA:		1,000	1,000	0,967	1,000	0,271

Realizado por: Loor, M. 2019

Tabla 11-3: Pesos correspondientes a los sub criterios EF

SUBCRITERIOS		PESOS DE LOS SUBCRITERIOS DEL CRITERIO "EF"				
		ARQ	INGC	AGREGACIÓN	NORMALIZACIÓN	Peso de EF
EF 01	Estructura	0,325	0,301	0,3130	0,316	0,231
EF 02	Componentes externos	0,083	0,038	0,0564	0,057	0,042
EF 03	Componentes internos	0,071	0,040	0,0534	0,054	0,039
EF 04	Sistema hidrosanitario	0,120	0,178	0,1467	0,148	0,108
EF 05	Sistema eléctrico	0,100	0,123	0,1115	0,113	0,082
EF 06	Detección y equipo contra incendio	0,087	0,089	0,0882	0,089	0,065
EF 07	Elevadores	0,070	0,080	0,0753	0,076	0,056
EF 08	Comunicaciones	0,069	0,075	0,0720	0,073	0,053
EF 09	Elementos auxiliares	0,072	0,073	0,0731	0,074	0,054
SUMATORIA:		1,000	1,000	0,9895	1,000	0,729

Realizado por: Loor, M. 2019

3.2.2 *Desarrollo del instrumento I01EF para la evaluación del estado físico*

Para esta etapa fue importante tener identificados los nueve sistemas a evaluar que a su vez se derivan en sub sistemas, además en la tabla 12-3, se expone una valoración cualitativa y cuantitativa de cada uno de los cinco niveles de desempeño escogidos para ser usados en el instrumento.

Tabla 12-3: Clasificación de valoraciones

PUNTUACIÓN	NIVEL DE DESEMPEÑO
1	Peligroso
2	Muy deteriorado
3	Deteriorado
4	Bueno
5	Satisfactorio

Realizado por: Loor, M. 2019

Los parámetros descritos en el mismo fueron sustentados en información técnica civil del artículo “Metodología de evaluación de edificios para establecer prioridades de mantenimiento en edificios hospitalarios” (Shohet, 2010, p. 706); e información técnica de la tesis “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la infraestructura de la ESPOCH conforme a la norma UNE EN 15331:2012” (Larrea, 2011, p. 46).

Para este trabajo se desarrolló el instrumento I01EF simplificado que consiste en marcar en la columna de puntuación una única opción, según sea el juicio del evaluador; en la tabla 13-3, se observa cada sub sistema a evaluar.

Tabla 13-3: Sub sistemas considerados para evaluar

SUB CRITERIO	SUB SISTEMA
Estructura	Columnas y Vigas
	Losas
Componentes externos	Puertas externas
	Ventanas externas
	Revestimiento exterior
	Cubiertas
Componentes internos	Puertas internas
	Ventanas internas
	Paredes
	Revestimiento cerámico en paredes
	Pisos
	Cielo raso / tumbado
Sistema Hidrosanitario	Cajas de revisión
	Tuberías de agua potable y residuales
	Accesorios, lavamanos, inodoros
Sistema eléctrico	Cajas de Breakers, tableros de control
	Interruptores, tomacorrientes
	Lámparas
Sistema de detección y equipo contra incendios	Sistema de detección,
	Equipo contra incendios
Elevadores	Sistema de control
Sistema de comunicaciones	Puertos fijos de internet, línea telefónica e inalámbricos de internet
Elementos auxiliares	Bombas y transformadores

Realizado por: Loor, M. 2019

3.2.3 *Desarrollo del instrumento I02ER para la evaluación del efecto resultante sobre los usuarios*

Con la información obtenida se observó, que varios factores son los que afectan el confort del usuario y consecuencia de esto, se provoca un efecto resultante sobre los mismos, que ocupan los edificios universitarios; por ello es necesario referenciar el análisis entre varios artículos sobre la coincidencia de los factores más importantes que inciden en la comodidad del usuario, a los que se los llamó sub criterios (ver tabla 7-3).

La encuesta que compone al instrumento I01ER fue desarrollada inicialmente con información básica de datos de control como: ubicación, fecha, nombre del edificio, del evaluador y del área arquitectónica; y para la elaboración fue primordial identificar la forma estructural que ésta lleva, por ello las preguntas están clasificadas en función de factores que describen cada uno de los sub criterios (ver tabla 14-3) con el fin de tener tabulados los datos de una forma más fácil y ordenada.

Tabla 14-3: Estructura de la encuesta

Parte 1: En el área arquitectónica que se encuentra	Parte 2: En general en todo el edificio
FACTORES DE CONFORT FÍSICO Y FISIOLÓGICO DE HABITABILIDAD	
Comodidad térmica y de ventilación	
Comodidad lumínica: iluminación artificial e iluminación natural	
FACTORES PERCEPTUALES Y COGNITIVOS	
Percepción de la estética y deterioro	
Percepción de la seguridad	

Realizado por: Loor, M. 2019

Las preguntas fueron tomadas en función de los factores expuestos en los fundamentos teóricos y adaptadas para que las respuestas de los encuestados sean cerradas y arrojen datos según la escala de Likert y de esta forma la puntuación final sea análoga en parámetros a la “Evaluación del estado físico”; en la tabla 15-3, se presentan los distintos tipos de respuesta que fueron utilizados y la comparación con la puntuación usada en el criterio “Estado físico”.

Tabla 15-3: Tipos de respuestas usadas en la encuesta

TIPOS DE RESPUESTAS			PUNTUACIÓN	DESCRIPCION
Muy frecuentemente	Nulo	Buen estado	5	Satisfactorio
Frecuentemente	Casi nulo	Estado regular	4	Bueno
Ocasionalmente	Bajo	Mal estado	3	Deteriorado
Raramente	Medio	Inexistentes	2	Muy deteriorado
Nunca	Alto	No disponibles	1	Peligroso

Realizado por: Loor, M. 2019

3.2.4 Desarrollo de la escala de medición del deterioro

Posterior al desarrollo de los instrumentos, fue necesario hacer una escala de medición, para ello se realizaron los respectivos cálculos del umbral de desempeño con los valores de los sub criterios tratados en la tabla 10-3 y tabla 11-3, pero fue importante identificar que varios sub criterios del “Estado físico” no son calificados con los cinco niveles, se marca con color rojo y valor cero; así se obtienen los rangos pertenecientes a los valores de cumplimiento

Tabla 16-3: Escala de medición mediante umbral base

UMBRAL BASE																	
Criterio	Peso	Sub criterio de evaluación	Factor	NIVEL DE DESEMPEÑO													
				Peligroso			Muy deteriorado			Deteriorado			Bueno		Satisfactorio		
EF. ESTADO FISICO	72,9%	EF01. Estructura	0,32	1	0,32	0,00	2	0,63	105,54	3	0,95	142,01	4	1,27	183,97	5	1,58
		EF02. Componentes externos	0,06	1	0,06		0	0,00		3	0,17		4	0,23		5	0,28
		EF03. Componentes internos	0,05	1	0,05		0	0,00		3	0,16		4	0,22		5	0,27
		EF04. Sistema hidrosanitario	0,15	1	0,15		2	0,30		3	0,44		4	0,59		5	0,74
		EF05. Sistema eléctrico	0,11	0	0,00		2	0,23		0	0,00		0	0,00		5	0,56
		EF06. Sistema de detección y equipo contra incendio	0,09	1	0,09		0	0,00		0	0,00		0	0,00		5	0,45
		EF07. Elevadores	0,08	1	0,08		0	0,00		0	0,00		0	0,00		5	0,38
		EF08. Sistema de comunicaciones	0,07	0	0,00		2	0,15		0	0,00		0	0,00		5	0,36
		EF09. Elementos auxiliares	0,07	1	0,07		2	0,15		3	0,22		3	0,22		5	0,37
				0,81		1,45		1,95		2,52		5,00					
ER. EFECTO RESULTANTE SOBRE LOS USUARIOS	27,1%	ER01. Confort térmico	0,30	1	0,30	27,093	2	0,60	54,19	3	0,90	81,28	4	1,20	108,37	5	1,50
		ER02. Confort lumínico	0,35	1	0,35		2	0,71		3	1,06		4	1,41		5	1,77
		ER03. Percepción de la estética y deterioro	0,14	1	0,14		2	0,29		3	0,43		4	0,58		5	0,72
		ER04. Percepción de la seguridad	0,20	1	0,20		2	0,41		3	0,61		4	0,81		5	1,01
				1,00		2,00		3,00		4,00		5,00					
100%		VALORES DE UMBRAL DE DESEMPEÑO:		27		160		223		292		500					

Realizado por: Loor, M. 2019

3.3 Validación de la metodología con aplicación a un caso de estudio

El caso de estudio para la aplicación de la metodología de evaluación del deterioro de edificio universitario es en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para la aplicación de los instrumentos I01EF y I02ER se siguieron seis pasos (ver figura 3-3).

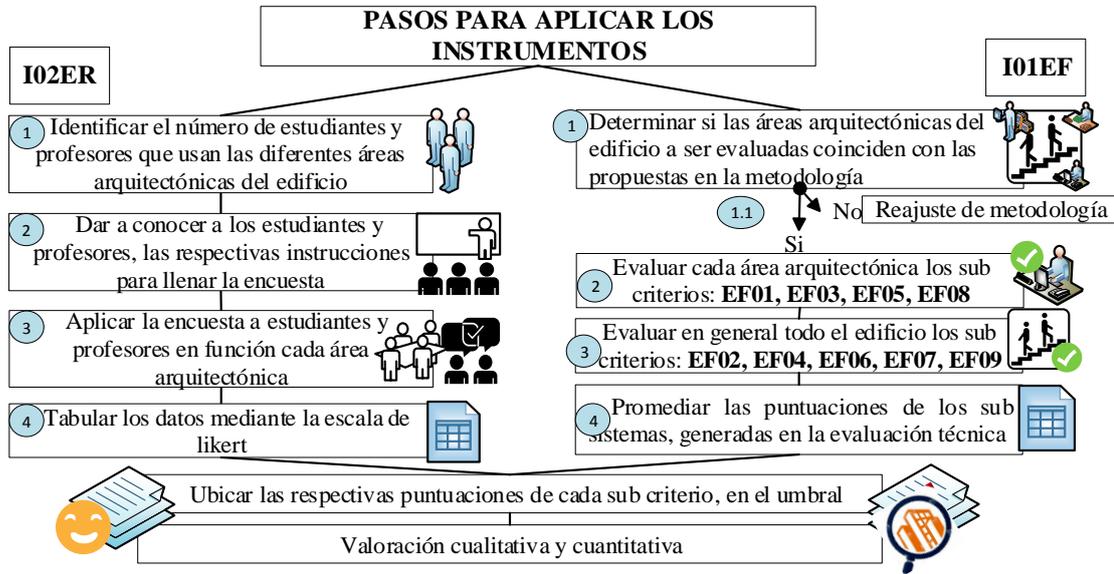


Figura 3-3: Pasos a seguir para la aplicación de los instrumentos I01EF y I02ER

Realizado por: Loor, M. 2019

3.3.1 Aplicación del instrumento I01EF: evaluación del estado físico del edificio

Para mayor detalle de la aplicación del instrumento I01EF del “Estado físico” en el “M25-004: Aula 004”, en el paso uno se requirió enlistar y clasificar las áreas arquitectónicas (ver tabla 4-3) a ser evaluadas con el fin de clasificar la información de áreas comprometidas con el deterioro y tener los resultados de las puntuaciones ordenadas de acuerdo con la codificación (ver Figura 4-3).

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
M25	EDIFICIO M25: BLOQUE DE AULAS CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
M25-002	GIEBI grupos de investigación y estudios en bio ingeniería
M25-004	Aula 004
M25-006	Laboratorio de mecánica de fluidos y turbo maquinaria

Figura 4-3: Ejemplo de codificación

Realizado por: Loor, M. 2019

Para el paso dos fue necesario dividir el instrumento I01EF en dos partes, debido a que cada área arquitectónica del edificio fue evaluada solo con los siguientes sub criterios:

- EF01:** Estructura
- EF03:** Componentes internos
- EF05:** Sistema eléctrico
- EF08:** Sistema de comunicaciones

En el paso tres de la división del instrumento I01EF, la evaluación se realizó en general para todo el edificio con los sub criterios:

- EF02:** Componentes externos
- EF04:** Componentes internos
- EF06:** Sistema hidrosanitario
- EF07:** Elevadores
- EF09:** Elementos auxiliares

En la figura 5-3, se muestra que para el paso cuatro se tuvo en cuenta que a cada sub criterio le pertenece un sub sistema estructural del edificio (ver tabla 13-3), las puntuaciones de los sub sistemas se promediaron para obtener un solo puntaje por cada sub criterio.

Además, en la aplicación se tomó en cuenta que el instrumento posee varias posibilidades con respecto a las características de la parte interior del techo, sí en el acabado la losa es visible se realiza solo la evaluación a nivel “Estructura” en el sub sistema “Losa”; y sí el edificio posee cielo raso o tumbado se evalúa a nivel “Componentes internos” en el sub sistema “Cielo raso / tumbado”.

SUB CRITERIO	SUB SISTEMA
Estructura	Columnas y Vigas
	Losas
Componentes externos	Puertas externas
	Ventanas externas
	Revestimiento exterior
	Cubiertas
Componentes internos	Puertas internas
	Ventanas internas
	Paredes
	Revestimiento cerámico en paredes
	Pisos
	Cielo raso / tumbado

Figura 5-3: Ejemplo de la clasificación de sub sistemas que componen al edificio

Realizado por: Loor, M. 2019

M25-004: Aula 004							
Sub criterio de evaluación	Factor	Puntos	Promedio	Criterio	Peso		
EF01. Estructura							
Columnas y vigas	0,32	2	2	EF. ESTADO FÍSICO	72,90%		
Losa		2					
EF02. Componentes externos							
Puertas de acceso	0,06	1	1				
Ventanas externas		1					
Revestimiento exterior		1					
Cubierta		1					
EF03. Acabado interior							
Puertas internas	0,05	3	2				
Ventanas internas		3					
Paredes		1					
Pisos		1					
EF04. Sistema hidrosanitario							
	0,15	2	2				
EF05. Sistema eléctrico							
Interruptores y tomacorrientes	0,11	2	2				
Lámparas		2					
EF06. Detección y equipo contra incendio							
Sistema de detección	0,09	1	1				
Equipos contra incendios		1					
EF07. Elevadores							
	0,08	1	1				
EF08. Comunicaciones							
	0,07	2	2				
EF09. Elementos mecánicos							
	0,07	5	5				

Figura 6-3: Ejemplo del promedio de los sub sistemas

Realizado por: Loor, M. 2019

A nivel de los sistemas: estructura, componentes internos, sistema eléctrico y sistema de comunicaciones fueron evaluadas en función de cada área arquitectónica como se muestra en las siguientes imágenes que son evidencia de la puntuación asignada en la aplicación de instrumento I01EF.



