

Análisis del estado de conservación y propuestas preventivas- correctivas de edificaciones ubicadas en la línea costera mexicana

Analysis of the Conservation Status and Preventive-Corrective Proposals for Buildings Located on the Mexican Coastline

Roxana Lezama-Méndez ^a | Jesús Martín Santamaría-López ^b
Elsa Guadalupe Lagunes-Lagunes ^c | Ruth Maria Grajeda-Rosado ^d

Recibido: 29 de marzo de 2024.

Aceptado: 3 de octubre de 2024.

^a Observatorio Universitario Metropolitano de Veracruz (OUMV), Universidad Veracruzana. Veracruz, México. Contacto: zs18000302@estudiantes.uv.mx | ORCID: [0009-0000-9681-3492](https://orcid.org/0009-0000-9681-3492)

^b Observatorio Universitario Metropolitano de Veracruz (OUMV), Universidad Veracruzana. Veracruz, México. Contacto: jsantamaria@uv.mx | ORCID: [0000-0003-2236-8984](https://orcid.org/0000-0003-2236-8984)

^c Observatorio Universitario Metropolitano de Veracruz (OUMV), Universidad Veracruzana. Veracruz, México. Contacto: ellagunes@uv.mx | ORCID: [0000-0003-0618-6363](https://orcid.org/0000-0003-0618-6363)

^d Observatorio Universitario Metropolitano de Veracruz (OUMV), Universidad Veracruzana. Veracruz, México. Contacto: lgrajeda@uv.mx | ORCID: [0000-0001-9961-3541](https://orcid.org/0000-0001-9961-3541) *Autora para correspondencia.

Cómo citar:

Lezama, R., Santamaría, J. M., Lagunes, E. G. y Grajeda, R. M. (2024). Análisis del estado de conservación y propuestas preventivas-correctivas de edificaciones ubicadas en la línea costera mexicana. *UVserva*, (18), 90-116. <https://en.asignacion>

Resumen: La presente investigación lleva a cabo un estudio de campo para evaluar el estado de deterioro de 113 construcciones situadas en un entorno costero del Golfo de México. Se analiza la tipología de las edificaciones (hoteles, comercios, viviendas y mixtos) junto con su habitabilidad. El nivel de deterioro se clasifica según las normativas constructivas vigentes en tres categorías: leve, moderado y severo, lo que permite identificar las necesidades de mantenimiento correspondientes. Este análisis cobra especial importancia debido a la agresividad del ambiente, caracterizado por altos niveles de salinidad y exposición a la lluvia ácida. Dado que la zona es un importante destino turístico con un significativo impacto económico, se requiere un alto estándar de presentación, conservación y medidas preventivas-correctivas para garantizar la seguridad y el atractivo de estas construcciones. Gracias al estudio comparativo con otras ciudades, se concluye que cada región enfrenta desafíos únicos basados en sus condiciones ambientales y tipos de construcción, sin embargo, en consenso la corrosión es el punto crucial por lo que se necesita implementar programas robustos de mantenimiento.

Palabras clave: Deterioro edificaciones; zona costera; mantenimiento.

Abstract: *This research presents a field study assessing the deterioration of 113 buildings located in a coastal environment along the Gulf of Mexico. The study analyzes the typology of the structures (hotels, businesses, residences, and mixed-use buildings) and evaluates their habitability. The deterioration levels are categorized into three classes—mild, moderate, and severe—based on current construction regulations, which facilitates the identification of necessary maintenance actions. This analysis is particularly crucial due to the harsh environmental conditions, marked by high salinity and exposure to acid rain. Given that the area is a major tourist destination with significant economic implications, maintaining high standards of appearance, conservation, and the implementation of preventive and corrective measures is essential to ensure both the safety and appeal of these buildings. Comparative studies with other cities highlight that each region faces distinct challenges based on environmental factors and construction types. Nevertheless, there is a consensus that corrosion is the primary issue, underscoring the need for comprehensive maintenance programs.*

Keywords: *Deterioration of buildings; coastal area; maintenance.*

Introducción

Gracias a su ubicación geográfica, México cuenta con acceso tanto al océano Pacífico como al Atlántico. Sus extensas costas, que suman aproximadamente 11,122 km, albergan una rica biodiversidad que necesita ser conservada y gestionada de manera sostenible. De esta longitud, 7,828 km corresponden al litoral del Pacífico y el Golfo de California, mientras que 3,294 km se extienden a lo largo del Golfo de México y el Mar Caribe. Además, el país dispone de 117 puertos distribuidos en 17 de sus 32 estados, lo

que resalta la importancia de estas áreas para el comercio y la economía nacional (Mendez, Sanchez, y Segura, 2022).