Figura 7-3: Aula 004

Realizado por: Loor, M. 2019

M25-120: Aula 120



M25-130: Aula 130



M25-132: Aula 132



Figura 8-3: Aula 120, 130 y 132

Realizado por: Loor, M. 2019

M25-134: Aula 134



M25-136: Aula 136



M25-138: Aula 138



Figura 9-3: Aula 134, 136 y 138

Realizado por: Loor, M. 2019



Figura 10-3: Aula 140, 150 y Gradas del edificio

Realizado por: Loor, M. 2019



Figura 11-3: Pasillo de la planta baja, Pasillo de la planta alta y S.S.H.H

Realizado por: Loor, M. 2019

M25-002: GIEBI grupos de investigación y estudios en bio ingeniería



M25-026: Laboratorio de metrología y ensayos no destructivos



M25-010: Laboratorio de resistencia de materiales



Figura 12-3: Laboratorio M25-002, M25-026 y M25-010

Realizado por: Loo, M. 2019

M25-006: Laboratorio de mecánica de fluidos y turbo maquinaria



M25-042 Laboratorio de ASME



M25-036: Laboratorio de control automático e instrumentación



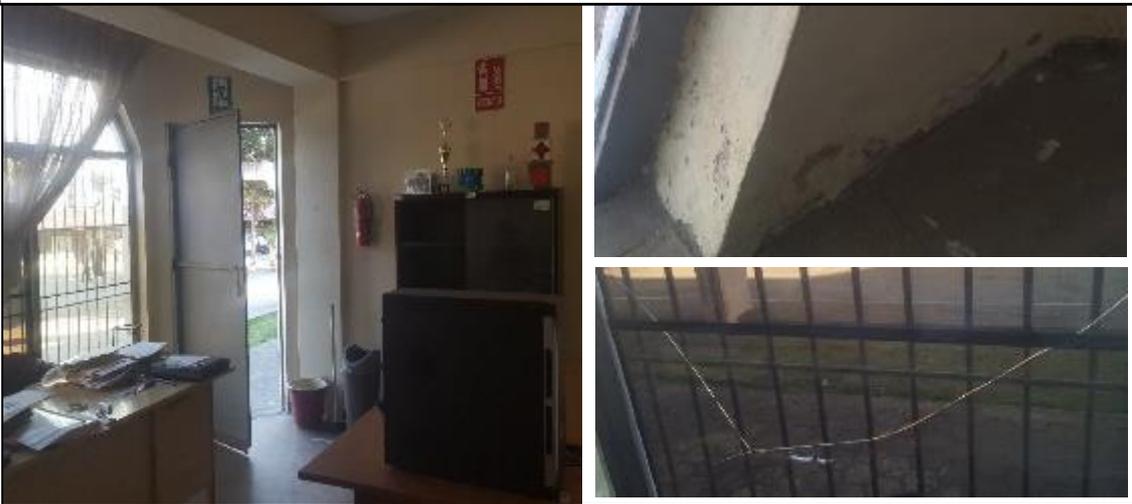
Figura 13-3: Laboratorio M25-006, M25-042 y M25-036

Realizado por: Loor, M. 2019

M25-014: Oficina 014 de docentes



M25-016: Oficina 016 de docentes



M25-106: Oficina 106 de docentes



Figura 14-3: Oficina 014, 016 y 106 de docentes

Realizado por: Loor, M. 2019

M25-108: Oficina 108 de docentes



M25-112: Oficina 112 de docentes



M25-118: Oficina 118 de docentes



Figura 15-3: Oficina 108, 112 y 118 de docentes

Realizado por: Loor, M. 2019

M25-122: Oficina 122 de docentes



M25-124: Oficina 124 de docentes



M25-126: Oficina 126 de docentes



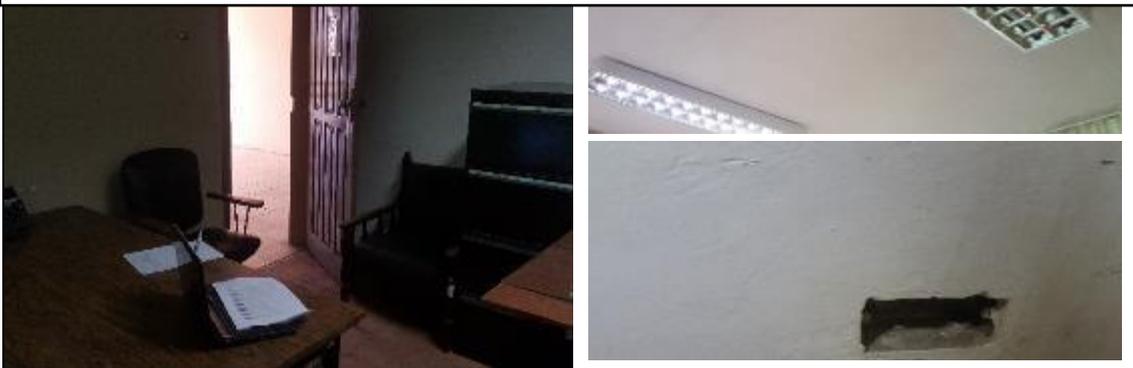
Figura 16-3: Oficina 122, 124 y 126 de docentes

Realizado por: Loor, M. 2019

M25-128: Oficina 128 de docentes



M25-142: Oficina 142 de docentes



M25-144: Oficina 144 de docentes

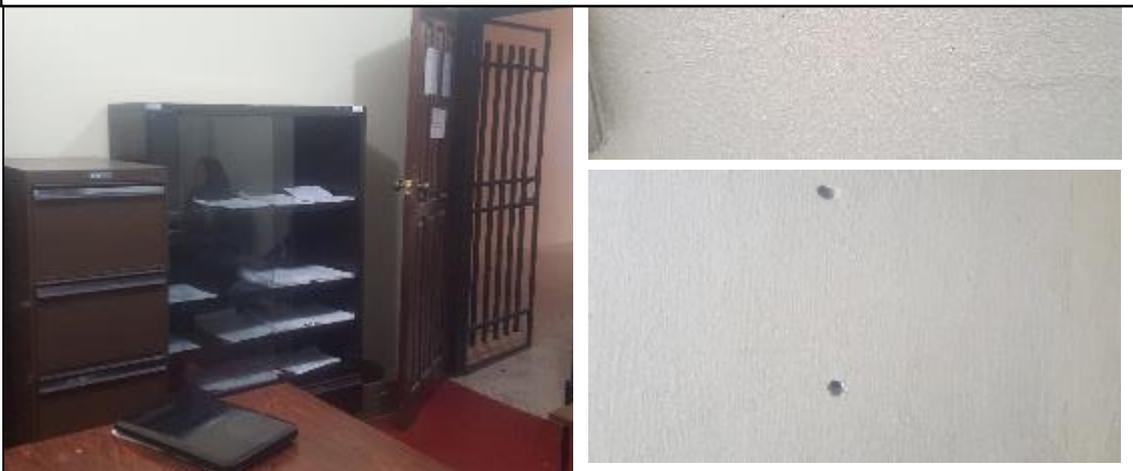


Figura 17-3: Oficina 128, 142 y 144 de docentes

Realizado por: Loor, M. 2019

M25-146: Oficina 146 de docentes



M25-148: Oficina 148 de docentes



M25-102: Dirección y secretaria de la carrera de mecánica



Figura 18-3: Oficina 146, 148 y 102 de docentes

Realizado por: Loor, M. 2019

M25-052: Hall de ingreso planta baja



Sub criterio: Ascensor



Sub criterio: Sistema de detección y equipo contra incendios



Figura 19-3: Hall de ingreso planta baja, ascensor, sistema de detección y equipo contra incendios

Realizado por: Loor, M. 2019

Sub criterio: Componentes externos - Cubierta



Sub criterio: Componentes externos – Revestimiento exterior, puertas, ventanas



Figura 20-3: Cubierta y componentes exteriores

Realizado por: Loor, M. 2019

3.3.1.1 *Reajuste de metodología en la ponderación de sistemas y umbral de desempeño del estado físico*

Fue necesario realizar un reajuste a la metodología debido a que, para una aplicación exitosa en otros edificios universitarios es necesario identificar inicialmente los sub criterios / sistemas que componen al edificio y en caso de que algún sistema no sea parte del edificio con la ayuda de la Ec.(4)., la cual dió como resultado el nuevo factor que le corresponderá a cada sistema, éste cálculo se lo debe hacer repetitivamente para cada sistema.

$$\text{Factor}_j = \frac{\text{Factor}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Factor}_i} \quad (4)$$

Dónde:

Factor $_j$ = Factor final recalculado

Factor $_i$ = Factor inicial

n = Número total de sistemas que componen al edificio

$\sum_{i=1}^n \text{Factor}_i$ = Sumatoria de los factores nominales que componen al edificio

3.3.2 *Aplicación del instrumento I02ER: evaluación del efecto resultante sobre los usuarios*

Para la aplicación del instrumento I02ER (encuesta), es necesario mostrar el nivel de conformidad de los usuarios con conexión a cada pregunta realizada en la encuesta, por ello con respecto al número de participantes se realizó un análisis en el que se clasifica en tres tipos de áreas arquitectónicas al edificio como: aulas, laboratorios y oficinas; además en relación a las preguntas éstas están divididas en dos partes: el área arquitectónica en la que se encuentra y en general en todo el edificio como se muestra en la tabla 14-3, en el ANEXO B y ANEXO C, se observa de forma organizada y detallada el resultado en función a cada pregunta.

Para el paso uno debido a que la encuesta está dirigida a todos los estudiantes y profesores que compartan las diferentes áreas arquitectónicas del edificio a evaluar; en el proceso de búsqueda del efecto resultante fue necesario identificar y establecer que el tamaño de muestra es total, ya que se realizó la misma en cada una de las áreas arquitectónicas, ésta información fue receptada en la etapa de recuperación de información histórica del edificio que se indica en la tabla 4-3, además con el número de participantes que comparten el mismo espacio de la edificación; en la tabla 17-3, se detalla la estructura que sirvió de guía para la aplicación de la encuesta y su respectivo número de participantes.

Tabla 17-3: Estructura muestral de áreas y participantes encuestados

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
M25	EDIFICIO M25: BLOQUE DE AULAS CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	238
M25-002	GIEBI grupos de investigación y estudios en bio ingeniería	5
M25-004	Aula 004	10
M25-006	Laboratorio de mecánica de fluidos y turbo maquinaria	9
M25-010	Laboratorio de resistencia de materiales	14
M25-014	Oficina 014 de docentes	2
M25-016	Oficina 016 de docentes	2
M25-026	Laboratorio de metrología y ensayos no destructivos	8
M25-036	Laboratorio de control automático e instrumentación	8
M25-042	Laboratorio ASME	4
M25-102	Dirección y secretaria de la carrera de mecánica	2
M25-106	Oficina 106 de docentes	2
M25-108	Oficina 108 de docentes	2
M25-112	Oficina 112 de docentes	2
M25-118	Oficina 118 de docentes	2
M25-120	Aula 120	2
M25-122	Oficina 122 de docentes	25
M25-124	Oficina 124 de docentes	2
M25-126	Oficina 126 de docentes	2
M25-128	Oficina 128 de docentes	2
M25-130	Aula 130	27
M25-132	Aula 132	15
M25-134	Aula 134	16
M25-136	Aula 136	15
M25-138	Aula 138	18
M25-140	Aula 140	22
M25-142	Oficina 142 de docentes	2
M25-144	Oficina 144 de docentes	2
M25-146	Oficina 146 de docentes	2
M25-148	Oficina 148 de docentes	2
M25-150	Aula 150	26

Realizado por: Loor, M. 2019

En el paso dos y tres consistió en dar instrucciones a los encuestados para su posterior aplicación.

Y en el paso cuatro es importante tomar en cuenta que los resultados de esta encuesta tienen un tratamiento especial ya que si bien es cierto la calificación que los encuestados tienen a disposición es una valoración tanto cualitativa como cuantitativa que va desde uno a cinco; entonces fue necesario transformar los resultados a esta escala y clasificarlos en función de los sub criterios que contienen a las preguntas (ver tabla 3-4), sin olvidar de haberlos promediado a todos manteniendo la escala Likert (ver tabla 18-3, tabla 19-3, tabla 20-3, tabla 21-3, y tabla 22-3).

Tabla 18-3: Resultado de la evaluación del sub criterio confort térmico

FACTORES DE CONFORT FÍSICO Y FISIOLÓGICO DE HABITABILIDAD (Parte 1. En el área arquitectónica en que se encuentra)					
CONFORT TÉRMICO				PUNTUACIÓN: 3	
NÚMERO DE PREGUNTA	5	4	3	2	1
1	10%	39%	22%	16%	13%
2	13%	21%	23%	42%	1%
3	5%	16%	26%	23%	30%
4	10%	9%	61%	15%	5%
PROMEDIO	9%	21%	33%	24%	12%

Realizado por: Loor, M. 2019

Tabla 19-3: Resultado de la evaluación del sub criterio confort lumínico

FACTORES DE CONFORT FÍSICO Y FISIOLÓGICO DE HABITABILIDAD (Parte 1. En el área arquitectónica en que se encuentra)					
CONFORT LUMÍNICO				PUNTUACIÓN: 1	
NÚMERO DE PREGUNTA	5	4	3	2	1
5	8%	18%	21%	22%	31%
6	6%	19%	33%	15%	28%
7	15%	39%	27%	17%	2%
8	7%	14%	27%	16%	36%
9	6%	7%	27%	21%	39%
PROMEDIO	8%	19%	26%	18%	28%

Realizado por: Loor, M. 2019

Tabla 20-3: Valores a promediar del sub criterio percepción de la estética y el deterioro

FACTORES PERCEPTUALES Y COGNITIVOS (Parte 1. En el área arquitectónica en que se encuentra)					
PERCEPCIÓN DE LA ESTÉTICA Y EL DETERIORO					
NÚMERO DE PREGUNTA	5	4	3	2	1
10	22%	20%	11%	14%	32%
11	5%	21%	30%	19%	25%
12	6%	22%	54%	16%	3%
13	7%	23%	30%	14%	27%
14	4%	17%	41%	12%	26%
PROMEDIO	9%	21%	33%	15%	23%
FACTORES PERCEPTUALES Y COGNITIVOS (Parte 2. En general en todo el edificio en que se encuentra)					
PERCEPCIÓN DE LA ESTÉTICA Y EL DETERIORO					
NÚMERO DE PREGUNTA	5	4	3	2	1
15	2%	10%	25%	25%	40%
16	2%	24%	46%	14%	15%
17	1%	17%	41%	31%	12%
18	1%	16%	47%	24%	13%
19	1%	22%	49%	11%	18%
20	2%	9%	14%	19%	56%
21	0%	12%	52%	22%	15%
22	0%	12%	52%	22%	15%
23	1%	17%	50%	20%	14%
PROMEDIO	1%	15%	41%	21%	22%

Realizado por: Loor, M. 2019

Se procedió a promediar las dos partes de la tabla 20-3, para obtener un solo resultado en la siguiente tabla 21-3:

Tabla 21-3: Resultado de la evaluación del sub criterio percepción de la estética y el deterioro

FACTORES PERCEPTUALES Y COGNITIVOS					
PERCEPCIÓN DE LA ESTÉTICA Y EL DETERIORO					PUNTUACIÓN: 3
PARTE	5	4	3	2	1
1	9%	21%	33%	15%	23%
2	1%	15%	41%	21%	22%
PROMEDIO	1%	15%	41%	21%	22%

Realizado por: Loor, M. 2019

Tabla 22-3: Resultado de la evaluación del sub criterio percepción de la seguridad

FACTORES PERCEPTUALES Y COGNITIVOS					
(Parte 2. En general en todo el edificio en que se encuentra)					
PERCEPCIÓN DE LA SEGURIDAD					PUNTUACIÓN: 3
NÚMERO DE PREGUNTA	5	4	3	2	1
24	10%	39%	22%	16%	13%
25	13%	21%	23%	42%	1%
26	5%	16%	26%	23%	30%
27	10%	9%	61%	15%	5%
PROMEDIO	9%	21%	33%	24%	12%

Realizado por: Loor, M. 2019

3.3.3 Valoración cualitativa y cuantitativa

Para continuar con el paso 5 en el “M25-004: Aula 004” de la secuencia propuesta (ver figura 3-1), se usó como base la tabla 16-3, para realizar la valoración cuantitativa y cualitativa; el proceso consistió en ubicar los resultados descritos en el paso cuatro de cada instrumento I01EF y I02ER, como se muestra en la figura 21-3, las respectivas acciones que se realizaron para obtener la puntuación final y el nivel de desempeño.

Cabe recalcar que al sub criterio, que no le correspondió una puntuación se le dió el valor de cero mostrado en las celdas de color rojo y a las que sí le correspondió una puntuación, se las ubicó estrictamente a la columna que corresponden.

Para el paso seis se realizó la sumatoria de los niveles de desempeño obtenidos con las puntuaciones de la evaluación técnica que dio un valor de 188 puntos y estos fueron identificados al rango que pertenece de puntuación y se buscó en la columna del estado del edificio (ver figura 22-3).

M25-004: Aula 004												
Sub criterio de evaluación	Factor	Puntos	Promedio	Criterio	Peso	Sub criterio de evaluación	Factor	NIVEL DE DESEMPEÑO		Mu		
								Peligroso	Mu			
M25-004: Aula 004												
EF01. Estructura	0,32	2	2	EF. ESTADO FÍSICO	72,9%	EF01. Estructura	0,32	0	0,00	2		
Columnas y vigas		2				EF02. Componentes externos	0,06	1	0,06	0		
Losa		2				EF03. Componentes internos	0,05	1	0,05	0		
FACTORES DE CONFORT FÍSICO Y FISIOLÓGICO DE HABITABILIDAD												
(Parte 1. En el área arquitectónica en que se encuentra)												
CONFORT LUMÍNICO						PUNTUACIÓN: 1						
NÚMERO DE PREGUNTA	5	4	3			2	1					
5	8%	18%	21%			22%	31%	ER01. Confort térmico	0,30	0	0,00	0
6	6%	19%	33%			15%	28%	ER02. Confort lumínico	0,35	1	0,35	0
7	15%	39%	27%	17%	2%	ER03. Percepción de la estética y el deterioro	0,14	0	0,00	0		
8	7%	14%	27%	16%	36%	ER04. Percepción de la seguridad	0,20	0	0,00	0		
9	6%	7%	27%	21%	39%							
PROMEDIO	8%	19%	26%	18%	28%							
								0,28				
								0,35		9,5751		
								0,35				
					100%	VALORES DE UMBRAL DE DESEMPEÑO:			30			

Figura 21-3: Ubicación de puntuaciones en el umbral de desempeño

Realizado por: Loor, M. 2019

M25-004: Aula 004																	
Criterio	Peso	Sub criterio de evaluación	Factor	NIVEL DE DESEMPEÑO												SUMATORIA DE LOS NIVELES DE DESEMPEÑO	
				Peligroso		Muy deteriorado		Deteriorado		Bueno		Satisfactorio					
EF. ESTADO FÍSICO	72,9%	EF01. Estructura	0,32	0	0,00	20,136	2	0,63	105,54	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
		EF02. Componentes externos	0,06	1	0,06		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		EF03. Componentes internos	0,05	1	0,05		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		EF04. Sistema hidrosanitario	0,15	0	0,00		2	0,30		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		EF05. Sistema eléctrico	0,11	0	0,00		2	0,23		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		EF06. Sistema de detección y equipo contra incendios	0,09	1	0,09		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		EF07. Elevadores	0,08	1	0,08		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		EF08. Sistema de comunicaciones	0,07	0	0,00		2	0,15		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		EF09. Elementos auxiliares	0,07	0	0,00		2	0,15		0	0,00		0	0,00		0	0,00
				0,28		1,45		0,00		0,00		0,00		0,00			
ER. EFECTO RESULTANTE SOBRE LOS USUARIOS	27,1%	ER01. Confort térmico	0,30	0	0,00	9,5751	0	0,00	0,00	3	0,90	52,552	0	0,00	0	0	0,00
		ER02. Confort lumínico	0,35	1	0,35		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		ER03. Percepción de la estética y el deterioro	0,14	0	0,00		0	0,00		3	0,43		0	0,00		0	0,00
		ER04. Percepción de la seguridad	0,20	0	0,00		0	0,00		3	0,61		0	0,00		0	0,00
				0,35		0,00		1,94		0,00		0,00		0,00			
100%	VALORES DE UMBRAL DE DESEMPEÑO:			30		106		53		0		0		0		188	

PUNTAJES DE CUMPLIMIENTO	ESTADO DEL EDIFICIO
[292-500)	Satisfactorio
[223-292)	Bueno
[160-223)	Deteriorado
[27-160)	Muy deteriorado
[0-27)	Peligroso

Figura 22-3: Valoración cualitativa y cuantitativa

Realizado por: Loor, M. 2019

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Desarrollo de los instrumentos y la escala de medición del deterioro

4.1.1 Ponderación de sistemas de la edificación que serán considerados en la evaluación

Para el cumplimiento del primer objetivo se siguió el procedimiento descrito en el marco metodológico; en cuestión de cálculos en la tabla 1-4, se estableció principalmente los pesos de los dos criterios propuestos, y posterior en función de cada peso resultante se determinó respectivamente los factores de cada sub criterio (ver gráfico 1-4).

Tabla 1-4: Ponderación de sistemas de edificación

Crterios	Peso	Sub criterio de evaluación	Factor
EF. ESTADO FÍSICO	72,9%	EF01. Estructura	0,32
		EF02. Componentes externos	0,06
		EF03. Componentes internos	0,05
		EF04. Sistema hidrosanitario	0,15
		EF05. Sistema eléctrico	0,11
		EF06. Sistema de detección y equipo contra incendio	0,09
		EF07. Elevadores	0,08
		EF08. Sistema de Comunicaciones	0,07
		EF09. Elementos auxiliares	0,07
ER. EFECTO RESULTANTE SOBRE LOS USUARIOS	27,1%	ER01. Confort térmico	0,30
		ER02. Confort lumínico	0,35
		ER03. Percepción de la estética y deterioro	0,14
		ER04. Percepción de la seguridad	0,20

Realizado por: Loor, M. 2019

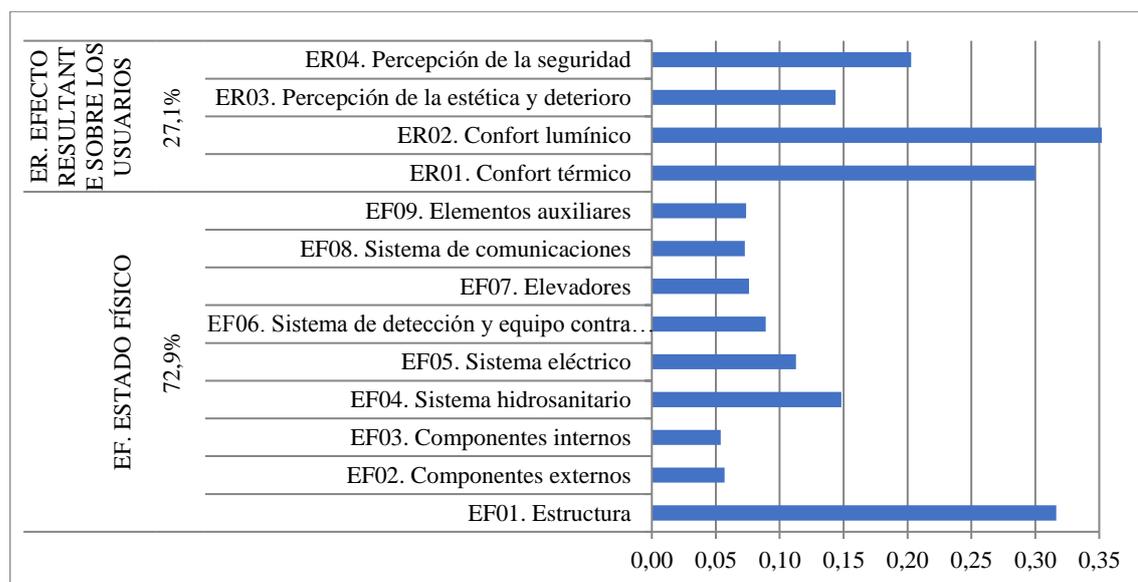


Gráfico 1-4: Distribución de pesos correspondientes a los sub criterios de evaluación

4.1.2 Instrumento I01EF para la evaluación del estado físico

Tabla 2-4: Instrumento I01EF de evaluación técnica

 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO INSTRUMENTO I01EF 		
NIVELES DE REFERENCIA	EXIGENCIAS DE CRITERIO	PUNTUACIÓN
Sub Criterio de evaluación: ESTRUCTURA		Cód: EF01
Columnas, Vigas		
Satisfactorio	No presenta desperfectos visibles en pintura, ni de fisuras, grietas, salitre u hongos.	5
Bueno	Desperfecto de pintura	4
Deteriorado	Desperfectos de pintura además, presencia de: salitre u hongos	3
Muy deteriorado	Desperfectos de pintura además, presencia de: salitre, hongos y fisuras	2
Peligroso	Desperfectos de pintura además, presencia de: salitre, hongos, fisuras y grietas en elementos estructurales.	1
Losa		
Satisfactorio	No presenta desperfectos visibles en pintura, ni de fisuras, grietas, salitre o humedad.	5
Bueno	Desperfecto de pintura	4
Deteriorado	Desperfectos de pintura además, presencia de: salitre o humedad	3
Muy deteriorado	Desperfectos de pintura además, presencia de: salitre, humedad y fisuras	2
Peligroso	Desperfectos de pintura además, presencia de: salitre, humedad, fisuras y grietas en elementos estructurales.	1
Sub criterio de evaluación: COMPONENTES EXTERNOS		Cód: EF02
Puertas de acceso		
Satisfactorio	No presenta desperfectos estéticos y cumple correctamente su función.	5
Bueno	Desperfecto de pintura	4
Deteriorado	Desperfectos de pintura, presenta daño mecánico en bisagras, mecanismo de cierre o falta de accesorios constitutivos.	3
Peligroso	Desperfectos de pintura, presenta daño mecánico en bisagras, mecanismo de cierre o falta de accesorios constitutivos; además no hay sujeción en el área de contacto entre marco y pared.	1
Ventanas externas		
Satisfactorio	No presenta desperfectos estéticos y cumple correctamente su función.	5
Bueno	Desperfecto de pintura	4
Deteriorado	Desperfectos de pintura, presenta daño mecánico en bisagras, mecanismo de cierre o falta de accesorios constitutivos.	3
Peligroso	Desperfectos de pintura, presenta daño mecánico en bisagras, mecanismo de cierre o falta de accesorios constitutivos; además no hay sujeción en el área de contacto entre marco y pared.	1
Revestimiento exterior		
Satisfactorio	No presenta desperfectos visibles en pintura, ni de fisuras, grietas, salitre u hongos.	5
Bueno	Desperfecto de pintura	4
Deteriorado	Desperfectos de pintura, además presencia de: salitre u hongos	3
Peligroso	Desperfectos de pintura, además presencia de: salitre, hongos, fisuras y grietas.	1

Tabla 2-4: (Continuación) Instrumento I01EF de evaluación técnica

Cubierta		
Satisfactorio	No presenta desperfectos estéticos y cumple correctamente su función.	5
Bueno	Desperfecto de pintura	4
Deteriorado	Presenta desperfectos de pintura y a nivel general en la superficie.	3
Peligroso	Presenta desperfectos, filtración en la superficie y falta de elementos constitutivos (fibrocemento, teja, zinc) si fuera el caso.	1
Sub criterio de evaluación: COMPONENTES INTERNOS		Cód: EF03
Puertas internas		
Satisfactorio	No presenta desperfectos estéticos y cumple correctamente su función.	5
Bueno	Desperfecto de pintura	4
Deteriorado	Desperfectos de pintura, presenta daño mecánico en bisagras, mecanismo de cierre o falta de accesorios constitutivos.	3
Peligroso	Desperfectos de pintura, además no hay sujeción en el área de contacto entre marco y pared, y presenta daño mecánico en bisagras, mecanismo de cierre o falta de accesorios constitutivos.	1
Ventanas internas		
Satisfactorio	No presenta desperfectos estéticos y cumple correctamente su función.	5
Bueno	Desperfecto de pintura	4
Deteriorado	Desperfectos de pintura, presenta daño mecánico en bisagras, mecanismo de cierre o falta de accesorios constitutivos.	3
Peligroso	Desperfectos de pintura, además no hay sujeción en el área de contacto entre marco y pared, y presenta daño mecánico en bisagras, mecanismo de cierre o falta de accesorios constitutivos.	1
Paredes		
Satisfactorio	No presenta desperfectos en pintura, ni de fisuras, grietas, salitre o humedad.	5
Bueno	Desperfecto de pintura	4
Deteriorado	Desperfectos de pintura, además presencia de: salitre o humedad	3
Peligroso	Desperfectos de pintura, además presencia de: salitre, humedad, fisuras y grietas.	1
Revestimiento cerámico en paredes		
Satisfactorio	No presenta desperfectos en el revestimiento cerámico.	5
Bueno	Desperfectos en el revestimiento cerámico como fisuras.	4
Deteriorado	Desperfectos en el revestimiento cerámico como fisuras y abrasión.	3
Peligroso	Desperfectos en el revestimiento cerámico y falta de piezas de cerámica.	1
Pisos		
Satisfactorio	No presenta desperfectos en la superficie.	5
Bueno	Desperfectos en la superficie como fisuras (emporado, cerámica, porcelanato, vinyl, MDF, alfombra, barrederas).	4
Deteriorado	Desperfectos en la superficie como fisuras y abrasión (emporado, cerámica, porcelanato, vinyl, MDF, alfombra, barrederas).	3
Peligroso	Desperfectos en la superficie como fisuras y abrasión y falta de elementos constitutivos (emporado, cerámica, porcelanato, vinyl, MDF, alfombra, barrederas)	1
Cielo raso / tumbado		
Satisfactorio	No presenta desperfectos visibles en la superficie.	5
Bueno	Desperfectos en la superficie	4
Deteriorado	Desperfectos en la superficie, además presencia de humedad.	3
Peligroso	Desperfectos en la superficie, además presencia de humedad y falta de elementos constitutivos.	1