En relación con la dinámica poblacional de las zonas costeras de México, sigue una tendencia al alza similar a la global. Según datos del INEGI, en 2015, la población de estos estados costeros era de 55 millones de habitantes, cifra que aumentó a 59 millones en 2020. Un estudio realizado en 14 ciudades costeras del estado de Veracruz, México, reveló que Tuxpan, Veracruz, Boca del Río y Coatzacoalcos experimentaron un notable crecimiento poblacional. Este aumento se atribuye a la estabilidad de sus actividades económicas, lo que convierte a estas ciudades en destinos atractivos para la inversión y el desarrollo urbano (Pacheco y Pérez, 2023).

Debido al cambio climático, el cual tiene un impacto significativo en todo el mundo, de manera puntual en estas zonas se prevé que: a) aumente el riesgo de erosión; b) debido a su topografía baja y vulnerabilidad, estas áreas enfrentarán un mayor número de inundaciones; c) los océanos seguirán experimentando cambios en su pH, volviéndose más ácidos, y d) se incrementará la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos (Figueredo, 2021).

Por lo tanto, dada su relevancia económica, el movimiento poblacional y las condiciones ambientales que provocan el deterioro de los edificios, es fundamental llevar a cabo estudios de campo que evalúen el estado actual de conservación de las edificaciones. Esto permitirá identificar cuáles requieren mayor atención por parte de las instituciones gubernamentales pertinentes, facilitando la implementación oportuna de medidas preventivas para reducir los efectos de la corrosión atmosférica y establecer una estrategia de mantenimiento.

El objetivo de este trabajo es analizar el estado de conservación de las edificaciones en la línea costera mexicana de la ciudad de Boca del Río, abarcando hoteles, comercios, viviendas y edificaciones mixtas. A través de este análisis, se pretende evidenciar el deterioro existente en estas estructuras y determinar cuáles, según su tipo, presentan un mayor grado de deterioro. Esta información proporciona una base sólida para redirigir las acciones hacia aquellas edificaciones que presentan un mayor grado de deterioro, permitiendo a las autoridades competentes desarrollar un protocolo adecuado. Asimismo, se presentarán propuestas de acciones fundamentales para la rehabilitación de estas estructuras.

1. Marco teórico

Durante la fase de diseño estructural, es ampliamente reconocido que es crucial tener en cuenta el entorno ambiental, sobre todo en las costas, para elegir los materiales adecuados que garanticen la resistencia y durabilidad a lo largo de la vida útil de la construcción. Asimismo, es fundamental planificar a corto, mediano y largo plazo la estrategia de mantenimiento para preservar estas cualidades clave (Katerine, Adrián, & Tutor, 2020). Se puede decir que son varios los factores que alteran el estado de conservación de una edificación frente a una zona marina, como es la distancia de la costa, dirección y velocidad de viento, fricción de obstáculos (distancias entre otras

construcciones), precipitaciones, morfología urbanística, edad de la edificación, materiales utilizados en la estructura y revestimientos, tipología constructiva y emplazamiento (Uzqueda-Pellejero, 2020).

En las zonas costeras los agentes químicos, tiene una acción altamente degradante que inicia en la superficie, penetra hacia el interior, creando porosidad, permeabilidad y tensiones internas que incrementan la pérdida de masa y resistencia (Portilla, 2015). En las edificaciones de las costas y sus cercanías están susceptibles a la corrosión provocada por la presencia de cloro en suspensión en el aire, que se presenta en diminutas gotas de agua marina. En esta bruma o aerosol, la concentración de cloruros y sulfatos puede llegar a ser más elevada que en el agua del mar, debido a la dispersión extensa de las gotas y la evaporación parcial del agua, especialmente en condiciones de alta temperatura (Domínguez Gutiérrez y González-Pajaro, 2015).