Tabla 2-4: (Continuación) Instrumento I01EF de evaluación técnica

Sub criterio de evaluación: SISTEMA HIDROSANITARIO		Cód: EF04
Cajas de revisión, tuberías de agua potable y residuales y accesorios, lavamanos, inodoros		
Satisfactorio	No presenta desperfectos y cumple correctamente su función.	5
Bueno	Existe suministro de agua en todos los puntos pero existe deterioro por falta de limpieza.	4
Deteriorado	Los accesorios (llaves de suministro y de paso, tubos de abasto) presentan desperfectos y faltan elementos constitutivos como: rejillas, tapa de caja de revisión.	3
Muy deteriorado	No existe suministro de agua en todos los puntos, además presentan desperfectos en lavamanos e inodoros y se genera humedad en paredes y pisos debido a daños en tuberías.	2
Peligroso	No existe suministro de agua en ningún punto y se presenta mal olor en puntos de desagüe.	1
Sub criterio de evaluación: SISTEMA ELÉCTRICO		Cód: EF05
Cajas de Breakers, Interruptores, tomacorrientes		
Satisfactorio	No presentan desperfectos y cumplen correctamente su función.	5
Muy deteriorado	Existen desperfectos, faltan elementos constitutivos o no cumplen correctamente su función.	2
Lámparas		
Satisfactorio	No presentan desperfectos (fluorescentes y transformadores) y cumplen correctamente su función.	5
Muy deteriorado	Existen desperfectos (disminución de intensidad de luz, parpadeo continuo, desprendimiento de balastro), falta de elementos constitutivos o no cumplen correctamente su función.	2
Sub criterio de evaluación: SISTEMA DE DETECCIÓN Y EQUIPO CONTRA INCENDIOS		Cód: EF06
Sistema de detección		
Satisfactorio	Los sensores (de movimiento, humo) y lámparas de emergencia responden a las señales de detección y activan a los elementos de alarma.	5
Peligroso	Los sensores (de movimiento, humo) y lámparas de emergencia no están disponibles	1
Equipos contra incendios		
Satisfactorio	Los equipos automáticos responden a las señales que envían los sensores y los equipos manuales están disponibles para cumplir correctamente su función.	5
Peligroso	Los equipos automáticos y manuales no están disponibles.	1
Sub criterio de evaluación: ELEVADORES		Cód: EF07
Sistema eléctrico y de control		
Satisfactorio	No presenta desperfectos, y cumple correctamente su función (Controles, sensores, puertas, botoneras).	5
Peligroso	Existen desperfectos funcionales y físicos (controles, sensores, puertas, botoneras).	1
Sub criterio de evaluación: SISTEMA DE COMUNICACIONES		Cód: EF08
Puertos fijos de internet, línea telefónica e inalámbricos de internet		
Satisfactorio	No presenta desperfectos, y cumple correctamente su función (puertos fijos de internet, línea telefónica e inalámbricos de internet).	5
Muy deteriorado	Existen desperfectos funcionales y físicos (puertos fijos de internet, línea telefónica e inalámbricos de internet).	2
Sub criterio de evaluación: ELEMENTOS AUXILIARES		Cód: EF09
Bombas y transformadores		
Satisfactorio	No presentan desperfectos, y cumplen correctamente su función	5
Bueno	La cimentación y carcasa presentan un deterioro menor al 25%	4
Deteriorado	Existen fugas en la bomba debido a sellos mecánico o empaquetaduras en mal estado	3
Muy deteriorado	Las conexiones eléctricas se encuentran en un estado deteriorado	2
Peligroso	Existen desperfectos funcionales y físicos	1

Realizado por: Loor, M. 2019

4.1.3 Instrumento I02ER para la evaluación del efecto resultante sobre los usuarios

Tabla 3-4: Instrumento I02ER de evaluación

 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO ENCUESTA DEL EFECTO RESULTANTE SOBRE LOS USUARIOS INSTRUMENTO: I02ER 				
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Evaluador (a): Michel Loor Romero Fecha: _____				
Edificio: Carrera de ingeniería Mecánica Nombre de Aula / Oficina / Área: _____				
Objetivo: Realizar un estudio del efecto que tiene el deterioro de éste edificio sobre los usuarios.				
FACTORES DE CONFORT FÍSICO Y FISIOLÓGICO DE HABITABILIDAD:				
COMODIDAD TÉRMICA Y DE VENTILACIÓN;				
Parte 1: En el área arquitectónica en la que se encuentra				
1. ¿Se pueden abrir con facilidad las ventanas?				
<input type="checkbox"/> Muy frecuentemente 5	<input type="checkbox"/> Frecuentemente 4	<input type="checkbox"/> Ocasionalmente 3	<input type="checkbox"/> Raramente 2	<input type="checkbox"/> Nunca 1
2. ¿En qué estado de deterioro se encuentran las ventanas, con respecto a asegurar su función como aislante? (Las causas del deterioro pueden ser vidrios rotos, la inexistencia de los mismos, y envejecimiento)				
<input type="checkbox"/> Nulo/Ventanas en buen estado 5	<input type="checkbox"/> Casi nulo 4	<input type="checkbox"/> Bajo 3	<input type="checkbox"/> Medio 2	<input type="checkbox"/> Alto 1
3. En el caso de que la respuesta anterior sea (1, 2 o 3), según su percepción ¿Cuál es el nivel en que provoca problemas térmicos?				
<input type="checkbox"/> Nulo 5	<input type="checkbox"/> Casi nulo 4	<input type="checkbox"/> Bajo 3	<input type="checkbox"/> Medio 2	<input type="checkbox"/> Alto 1
4. Según su percepción ¿Cuál es el nivel de humedad generado?				
<input type="checkbox"/> Nula 5	<input type="checkbox"/> Casi nula 4	<input type="checkbox"/> Baja 3	<input type="checkbox"/> Media 2	<input type="checkbox"/> Alta 1
COMODIDAD LUMÍNICA: ARTIFICIAL				
5. Considera usted que el nivel de opacidad que posee la iluminación es:				
<input type="checkbox"/> Nula/No es opaca 5	<input type="checkbox"/> Casi nula 4	<input type="checkbox"/> Baja 3	<input type="checkbox"/> Media 2	<input type="checkbox"/> Alta 1
6. Considera usted que el nivel de deslumbramiento indeseado que posee la iluminación es:				
<input type="checkbox"/> Nulo/No hay deslumbramiento 5	<input type="checkbox"/> Casi nulo 4	<input type="checkbox"/> Bajo 3	<input type="checkbox"/> Medio 2	<input type="checkbox"/> Alto 1
7. La percepción del nivel de parpadeo que posee la iluminación				
<input type="checkbox"/> Nulo/No hay parpadeo 5	<input type="checkbox"/> Casi nulo 4	<input type="checkbox"/> Bajo 3	<input type="checkbox"/> Medio 2	<input type="checkbox"/> Alto 1
COMODIDAD LUMÍNICA: NATURAL				
8. Si existen sistemas de protección (cornisas, persianas, cortinas, láminas solares, etc.) para contrarrestar los rayos del sol. ¿Valore el estado en el que se encuentran? Caso contrario señale que son inexistentes.				
<input type="checkbox"/> Muy buen estado 5	<input type="checkbox"/> Buen estado 4	<input type="checkbox"/> Estado regular 3	<input type="checkbox"/> Mal estado 2	<input type="checkbox"/> inexistentes 1
9. Solo si su respuesta anterior es: (1) y provoca reflejos indeseados en el pizarrón u otra superficie. Valore ¿Qué nivel de inconformidad le provoca?				
<input type="checkbox"/> Nulo/No hay reflejos 5	<input type="checkbox"/> Casi nulo 4	<input type="checkbox"/> Bajo 3	<input type="checkbox"/> Medio 2	<input type="checkbox"/> Alto 1
FACTORES PERCEPTUALES Y COGNITIVOS: PERCEPCIÓN DE LA ESTÉTICA Y DETERIORO				
10. Según su percepción estética ¿Qué nivel de manifestaciones informativas, artísticas o “grafitis” encuentra en las superficies de las paredes?				
<input type="checkbox"/> Nulo/No hay manifestaciones 5	<input type="checkbox"/> Casi nulo 4	<input type="checkbox"/> Bajo 3	<input type="checkbox"/> Medio 2	<input type="checkbox"/> Alto 1
11. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentran las superficies de las paredes? Con respecto a humedades, fisuras y desprendimientos				
<input type="checkbox"/> Muy buen estado 5	<input type="checkbox"/> Buen estado 4	<input type="checkbox"/> Estado regular 3	<input type="checkbox"/> Mal estado 2	<input type="checkbox"/> Muy mal estado 1
12. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentran los cielorrasos? Con respecto a humedades, fisuras y desprendimientos				
<input type="checkbox"/> Muy buen estado 5	<input type="checkbox"/> Buen estado 4	<input type="checkbox"/> Estado regular 3	<input type="checkbox"/> Mal estado 2	<input type="checkbox"/> Muy mal estado 1

Tabla 3-4: (Continuación) Instrumento I02ER de evaluación

13. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentran los pisos? Con respecto a grietas, hundimientos, desprendimientos y desniveles				
<input type="checkbox"/> Muy buen estado 5	<input type="checkbox"/> Buen estado 4	<input type="checkbox"/> Estado regular 3	<input type="checkbox"/> Mal estado 2	<input type="checkbox"/> Muy mal estado 1
14. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentran las puertas? Con respecto a desgaste, desprendimientos y funcionalidad de cierre				
<input type="checkbox"/> Muy buen estado 5	<input type="checkbox"/> Buen estado 4	<input type="checkbox"/> Estado regular 3	<input type="checkbox"/> Mal estado 2	<input type="checkbox"/> Muy mal estado 1
Parte 2: En general en todo el edificio en el que se encuentra				
15. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentran los baños? Señale si son inexistentes o no están disponibles				
<input type="checkbox"/> Buen estado 5	<input type="checkbox"/> Estado regular 4	<input type="checkbox"/> Mal estado 3	<input type="checkbox"/> Inexistentes 2	<input type="checkbox"/> No disponibles 1
16. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentran las plazas de aparcamiento para los usuarios (coche, moto, bicicleta)? Señale si son inexistentes o no están disponibles				
<input type="checkbox"/> Buen estado 5	<input type="checkbox"/> Estado regular 4	<input type="checkbox"/> Mal estado 3	<input type="checkbox"/> Inexistentes 2	<input type="checkbox"/> No disponibles 1
17. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentra la fachada exterior del edificio?				
<input type="checkbox"/> Muy buen estado 5	<input type="checkbox"/> Buen estado 4	<input type="checkbox"/> Estado regular 3	<input type="checkbox"/> Mal estado 2	<input type="checkbox"/> Muy mal estado 1
18. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentra la fachada interior del edificio?				
<input type="checkbox"/> Muy buen estado 5	<input type="checkbox"/> Buen estado 4	<input type="checkbox"/> Estado regular 3	<input type="checkbox"/> Mal estado 2	<input type="checkbox"/> Muy mal estado 1
19. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentran los sistemas de rampas? Que permiten y posibilitan la autonomía de las personas con discapacidad, señale solo si son inexistentes o no están disponibles				
<input type="checkbox"/> Buen estado 5	<input type="checkbox"/> Estado regular 4	<input type="checkbox"/> Mal estado 3	<input type="checkbox"/> Inexistentes 2	<input type="checkbox"/> No disponibles 1
20. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentran los sistemas de ascensores? Que permiten y posibilitan la autonomía de las personas con discapacidad, además señale solo si son inexistentes o no están disponibles				
<input type="checkbox"/> Buen estado 5	<input type="checkbox"/> Estado regular 4	<input type="checkbox"/> Mal estado 3	<input type="checkbox"/> Inexistentes 2	<input type="checkbox"/> No disponibles 1
21. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentran los pisos que existen en la entrada? Con respecto a grietas, hundimientos, desprendimientos y desniveles				
<input type="checkbox"/> Muy buen estado 5	<input type="checkbox"/> Buen estado 4	<input type="checkbox"/> Estado regular 3	<input type="checkbox"/> Mal estado 2	<input type="checkbox"/> Muy mal estado 1
22. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentran los pisos que existen en los pasillos? Con respecto a grietas, hundimientos, desprendimientos y desniveles				
<input type="checkbox"/> Muy buen estado 5	<input type="checkbox"/> Buen estado 4	<input type="checkbox"/> Estado regular 3	<input type="checkbox"/> Mal estado 2	<input type="checkbox"/> Muy mal estado 1
23. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentran los pisos que existen en las escaleras? Con respecto a grietas, hundimientos, desprendimientos y desniveles				
<input type="checkbox"/> Muy buen estado 5	<input type="checkbox"/> Buen estado 4	<input type="checkbox"/> Estado regular 3	<input type="checkbox"/> Mal estado 2	<input type="checkbox"/> Muy mal estado 1
PERCEPCIÓN DE LA SEGURIDAD				
24. Si existe señalética de información ¿Valore el estado en el que se encuentran? Caso contrario señale que son inexistentes.				
<input type="checkbox"/> Muy buen estado 5	<input type="checkbox"/> Buen estado 4	<input type="checkbox"/> Estado regular 3	<input type="checkbox"/> Mal estado 2	<input type="checkbox"/> Inexistentes 1
25. Si existe señalética de advertencia ¿Valore el estado en el que se encuentran? Caso contrario señale que son inexistentes.				
<input type="checkbox"/> Muy buen estado 5	<input type="checkbox"/> Buen estado 4	<input type="checkbox"/> Estado regular 3	<input type="checkbox"/> Mal estado 2	<input type="checkbox"/> Inexistentes 1
26. Si existen salidas de emergencia para desalojar el edificio en caso de incendio u otros peligros ¿Valore el estado en el que se encuentran? Caso contrario señale que son inexistentes.				
<input type="checkbox"/> Muy buen estado 5	<input type="checkbox"/> Buen estado 4	<input type="checkbox"/> Estado regular 3	<input type="checkbox"/> Mal estado 2	<input type="checkbox"/> Inexistentes 1
27. Si existen sistemas de extinción de incendios ¿Valore el estado en el que se encuentran? Caso contrario señale que son inexistentes.				
<input type="checkbox"/> Muy buen estado 5	<input type="checkbox"/> Buen estado 4	<input type="checkbox"/> Estado regular 3	<input type="checkbox"/> Mal estado 2	<input type="checkbox"/> Inexistentes 1
<i>Gracias por su participación</i>				

Realizado por: Loor, M. 2019

4.1.4 Escala de medición del deterioro

Tabla 4-4: Rangos de escala de medición del deterioro

PUNTAJES DE CUMPLIMIENTO	ESTADO DEL EDIFICIO
[292-500)	Satisfactorio
[223-292)	Bueno
[160-223)	Deteriorado
[27-160)	Muy deteriorado
[0-27)	Peligroso

Realizado por: Loor, M. 2019

También se muestran las proporciones de las puntuaciones de acuerdo al grado de desempeño de la escala de medición de deterioro en el gráfico 2-4.

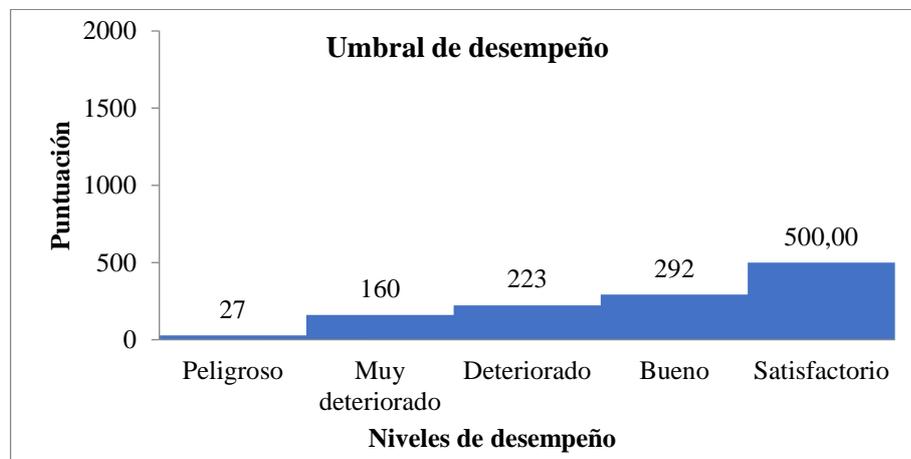


Gráfico 2-4: Niveles de desempeño de las escalas de medición del deterioro

Realizado por: Loor, M. 2019

4.2 Validación de la metodología, con aplicación a un caso de estudio

4.2.1 Resultado de la evaluación del estado físico del edificio

Tabla 5-4: Puntuaciones finales de la evaluación del “Estado físico”

SUB CRITERIO	PUNTUACIÓN				
	5	4	3	2	1
	Satisfactorio	Bueno	Regular	Deteriorado	Peligroso
Estructura				2	
Componentes externos					1
Componentes internos				2	
Sistema hidrosanitario				2	
Sistema eléctrico				2	
Sistema de detección y equipo contra incendio					1
Elevadores					1
Sistema de comunicaciones				2	
Elementos auxiliares	5				

Realizado por: Loor, M. 2019

Tabla 6-4: Análisis de cada área arquitectónica, ordenada desde el más deteriorado

Código	Área arquitectónica	Valoración cuantitativa	Valoración cualitativa
M25-010	Laboratorio de resistencia de materiales	154	MUY DETERIORADO
M25-054	Pasillo de la planta baja	154	MUY DETERIORADO
M25-042	Laboratorio ASME	165	DETERIORADO
M25-016	Oficina 016 de docentes	165	DETERIORADO
M25-140	Aula 140	169	DETERIORADO
M25-036	Laboratorio de control automático e instrumentación	169	DETERIORADO
M25-132	Aula 132	173	DETERIORADO
M25-134	Aula 134	173	DETERIORADO
M25-146	Oficina 146 de docentes	183	DETERIORADO
M25-004	Aula 004	188	DETERIORADO
M25-002	GIEBI grupos de investigación y estudios en bio ingeniería	188	DETERIORADO
M25-120	Aula 120	192	DETERIORADO
M25-136	Aula 136	192	DETERIORADO
M25-014	Oficina 014 de docentes	192	DETERIORADO
M25-106	Oficina 106 de docentes	192	DETERIORADO
M25-108	Oficina 108 de docentes	192	DETERIORADO
M25-118	Oficina 118 de docentes	192	DETERIORADO
M25-128	Oficina 128 de docentes	192	DETERIORADO
M25-142	Oficina 142 de docentes	192	DETERIORADO
M25-144	Oficina 144 de docentes	192	DETERIORADO
M25-148	Oficina 148 de docentes	192	DETERIORADO
M25-156	Pasillo planta alta	192	DETERIORADO
M25-910	Gradas del edificio	192	DETERIORADO
M25-130	Aula 130	196	DETERIORADO
M25-126	Oficina 126 de docentes	196	DETERIORADO
M25-048	S.S.H.H	196	DETERIORADO
M25-138	Aula 138	197	DETERIORADO
M25-006	Laboratorio de mecánica de fluidos y turbo maquinaria	211	DETERIORADO
M25-026	Laboratorio de metrología y ensayos no destructivos	215	DETERIORADO
M25-124	Oficina 124 de docentes	215	DETERIORADO
M25-150	Aula 150	219	DETERIORADO
M25-122	Oficina 122 de docentes	219	DETERIORADO
M25-102	Dirección y secretaria de la carrera de mecánica	219	DETERIORADO
M25-112	Oficina 112 de docentes	231	BUENO
M25-052	Hall de ingreso planta baja	236	BUENO

Realizado por: Loor, M. 2019

Las áreas arquitectónicas que poseen más deterioro físico, son el laboratorio de resistencia de materiales y pasillo de la planta baja cuya valoración cualitativa corresponde a “Muy deteriorado”.

Tabla 7-4: Puntuaciones obtenidas en la evaluación técnica de cada área arquitectónica

Sub criterio	A 1	A1 1	A1 2	A1 3	A1 4	A1 5	A1 6	A1 7	A1 8	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	O 1	O 2	O 11	O 12	O 13	O 14	O 15	O 16	O 17	O 18	O 19	O 20	O 21	O 22	O 23	H0 1	B0 1	E0 1	P0 1	P1 1	PRO M	
EF01	2	2	2	1	1	2	1	1	3	2	3	1	3	1	1	2	1	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	1	2	2	2	
EF02	1																												1								
EF03	2	2	3	3	3	2	3	2	3	1	1	3	2	2	1	2	1	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	1	2	3	3	1	1	2	2	2	
EF04	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	
EF05	2	2	2	2	2	2	5	2	2	2	2	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	2	2	2	2	
EF06	1																												1								
EF07	1																												1								
EF08	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
EF09	2																												2								
ER0 1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ER0 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ER0 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ER0 4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Realizado por: Loor, M. 2019

En la tabla 7-4, se presentan las valoraciones obtenidas de cada área arquitectónica del edificio, datos que fueron procesados para el análisis del área comprometida con el deterioro en mayor parte (ver tabla 6-4).

4.2.2 Resultado de la evaluación del efecto resultante sobre los usuarios en el edificio

Luego de que se realizó la encuesta a 238, entre estudiantes y profesores se llegó a resultados en función del puntaje para cada sub criterio expuesto a continuación en la tabla 8-4.

Tabla 8-4: Puntuaciones finales de la evaluación del “Efecto resultante sobre los usuarios”

SUB CRITERIO \ PUNTUACIÓN	5	4	3	2	1
	Satisfactorio	Bueno	Regular	Deteriorado	Peligroso
Confort térmico			3		
Confort lumínico					1
Percepción de la estética y deterioro			3		
Percepción de la seguridad			3		

Realizado por: Loor, M. 2019

4.2.3 Resultado final de la evaluación del deterioro de edificios universitarios

Es importante tomar en cuenta que, con el desarrollo de esta metodología se obtuvo información específica del estado de deterioro del edificio además se plantearon actuaciones muy generales (ver tabla 9-4) con respecto al mantenimiento civil para solucionar o mitigar los problemas en las edificaciones.

Tabla 9-4: Actuaciones de mantenimiento a realizarse según el nivel de deterioro alcanzado

ESTADO DEL EDIFICIO	SIGNIFICADO DEL ESTADO DEL EDIFICIO	ACTUACIONES A REALIZAR
Satisfactorio	El edificio se encuentra en condiciones satisfactorias tanto físicas como funcionales.	Continuar de forma preventiva con la conservación mediante su adecuado uso y la ejecución del plan de mantenimiento para asegurar el normal funcionamiento del edificio.
Bueno	El edificio presenta deterioros superficiales y triviales que escasamente aportan de forma negativa en la estética y funcionalidad.	Continuar recurrentemente con la conservación mediante su adecuado uso y la ejecución del plan de mantenimiento; estos daños superficiales es posible corregirlos fácilmente mediante retoques o arreglos simples.
Deteriorado	El edificio presenta deterioros relevantes y de considerable magnitud, además presenta daños extensivos generalizados que afectan la estética, funcionalidad y el confort.	Intervenir de forma correctiva ya que los daños exigen ser corregidos sin demora alguna mediante reparaciones con personal especializado, además de una posible renovación de componentes, con el fin de que no se conviertan en daños severos; y de forma preventiva ejecutar el plan de mantenimiento e incentivar el adecuado uso del edificio.
Muy deteriorado	El edificio presenta deterioros que implican daños en: estética, funcionalidad, confort y seguridad; además de generar perturbación o insatisfacción en los usuarios.	Intervención del edificio con asesoría técnica y personal idóneo que usen medios y métodos apropiados para determinar las causas y corregir con urgencia.
Peligroso	El edificio presenta deterioros en estado crítico y puede poner en peligro la seguridad de sus usuarios debido a su alto nivel de riesgo.	Se recomienda desalojar el edificio hasta que se hayan reparado los daños detectados por personal especializado

Realizado por: Loor, M. 2019

En la tabla 10-4, se muestra la valoración cuantitativa del edificio de 192 puntos y le corresponde un nivel “Deteriorado” según la escala de medición de deterioro propuesta en la tabla 4-4.

Tabla 10-4: Valoración final cuantitativa y cualitativa del edificio de la carrera de Ingeniería Mecánica

M25 - EDIFICIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA															
Criterio	Peso	Sub criterio de evaluación	Factor	NIVEL DE DESEMPEÑO											
				Peligroso		Muy deteriorado		Deteriorado		Bueno		Satisfactorio			
EF. ESTADO FÍSICO	72,9%	EF01. Estructura	0,32	0	0,00	16,201	2	0,63	113,41	0	0,00	0	0	0,00	0
		EF02. Componentes externos	0,06	1	0,06		0	0,00		0	0,00		0	0,00	
		EF03. Componentes internos	0,05	0	0,00		2	0,11		0	0,00		0	0,00	
		EF04. Sistema hidrosanitario	0,15	0	0,00		2	0,30		0	0,00		0	0,00	
		EF05. Sistema eléctrico	0,11	0	0,00		2	0,23		0	0,00		0	0,00	
		EF06. Sistema de detección y equipo contra incendio	0,09	1	0,09		0	0,00		0	0,00		0	0,00	
		EF07. Elevadores	0,08	1	0,08		0	0,00		0	0,00		0	0,00	
		EF08. Sistema de comunicaciones	0,07	0	0,00		2	0,15		0	0,00		0	0,00	
		EF09. Elementos auxiliares	0,07	0	0,00		2	0,15		0	0,00		0	0,00	
				0,22		1,56		0,00		0,00		0,00			
ER. EFECTO RESULTANTE SOBRE LOS USUARIOS	27,1%	ER01. Confort térmico	0,30	0	0,00	9,5751	0	0,00	0,00	3	0,90	52,552	0	0,00	0
		ER02. Confort lumínico	0,35	1	0,35		0	0,00		0	0,00		0	0,00	
		ER03. Percepción de la estética y deterioro	0,14	0	0,00		3	0,43		0	0,00		0	0,00	
		ER04. Percepción de la seguridad	0,20	0	0,00		3	0,61		0	0,00		0	0,00	
				0,35		0,00		1,94		0,00		0,00			
100%	VALORES DE UMBRAL DE DESEMPEÑO:			26		113		53		0		0		192	

PUNTUACIÓN ALCANZADA
192
ESTADO DEL EDIFICIO
DETERIORADO

Realizado por: Loor, M. 2019

CONCLUSIONES

Se determinó mediante la entrevista aplicada a especialistas en Ingeniería Civil y Arquitectura que el criterio “Estado físico EF” representa un 72,9% más de importancia frente al “Efecto resultante sobre los usuarios ER” con un 27,1%, y posterior en función a cada peso resultante se determinaron los factores de los trece sub criterios correspondientes; los cuales destacaron en jerarquía “Estructura” para el estado físico y “Confort lumínico” para efecto resultante sobre los usuarios.

Para éste trabajo se desarrollaron dos instrumentos el primero que pertenece al “Estado físico” el cual busca determinar el nivel de deterioro físico del edificio mediante una matriz de características técnicas civiles con su respectiva puntuación de única selección, según sea el juicio del evaluador. El segundo instrumento del “Efecto resultante sobre los usuarios” que evalúa el confort y percepción a través de una encuesta direccionada a quienes usan un área arquitectónica; cabe recalcar que éstos instrumentos están normalizados por una escala de medición con aporte cualitativo y cuantitativo que va desde uno a cinco, siendo uno peligroso y cinco satisfactorio.

En la etapa de validación se aplicaron los instrumentos “I01EF y I02ER” en el Edificio de la Carrera de Ingeniería Mecánica; se concluye que 31 de 35 áreas arquitectónicas arrojan estados a nivel “Deteriorado” y las restantes entre “Muy deteriorado” y “Bueno” destacando con mayor deterioro las áreas arquitectónicas correspondientes a “Laboratorio de resistencia de materiales M25-010” y “Pasillo de la planta baja M25-054”; además en promedio la edificación se encuentra en estado “Deteriorado” con una puntuación de 192/500, lo que significa que presenta deterioros que implican daños en: estética, funcionalidad y confort; además de generar perturbación e insatisfacción en los usuarios.

RECOMENDACIONES

En función a los resultados obtenidos en la valoración del deterioro de edificio de la carrera de Ingeniería Mecánica se recomienda intervenir de forma correctiva ya que los daños exigen ser corregidos sin demora alguna mediante reparaciones con personal especializado, además de una posible renovación de componentes, con el fin de que no se conviertan en daños severos; y de forma preventiva ejecutar el plan de mantenimiento e incentivar el adecuado uso del edificio.

Que se utilice la metodología para valorar el grado de deterioro del edificio y priorizar la intervención en la infraestructura de la ESPOCH.

Que se cumpla con la planificación que el departamento de mantenimiento y desarrollo físico (DMDF), tiene establecido; realizando inspecciones al finalizar cada periodo académico.

Debido a que la metodología propuesta para la valoración del deterioro de edificios universitarios, puede ser aplicada a otros edificios se formulan las siguientes recomendaciones:

- a) Se sugiere que los dos criterios propuestos deben ser tomados en cuenta para una exitosa evaluación del deterioro, sin embargo, los sub criterios que corresponden al “Estado físico EF” son variables debido a que las edificaciones no poseen los mismos sistemas estructurales, para esto se recomienda revisar el reajuste de la metodología.
- b) Cuando se apliquen los instrumentos “I01EF y I02ER” es primordial que con anticipación se realice una recuperación de información histórica del edificio mediante una inspección de campo, con el fin de proveerse de mayor información sobre el edificio.