A nivel internacional, diversos estudios han llevado a cabo evaluaciones técnicas sobre el estado de deterioro de edificaciones en zonas costeras. La Tabla 1 presenta algunos de estos casos:

Tabla 1

Casos de evaluaciones técnicas a edificaciones con daños en líneas costeras

Autor	Ciudad	Conclusión
Olavarrieta, et al. (2011)	Venezuela	Se estimó que 1 de 10 edificaciones (90 %) estudiadas con edad de 5 a 20 años presentaron daños de corrosión, debido a la falta de mantenimiento preventivo
Domínguez-Gutiérrez y González-Pajaro, (2015)	Santa Fe, Cuba	Análisis de 17 edificaciones. Las lesiones más comunes: humedad (23 %), fisuras (20 %) y erosión (15 %). Los revestimientos presentaron la mayor incidencia de lesiones (31 %), mientras que la carpintería fue la menos afectada (16 %). La pérdida de la capa protectora en la carpintería (88 %). En cuanto a las actuaciones constructivas, solo el 29 % necesita mantenimiento, mientras que el 71 % requiere rehabilitación, siendo la rehabilitación media y pesada el 47 % del total.
Rivas y Ricol, (2016)	Puerto Padre, Cuba	Análisis de 30 edificaciones tipo casa-habitación. Lesiones diagnosticadas: cubiertas y entresijos (38%), muros (24%), carpintería (23%), impermeabilización (15%).
Sangiorgio et al. (2019)	Valencia, España	Análisis de 210 edificaciones. Lesiones diagnosticadas: oxidación (12.4%), agrietamientos (6%), daños en acabados en columnas (10%), daño en acabados en vigas (28.9%), daños en balcones o protecciones (34.8%) daño en fachadas (8%)
Hernández et al. (2023)	Península Barbanza, Galicia, España	Análisis de 14 edificaciones históricas con sistema constructivo de mampostería, donde se determina que el deterioro más frecuentemente reportado es causado por la colonización biológica, principalmente por el crecimiento de líquenes.

Fuente: Elaboración propia.

La atmósfera marina proveniente de las costas del Golfo de México se destaca por su agresividad debido a la acción de los cloruros sobre los materiales expuestos. La elevada humedad relativa, la escasa precipitación pluvial durante el invierno y la primavera, así como la presencia de contaminantes atmosféricos, contribuyen a niveles significativos de corrosión (Gallardo, Galicia, Lugo, Pérez, y Rosas, 2014).

Se ha encontrado que estas situaciones ambientales generan patologías evidentes en los edificios como son corrosiones en el acero, fisuras, envejecimiento, manchas, filtraciones en fachadas y acabados, y desprendimiento de revestimientos, enlucidos o aplanados.

Por consiguiente, resulta imperativo implementar medidas preventivas para mitigar los efectos de la corrosión atmosférica y establecer una estrategia de mantenimiento preventivo durante las estaciones secas y los periodos de vientos fuertes en la zona de Veracruz. Esto implica el uso de recubrimientos anticorrosivos de alta resistencia durante la construcción, como aquellos basados en polvo de zinc, para proteger eficazmente las estructuras expuestas a estas condiciones ambientales desafiantes.

La importancia de estas regiones ha llevado a la creación de diversos instrumentos de regulación y normativas a nivel federal, estatal y municipal. A nivel federal, destacan la Ley de Planeación y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. En el ámbito estatal, se encuentran leyes ambientales, regulaciones sobre recursos naturales, así como normativas para la regularización de asentamientos humanos y la promoción del desarrollo económico y turístico en los estados con litoral.

En cuanto a las construcciones adyacentes a la línea costera, se pueden mencionar cinco normativas clave. La primera es el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento de la Zona Federal Marítimo Terrestre, que establece directrices para la construcción y conservación de edificaciones en esta área, regulando el uso y aprovechamiento de las playas e incluyendo requisitos técnicos para la construcción (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 1991).

Asimismo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente prohíbe actividades que puedan provocar desequilibrios ecológicos graves, como los desarrollos inmobiliarios que afectan los ecosistemas costeros (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2016). Por otro lado, las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción incluyen disposiciones específicas como la NOM-001-SEDE-2012 (Secretaría de Energía, 2012) y la NOM-002-SEDE-2010 (Secretaría de Energía, 2010), que regulan las instalaciones eléctricas e hidráulicas y sanitarias, respectivamente, en edificaciones cercanas a las costas.

Por último, la norma NMX-AA-164-SCFI-2013, describe criterios ambientales en las edificaciones, indica la necesidad de localizar inmuebles abandonados y/o deteriorados, para valorar si su restauración contribuye en la regeneración urbana, ambiental, social y redensificación de la zona, definiéndolo como un proceso de acciones integrales para determinar las causas y factores que lo originan (Secretaría de Economía, 2014). Además, la NOM-001-STPS-2008 (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2018), demanda que los sitios de trabajo sean adecuados para las condiciones de seguridad laboral.