GLOSARIO

ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
DEAC	Dirección de Evaluación y Aseguramiento de la Calidad
BPI	Indicador de rendimiento de un edificio
CEAACES	Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad
AHP	Proceso analítico de jerarquización
EF	Estado Físico
ER	Efecto resultante sobre los usuarios
I01EF	Instrumento de evaluación del estado físico
I02ER	Instrumento de evaluación del efecto resultante sobre los usuarios
EF01	Estructura
EF02	Componentes externos
EF03	Componentes internos
EF04	Sistema hidrosanitario
EF05	Sistema eléctrico
EF06	Sistema de detección y equipo contra incendios
EF07	Elevadores
EF08	Sistema de comunicaciones
EF09	Elementos auxiliares
ER01	Confort térmico
ER02	Confort lumínico
ER03	Percepción de la estética y deterioro
ER04	Percepción de la seguridad

BIBLIOGRAFÍA

ALTAMIRANO MARTÍNEZ, A.D. y TUTASIG CORTEZ, J.M. 2019. *Elaboración de un plan de mantenimiento para laboratorios, centro de cómputo y taller CAD-CAM de la facultad de mecánica aplicando la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad*. [en línea] (Trabajo de titulación). ESPOCH, Facultad de mecánica, Escuela de Ingeniería de mantenimiento. Riobamba-Ecuador. 2019. pp. 74-76.

ARAUJO, M. "Criterios para la definición de umbrales Indicadores de calidad". *Indicadores de calidad*. [en línea], 2010, (Chile) volumen (2), pp. 32-38. [Consulta 16 mayo 2019]. ISSN 909–915. Disponible en: <http://www.somuca.es/ServletDocument?document=142>.

AZNAR BELLVER, J. y GUIJARRO MARTINEZ, F. *Nuevos métodos de valoración. Modelos multicriterio*. 2º edición. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2012. ISBN 9788483639825, pp. 123-135.

BLANCO, A.T. y JARPA, L.G. "Análisis e incorporación de factores de calidad habitacional en el diseño de las viviendas sociales en Chile propuesta metodológica para un enfoque integral de la calidad residencial". *Revista invi*. [en línea], 2019, (Chile) volumen (18), pp. 1-8. [Consulta 15 junio 2019]. ISSN 0718-8358. Disponible en: <http://www.revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/399/833>.

BREYMAN, H.V.O.N. 2017. "La experiencia del residente como herramienta para la planificación urbana, caso del barrio embajadores ". *Satisfacción residencial*, volumen 7 (2017), (España) pp. 5-14. DOI <https://doi.org/10.22320/07183607.2017.20.35.07> ISSN: 0717-3997/0718-3607.

DEAC DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD. "Informe de autoevaluación institucional". *DEAC*, (2017), (Ecuador) pp. 8-57. [en línea]. Disponible en: <https://www.esPOCH.edu.ec/index.php/evaluación-institucional.html#autoevaluación-institucional>.

DEAC DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD. "Plan para el Proceso de Autoevaluación Institucional". *DEAC*, (2017), (Ecuador) pp.2-67. [en línea]. Disponible en: <https://www.esPOCH.edu.ec/index.php/evaluación-institucional.html#autoevaluación-institucional>.

FLANAGAN, R. JEWELL, C. y NORMAN, G. "Whole life appraisal for construction. Blackwell Science". *Construction* [en línea], (2016), (Ecuador) pp.2-7. [Consulta: 21 mayo 2019]. ISBN 0632050462.

GALLO LEÓN, J.P. "La evaluación de infraestructuras y edificios de biblioteca: Faulkner-Brown frente al cuestionario de la IFLA". *Investigación bibliotecológica Universidad de Alicante y Universidad de Murcia* [en línea], 2015, (México) volumen (31), pp. 81-111. [Consulta: 22 mayo 2019]. ISSN: 0187-358x.

KARIMA, M. y ALTAN, H. "Interactive Building Environments: A Case Study University Building in UAE". *Procedia Engineering* [en línea], 2017, (Dubai) volumen (180), pp. 1355-1362. [Consulta: 21 mayo 2019]. ISSN 18777058. DOI 10.1016/j.proeng.2017.04.298. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.298>.

LARREA, A.D. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la infraestructura de la escuela superior politécnica de chimborazo conforme a la norma UNE EN 15331:2012 [en línea] (Trabajo de titulación). ESPOCH, Facultad de mecánica, Escuela de Ingeniería de mantenimiento. Riobamba-Ecuador. 2011. pp. 1-112. [Consulta: 19 mayo 2019]. Disponible en: http://www.infopl.net/files/descargas/schneider/infopl_net_18t00436.pdf.

LAVY, S. y SHOHET, I.M. "Integrated maintenance management of hospital buildings: A case study". *Construction Management and Economics* [en línea], 2004, (Israel) volumen (22) no. 1, pp. 25-34. [Consulta: 15 mayo 2019]. ISSN 01446193. DOI 10.1080/0144619042000186031.

LAVY, S. y SHOHET, I.M. "A strategic integrated healthcare facility management mode". *International Journal of Strategic Property Management*, [en línea], 2007, (Israel) volumen (11) no. 3, pp. 125-142. [Consulta: 15 mayo 2019]. ISSN 16489179. DOI 10.1080/1648715X.2007.9637565.

LAVY, S. y SHOHET, I.M. "Integrated healthcare facilities maintenance management model: Case studies". *Facilities* [en línea], 2017, (Israel) volumen (27) no. 3-4, pp. 107-119. [Consulta: 15 mayo 2019]. ISSN 02632772. DOI 10.1108/02632770910933134.

MARTÍN, J.G. "Analysis of some of the reasons through which adjoining covering". *CSIC* [en línea], 1999, (United States), pp. 6-10. [Consulta: 25 junio 2019]. Disponible en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>.

NEC NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, 2014. *Riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras.*

ORTIZ TERÁN, F.J. *Modelo de evaluación del síndrome de edificios enfermos desde la óptica de la ingeniería civil implementado en los edificios de ingeniería y administrativos de universidad tecnológica equinoccial.* (Trabajo de titulación). (Doctoral). Universidad de Extremadura, Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería mecánica, energética y de los materiales.

SHEN, Q., LO, K.K. y WANG, Q. "Priority setting in maintenance management: A modified multi-attribute approach using analytic hierarchy process". *Construction Management and Economics*, 1998, (England) volúmen (16) no. 6, pp. 693-702. ISSN 01446193. DOI 10.1080/014461998371980.

SHEN, Q. y SPEDDING, A. "Priority setting in planned maintenance - Practical issues in using the multi-attribute approach". *Building Research and Information*, 1998, (England) volúmen (26) no. 3, pp. 169-180. ISSN 09613218. DOI 10.1080/096132198369940.

SHOHET, I.M. "Building evaluation methodology for setting maintenance priorities in hospital buildings". *Construction Management and Economics*, 2010, (Israel), pp. 681-690. DOI 10.1080/0144619032000115562.

SHOHET, I.M., LAVY-LEIBOVICH, S. y BAR-ON, D. "Integrated maintenance monitoring of hospital buildings". *Construction Management and Economics*, 2003, (Israel) volúmen (21) no. 2, pp. 219-228. ISSN 01446193. DOI 10.1080/0144619032000079734.

SHOHET, I.M. y LAVY, S. "Healthcare facilities management: State of the art review". *Facilities*, 2004, (Israel) volúmen (22) no. 7, pp. 210-220. ISSN 02632772. DOI 10.1108/02632770410547570.

SHOHET, I.M. y PACIUK, M. "Service life prediction of exterior cladding components under standard conditions". *Construction Management and Economics*, 2004, (Israel) volúmen (22) no. 2, pp. 1081-1090. ISSN 01446193. DOI DOI: 10.1080/0144619042000213274.

SHOHET, I.M. y PUTERMAN, M. "Flat roofing systems: Towards integrated techno-economic analysis". *Building Research and Information*, 2004, (Israel) volumen (32) no. 2, pp. 165-173. ISSN 09613218. DOI 10.1080/0961321032000172391.

SHOHET, I.M. y STRAUB, A. "Performance-Based-Maintenance: a Comparative Study Between the Netherlands and Israel". *International Journal of Strategic Property Management*, 2013, (Israel) volúmen (17) no. 2, pp. 199-209. ISSN 1648-715X. DOI 10.3846/1648715x.2013.807482.

VÁSQUEZ-HERNÁNDEZ, A. y RESTREPO ÁLVAREZ, M.F. Evaluation of buildings in real conditions of use: Current situation. *Journal of Building Engineering* [en línea], 2017, (Colombia) volúmen (12), pp. 26-36. ISSN 23527102. [Consulta: 20 mayo 2019]. DOI 10.1016/j.job.2017.04.019. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.job.2017.04.019>.

ANEXOS

ANEXO A: ENTREVISTA A PROFESIONALES PARA JERARQUIZAR SISTEMAS DE EDIFICIOS UNIVERSITARIOS



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO
ENTREVISTA DIRIGIDA A ESPECIALISTAS**



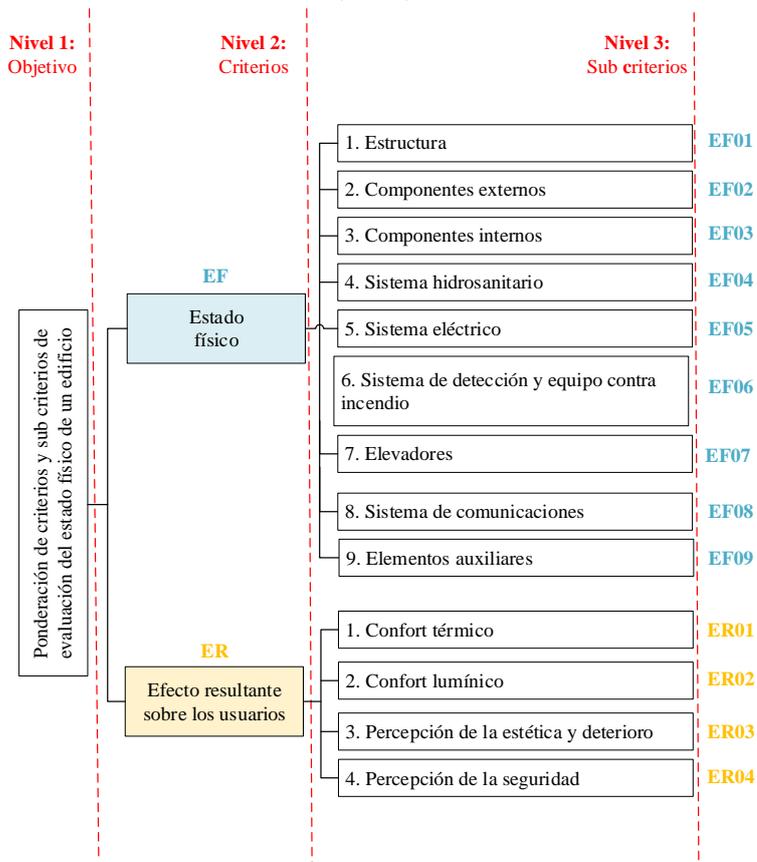
ENTREVISTA A EXPERTOS PARA JERARQUIZAR SISTEMAS DE EDIFICIOS UNIVERSITARIOS

A través de la siguiente encuesta, se pretende determinar el grado de importancia de los sistemas de edificios universitarios. Se pide que se responda a las preguntas de manera sincera. No hay respuestas correctas o incorrectas.

DATOS DEL PROFESIONAL ENTREVISTADO

1. Profesión _____
2. Nivel académico (si tiene cuarto nivel, escriba el nombre del programa de maestría). _____
3. Indique los años de experiencia en su ejercicio profesional _____
4. En el caso de arquitectos o ingenieros ¿Ha diseñado y/o construido edificios?
Sí _____ No _____

ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE SISTEMAS DE EDIFICIOS, PARA EMPLEAR (AHP)



DEFINICIONES		
CRITERIO	SUB - CRITERIO	DESCRIPCIÓN
Estado físico	Estructura	Este sistema comprende a varios elementos o subsistemas de hormigón armado como columnas, vigas y losas
	Acabado exterior	Se trata de todo lo que contenga la fachada externa como ventanas, revestimiento y techos
	Acabado interior	Le pertenecen varios sub sistemas desde puertas, revestimientos cerámicos, pavimentación de acceso paredes y techos
	Sistema hidrosanitario	Tuberías y ductos que contienen aguas limpias o usadas, residuos líquidos industriales
	Sistema Eléctrico	Conexiones y elementos eléctricos
	Detección y equipo contra incendio	Elementos para la detección y extinción de incendios
	Elevadores	Todos los componentes del sistema de transporte vertical, diseñado para mover personas u objetos entre los diferentes niveles del edificio
	Comunicaciones	Comprende las líneas de comunicación como telefonía fija e internet
	Elementos mecánicos	Equipos como bombas
Efecto resultante sobre los usuarios	Confort térmico	El nivel de comodidad o sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado
	Confort lumínico	El nivel de comodidad o sensación neutra de la persona respecto al sentido de la vista
	Percepción de la estética y deterioro	Según criterio personal se juzga el nivel de deterioro físico percibido
	Percepción de la seguridad	Según criterio personal se juzga el nivel de seguridad percibido

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA DE CRITERIOS PARA LA PONDERACIÓN DE SISTEMAS DE EDIFICIOS																		
CRITERIOS PARA LA PONDERACIÓN DE SISTEMAS DE EDIFICIOS	Importancia								Igual	Importancia								CRITERIOS PARA LA PONDERACIÓN DE SISTEMAS DE EDIFICIOS
	Extrema		Muy fuerte		Fuerte		Moderada			Moderada		Fuerte		Muy fuerte		Extrema		
	9	8	7	6	5	4	3	2		1	2	3	4	5	6	7	8	
Estado Físico																		Efecto resultante sobre los usuarios

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA DEL CRITERIO EF: Estado Físico																		
SUBCRITERIOS DE "EF"	Importancia								Igual	Importancia								SUBCRITERIOS DE "EF"
	Extrema		Muy fuerte		Fuerte		Moderada				Moderada		Fuerte		Muy fuerte		Extrema	
	9	8	7	6	5	4	3	2		1	2	3	4	5	6	7	8	
Estructura																		Acabado exterior
																		Acabado interior
																		Sistema hidrosanitario
																		Sistema eléctrico
																		Detección y equipo contra incendios
																		Elevadores
																		Comunicaciones
																		Elementos mecánicos
Acabado exterior																		Acabado interior
																		Sistema hidrosanitario
																		Sistema eléctrico
																		Detección y equipo contra incendios
																		Elevadores
																		Comunicaciones
Acabado interior																		Elementos mecánicos
																		Sistema hidrosanitario
																		Sistema eléctrico
																		Detección y equipo contra incendios
																		Elevadores
																		Comunicaciones
Sistema hidrosanitario																		Elementos mecánicos
																		Sistema eléctrico
																		Detección y equipo contra incendios
																		Elevadores
																		Comunicaciones
Sistema eléctrico																		Elementos mecánicos
																		Detección y equipo contra incendios
																		Elevadores
																		Comunicaciones
Detección y equipo contra incendios																		Elementos mecánicos
																		Elevadores
																		Comunicaciones
Elevadores																		Elementos mecánicos
																		Comunicaciones
Comunicaciones																		Elementos mecánicos

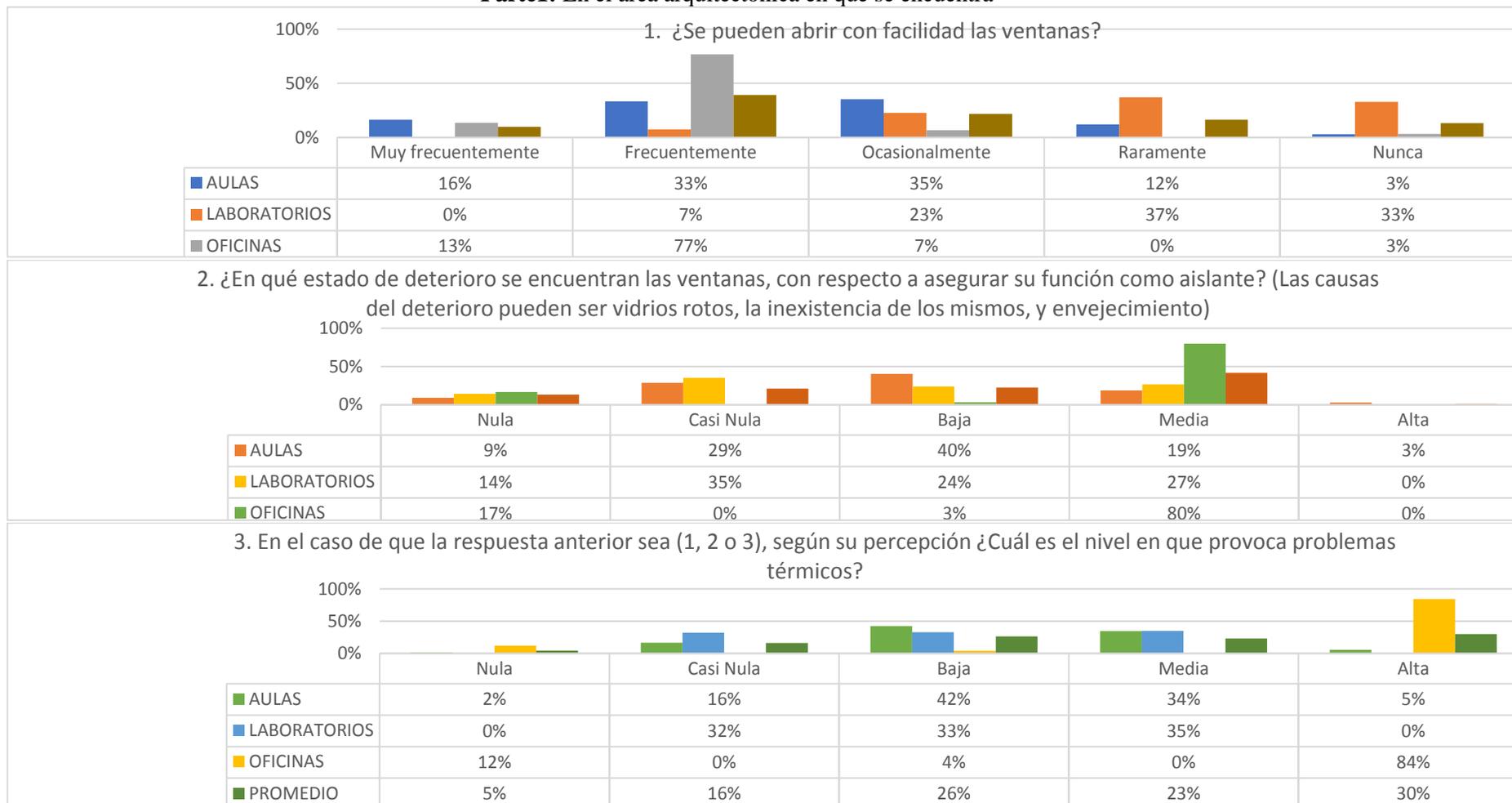
MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA DEL CRITERIO ER: Efecto resultante sobre los usuarios

SUBCRITERIOS DE ER"	Importancia								Igual	Importancia								SUBCRITERIOS DE "ER"
	Extrema		Muy fuerte		Fuerte		Moderada			Moderada		Fuerte		Muy fuerte		Extrema		
	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	
Confort térmico																		Confort lumínico
																		Percepción de la estética y deterioro
																		Percepción de la seguridad
Confort lumínico																		Percepción de la estética y deterioro
																		Percepción de la seguridad
Percepción de la estética y deterioro																		Percepción de la seguridad

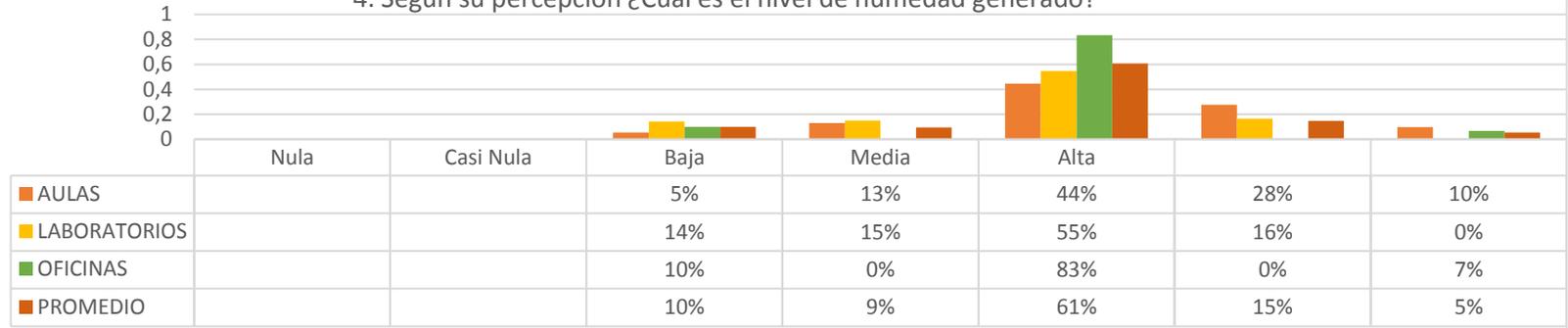
ANEXO B: RESULTADOS DE LA ENCUESTA DEL EFECTO RESULTANTE SOBRE LOS USUARIOS CLASIFICADO POR PREGUNTAS

FACTORES DE CONFORT FÍSICO Y FISIOLÓGICO DE HABITABILIDAD – CONFORT TÉRMICO – CONFORT LUMÍNICO

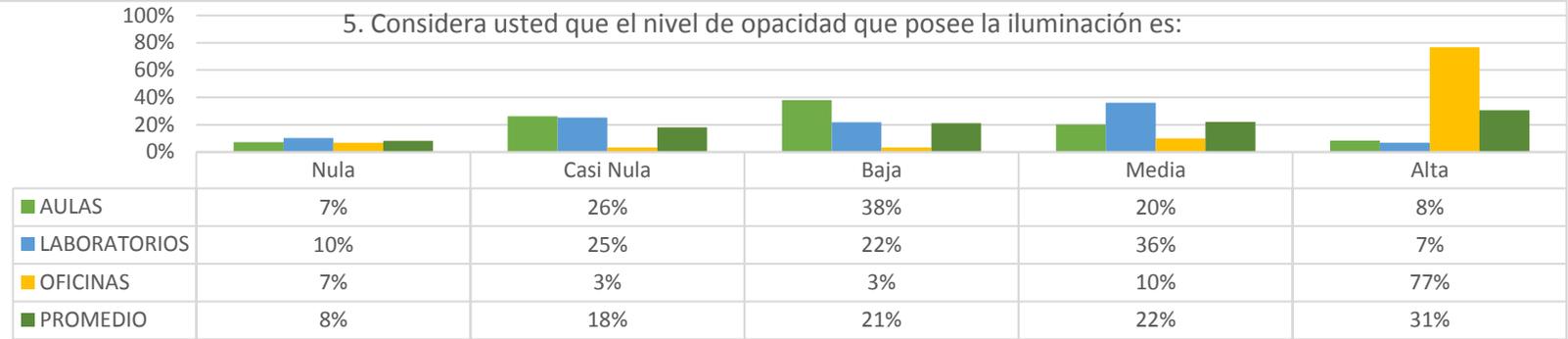
Parte1: En el área arquitectónica en que se encuentra



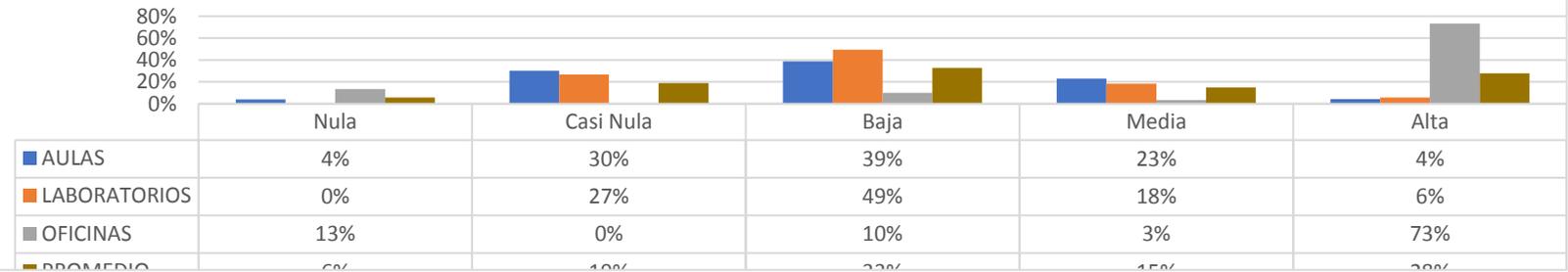
4. Según su percepción ¿Cuál es el nivel de humedad generado?



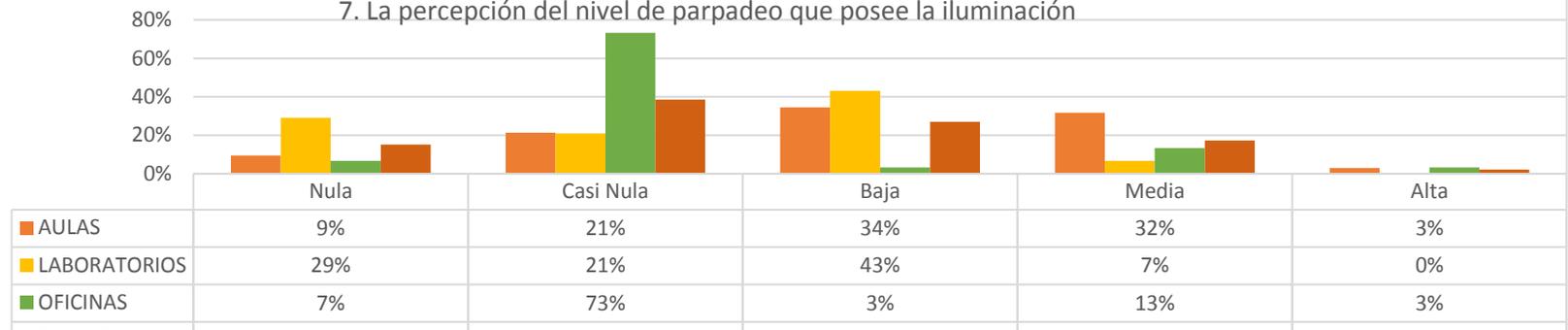
5. Considera usted que el nivel de opacidad que posee la iluminación es:



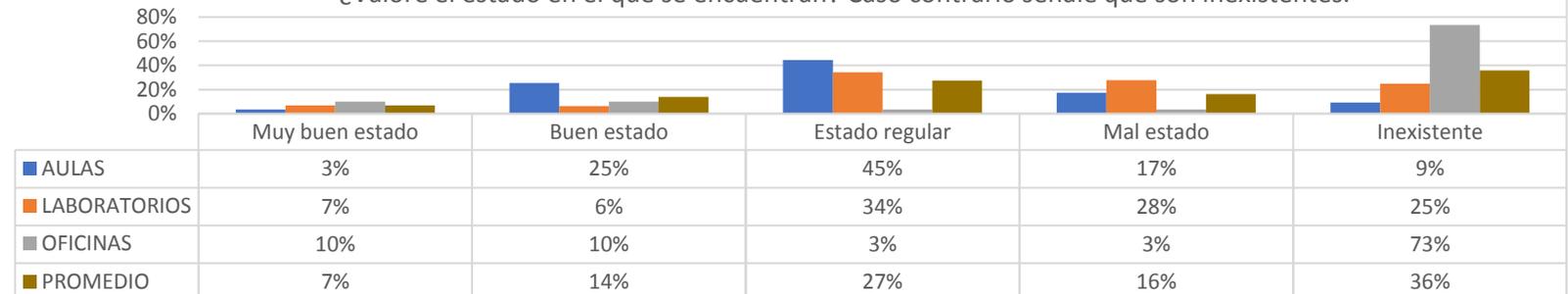
6. Considera usted que el nivel de deslumbramiento indeseado que posee la iluminación es:



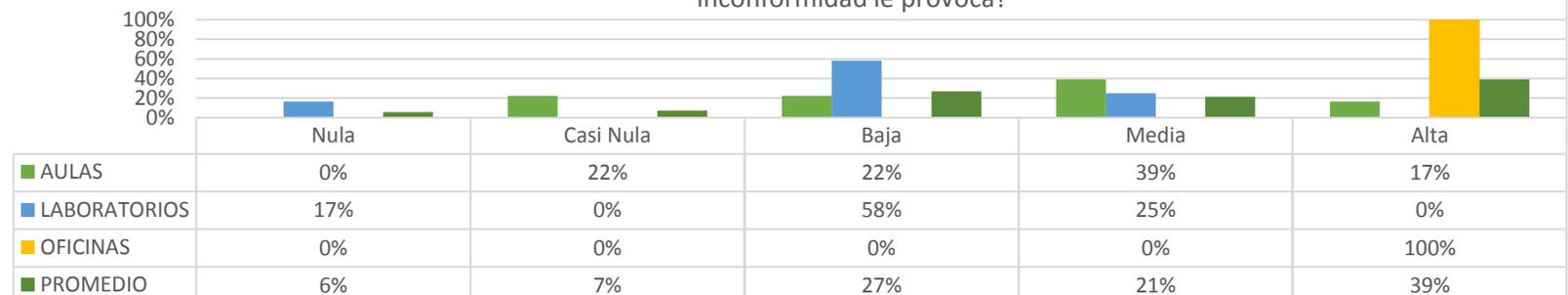
7. La percepción del nivel de parpadeo que posee la iluminación