2. Caso de estudio

El clima en la zona conurbada de Veracruz, que abarca los municipios de Veracruz y Boca del Río, se caracteriza por ser cálida y húmedo, con temperaturas que no descienden de los 18°C, clasificado como AW según la clasificación de Köppen (Soto, Gama, y Gomez, 2011). La temperatura promedio anual se sitúa en 25.23°C, con lluvias concentradas en la temporada de verano y una variación térmica limitada que da lugar a la canícula, un periodo de intenso calor. Los vientos predominantes provienen del norte, superando los ocho m/s, mientras que los del noreste oscilan entre cuatro y ocho m/s, los del este varían de dos a ocho m/s, y los del noroeste de cuatro a más de ocho m/s. En esta región se presentan fenómenos como bruma, niebla, lluvias intensas, tormentas eléctricas y ocasionalmente pequeños tornados debido al fenómeno de El Niño (Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología, 2024). Es relevante destacar que la llegada de frentes fríos al Golfo de México genera vientos del norte al sur, conocidos como "Nortes", que pueden superar velocidades de 30 m/s.

En relación con su índice de corrosión atmosférica de acuerdo con la norma ISO 9223, donde las categorías son cinco (muy baja, baja, media, alta y muy alta) realizados en el estado de Veracruz, se ha demostrado que para regiones costeras e industriales los niveles son altos, y para zonas rural-urbano experimentan de bajos a altos. La Tabla 2, presenta los promedios anuales meteorológicos y contaminantes atmosféricos del caso de estudio.

Tabla 2

Parámetros meteorológicos promedios anuales del estado de Veracruz y sus parámetros contaminantes atmosféricos

HR %	Temperatura C°	Precipitación mm/año	Viento m/s	CL mg/m ² /d anual	S02 mg/m ² /d anual	Partículas mg/m ² /d anual
78	28.8	1564	9.8	14,314	272	1,530

Fuente: Uruchurtu et al., 2015.

El estudio se centra, en hacer un levantamiento de campo, en las construcciones existentes de la zona costera en la prolongación Boulevard Manuel Ávila Camacho desde el Hotel Lois (coordenadas 19.16892 N, -96.11634 O) hasta el Hotel Holliday Inn (coordenadas 19.14187 N, 96.10306 O) de la ciudad turística de Boca del Río, Veracruz, que se ven afectados por las condiciones de interperismo tales como la salinidad en exceso y lluvia acida, propias de la región centro de Veracruz, en sus zonas costeras.

Recorriendo la zona, existen diferentes tipos de construcciones, tales como conjuntos habitacionales, comercios e inmuebles para servicios turísticos. La **Figura 1**, presenta un mapa de la ubicación del estudio, dicho recorrido tiene aproximado una longitud de cinco 4.70 km.

Figura 1
Ubicación del objeto de estudio



Fuente: Creación Propia

3. Metodología

Para la búsqueda de información en la etapa diagnóstica, se analizaron las fachadas de los edificios, observando el estado de los cerramientos, voladizos, remates, revestimientos y acabados.

Esto llevó a una recopilación visual, entrevistas a dueños, deducción de causas, comparación de síntomas de acuerdo con los materiales y valoración en cuatro niveles.

Esta clasificación permite, como en otros trabajos, poder elaborar una propuesta de mantenimiento preventivo, y en los últimos casos la sugerencia de demolición. Los estados de deterioro de las edificaciones propuestos en la investigación son: a) no observable, b) ninguno, c) deterioro leve, d) deterioro moderado y e) deterioro severo.

Se agrega el análisis “no observable” porque no fue posible obtener suficiente información para determinar los datos requeridos y “ninguno” porque ni la observación o las entrevistas arrojaron la necesidad de realizar procesos correctivos, puesto que las estructuras son nuevas, o mantienen una logística adecuada de mantenimiento.

El “deterioro leve”, es definido cuando se encuentra: desprendimiento de pintura, filtraciones, decoloración de pintura, desprendimiento de azulejos y suciedad en la fachada.

El “deterioro moderado” es determinado cuando se encuentra: desprendimiento de aplanado, grietas y fisuras. De acuerdo con la Coordinación Nacional de Protección Civil México y Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2004), se clasificó el daño según el agrietamiento. Clasificaron el daño del agrietamiento en elementos de comportamiento dúctil (agrietamiento de flexión) y en elementos de comportamiento frágil (agrietamiento diagonal).