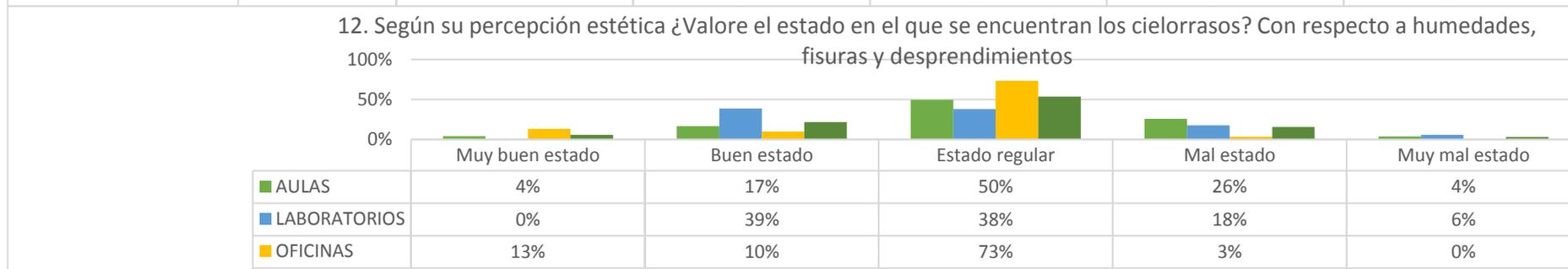
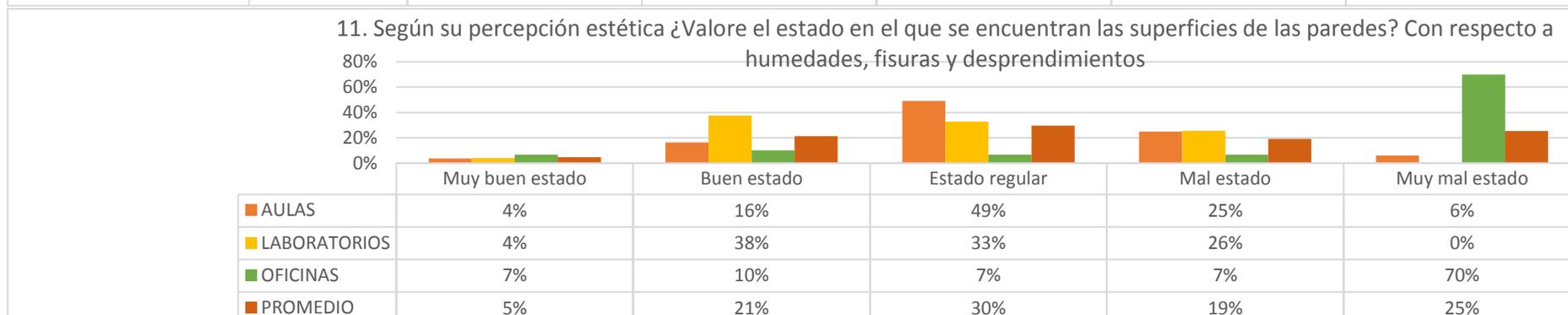
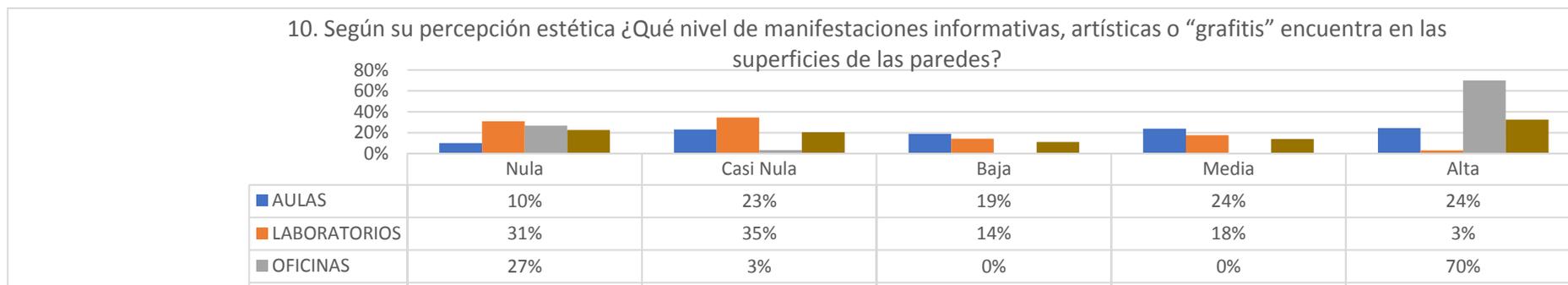
8. Si existen sistemas de protección (cornisas, persianas, cortinas, láminas solares, etc.) para contrarrestar los rayos del sol. ¿Valore el estado en el que se encuentran? Caso contrario señale que son inexistentes.



9. Solo si su respuesta anterior es: (1) y provoca reflejos indeseados en el pizarrón u otra superficie. Valore ¿Qué nivel de inconformidad le provoca?



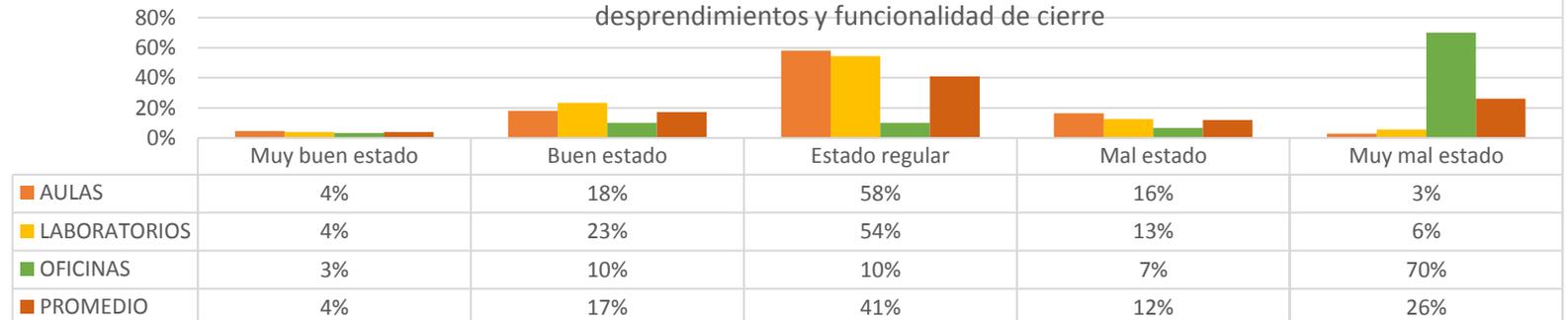
ANEXO C: RESULTADOS DE LA ENCUESTA DEL EFECTO RESULTANTE SOBRE LOS USUARIOS CLASIFICADO POR PREGUNTAS FACTORES PERCEPTUALES Y COGNITIVOS PERCEPCIÓN DE LA ESTÉTICA Y DETERIORO Y PERCEPCIÓN DE LA SEGURIDAD



13. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentran los pisos? Con respecto a grietas, hundimientos, desprendimientos y desniveles

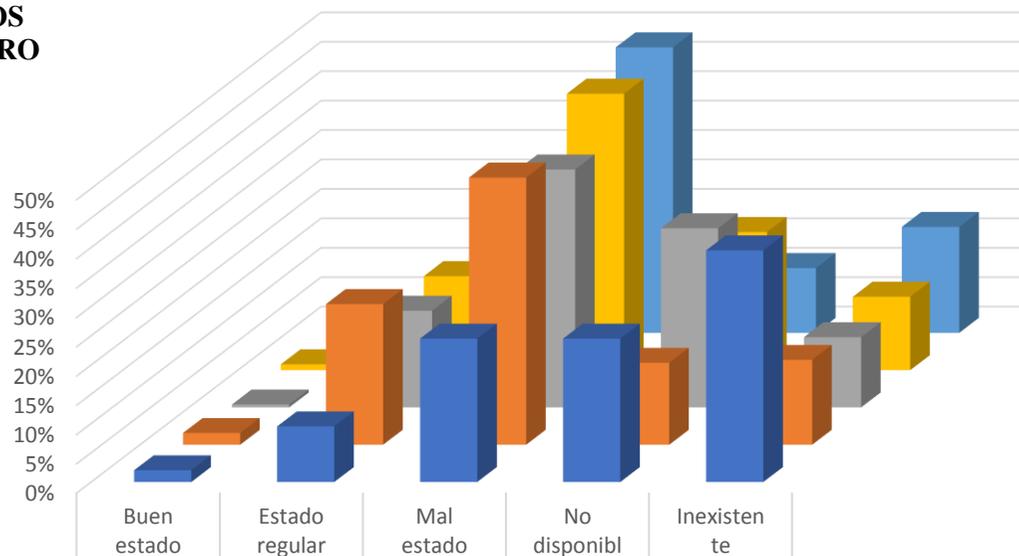


14. Según su percepción estética ¿Valore el estado en el que se encuentran las puertas? Con respecto a desgaste, desprendimientos y funcionalidad de cierre



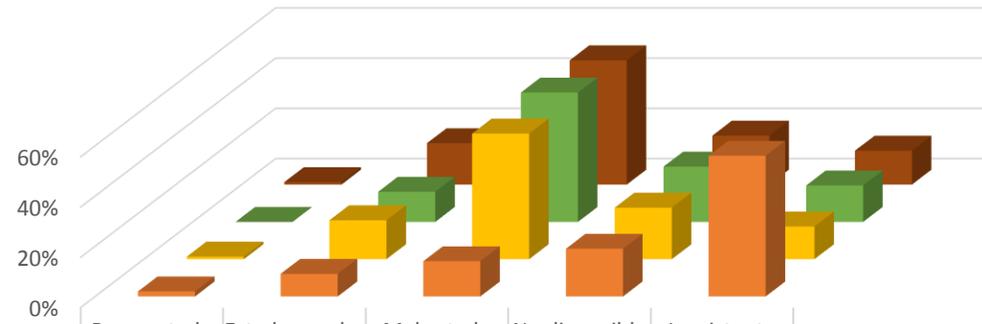
FACTORES PERCEPTUALES Y COGNITIVOS PERCEPCION DE LA ESTÉTICA Y DETERIORO

Parte2: En general en todo el edificio en que se encuentra



	Buen estado	Estado regular	Mal estado	No disponible	Inexistente
■ 15. ¿Valore el estado en el que se encuentran los baños?	2%	10%	25%	25%	40%
■ 16. ¿Valore el estado en el que se encuentran las plazas de aparcamiento para los usuarios (coche, moto, bicicleta)?	2%	24%	46%	14%	15%
■ 17. ¿Valore el estado en el que se encuentra la fachada exterior del edificio?	1%	17%	41%	31%	12%
■ 18. ¿Valore el estado en el que se encuentra la fachada interior del edificio?	1%	16%	47%	24%	13%
■ 19. ¿Valore el estado en el que se encuentran los sistemas de rampas? Que permiten y posibilitan la autonomía de las personas con discapacidad, además señale solo si son inexistentes o no están disponibles	1%	22%	49%	11%	18%

**FACTORES PERCEPTUALES Y COGNITIVOS
PERCEPCION DE LA ESTÉTICA Y DETERIORO**



	Buen estado	Estado regular	Mal estado	No disponible	Inexistente
<p>■ 20. ¿Valore el estado en el que se encuentran los sistemas de ascensores? Que permiten y posibilitan la autonomía de las personas con discapacidad, además señale solo si son inexistentes o no están disponibles</p>	2%	9%	14%	19%	56%
<p>■ 21. ¿Valore el estado en el que se encuentran los pisos que existen en la entrada? Con respecto a grietas, hundimientos, desprendimientos y desniveles</p>	1%	16%	50%	21%	13%
<p>■ 22. ¿Valore el estado en el que se encuentran los pisos que existen en los pasillos? Con respecto a grietas, hundimientos, desprendimientos y desniveles</p>	0%	12%	52%	22%	15%
<p>■ 23. ¿Valore el estado en el que se encuentran los pisos que existen en las escaleras? Con respecto a grietas, hundimientos, desprendimientos y desniveles</p>	1%	17%	50%	20%	14%

ANEXO D: EVALUACIÓN TÉCNICA DE AULA 004

M25-004: Aula 004					
Sub criterio de evaluación	Factor	Puntos	Promedio	Criterio	Peso
EF01. Estructura			2	EF. ESTADO FÍSICO	72,90%
Columnas y vigas	0,32	2			
Losa		2			
EF02. Componentes externos			1		
Puertas de acceso	0,06	1			
Ventanas externas		1			
Revestimiento exterior		1			
Cubierta		1			
EF03. Acabado interior			2		
Puertas internas	0,05	3			
Ventanas internas		3			
Paredes		1			
Pisos		1			
EF04. Sistema hidrosanitario	0,15	2	2		
EF05. Sistema eléctrico			2		
Interruptores y tomacorrientes	0,11	2			
Lámparas		2			
EF06. Detección y equipo contra incendio			1		
Sistema de detección	0,09	1			
Equipos contra incendios		1			
EF07. Elevadores	0,08	1	1		
EF08. Comunicaciones	0,07	2	2		
EF09. Elementos mecánicos	0,07	5	2		
ER01. Confort térmico	0,30	3	3	ER. EFECTO RESULTANTE SOBRE LOS USUARIOS	27,10%
ER02. Confort lumínico	0,35	1	1		
ER03. Percepción de la estética y deterioro	0,14	3	3		
ER04. Percepción de la seguridad	0,20	3	3		

M25-004: Aula 004

Criterio	Peso	Sub criterio de evaluación	Factor	NIVEL DE DESEMPEÑO										SUMATORIA DE LOS NIVELES DE DESEMPEÑO			
				Peligroso		Muy deteriorado		Deteriorado		Bueno		Satisfactorio					
EF. ESTADO FÍSICO	72,9%	EF01. Estructura	0,32	0	0,00	20,136	2	0,63	105,54	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
		EF02. Componentes externos	0,06	1	0,06		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		EF03. Componentes internos	0,05	1	0,05		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		EF04. Sistema hidrosanitario	0,15	0	0,00		2	0,30		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		EF05. Sistema eléctrico	0,11	0	0,00		2	0,23		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		EF06. Sistema de detección y equipo contra incendio	0,09	1	0,09		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		EF07. Elevadores	0,08	1	0,08		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		EF08. Sistema de comunicaciones	0,07	0	0,00		2	0,15		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		EF09. Elementos auxiliares	0,07	0	0,00		2	0,15		0	0,00		0	0,00		0	0,00
				0,28		1,45		0,00		0,00		0,00					
ER. EFECTO RESULTANTE SOBRE LOS USUARIOS	27,1%	ER01. Confort térmico	0,30	0	0,00	9,5751	0	0,00	0,00	3	0,90	52,552	0	0,00	0	0	0,00
		ER02. Confort lumínico	0,35	1	0,35		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		ER03. Percepción de la estética y deterioro	0,14	0	0,00		3	0,43		0	0,00		0	0,00		0	0,00
		ER04. Percepción de la seguridad	0,20	0	0,00		3	0,61		0	0,00		0	0,00		0	0,00
				0,35		0,00		1,94		0,00		0,00					
100%	VALORES DE UMBRAL DE DESEMPEÑO:			30		106		53		0		0				188	