Existen diferentes tipos y causas de las grietas, de los cuales en el trabajo se distingue tres:

a) Grietas horizontales: causadas por el uso indebido de los materiales y por la humedad. Esto revela el daño en el revestimiento y parte interna de la pared; b) Grietas verticales: Grietas ubicadas en las esquinas de la edificación, consultar a un profesional debido a que son posibles daños estructurales y; c) Grietas diagonales: Indican que existen daños severos en la estructura.

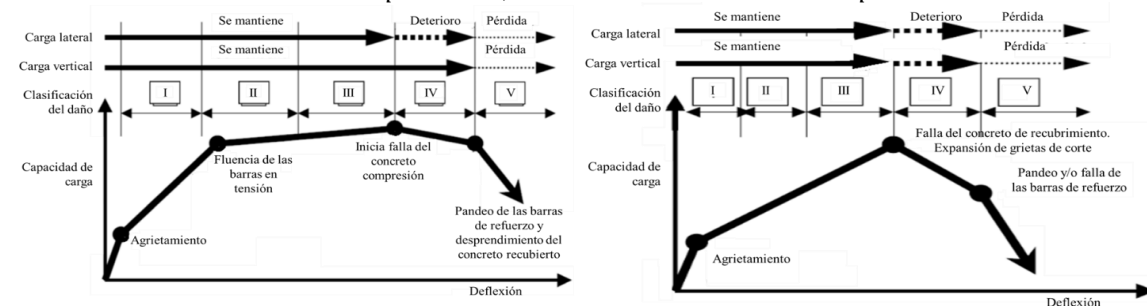
La **Tabla 3**, muestra como clasificar estas grietas por medio de la observación y la **Figura 2**, determina cuando es posible dar un mantenimiento preventivo, correctivo o considerar la demolición en elementos de concreto armado como columnas y vigas.

Tabla 3
 Clasificación del daño y su tipo de agrietamiento

Clasificación del daño	Comportamiento dúctil Agrietamiento flexión	Comportamiento frágil Agrietamiento diagonal
I	Algunos agrietamientos se observan. Ancho de grieta menor de 0.5 mm	Algunos agrietamientos se observan. Ancho de grieta menor de 0.2 mm
II	Se observan grietas con ancho entre 0.5 y 1.0 mm	Se observan grietas con ancho entre 0.2 y 1.0 mm V
III	Se observa agrietamiento severo con anchos de 1.0 a 5.0 mm. Se observa algún desprendimiento del concreto	Se observa agrietamiento severo con anchos de 1.0 a 2.0 mm. Se observa algún desprendimiento del concreto
IV	Se observan mucho agrietamiento severo. El ancho de grieta es mayor de 5.0 mm. Las barras de refuerzo se encuentran expuestas producto del desprendimiento del concreto de recubrimiento	Se observan mucho agrietamiento severo. El ancho de grieta es mayor de 2.0 mm. Las barras de refuerzo se encuentran expuestas producto del desprendimiento del concreto de recubrimiento
V	Pandeo del refuerzo, aplastamiento del concreto y deformación vertical en columnas y/o muros estructurales. Exposición del acero de refuerzo por demanda de flexión y/o fractura de algunas de las barras	Pandeo del refuerzo, aplastamiento del concreto y deformación vertical en columnas y/o muros estructurales. Exposición del acero de refuerzo por demanda de flexión y/o fractura de algunas de las barras

Fuente: CENAPRED (2004).

Figura 2
 Determinación de mantenimiento preventivo, correctivo o demolición en comportamiento dúctil



Fuente: CENAPRED (2004).

El “Deterioro severo”, es referido cuando se localiza corrosión, oxidación, carbonatación, desintegración de elementos y derrumbes tanto parciales como totales.

Así mismo cada estado de deterioro, se propone diferentes tipos de mantenimiento, que son: en deterioro leve considera acciones de pintura (MLP), reparaciones por filtraciones (MLF), desprendimiento de azulejos (MLA) y limpiezas profundas por suciedad en fachadas (MLS). En el deterioro moderado, se propone un mantenimiento para resanar grietas comunes (MMGC), por fisuras en vigas (MMFV), y fisuras en columnas (MMFC). Por último, el severo se considera que se debe tratar la corrosión (MSC), oquedades (MSO) y la aparición de oxidación en la estructura primordialmente (MSOx).

4. Resultados

4.1. Censo de tipología de las edificaciones

La **Tabla 4** presenta los datos estadísticos de la información recabada, donde se muestra los inmuebles analizados y la tipología a la que pertenecen. La información indica que existen 113 edificaciones en toda en la zona censada; en la cual la cantidad en porcentaje de inmuebles para servicio turístico es de 11.50 %, de comercios es de 38.05 %, de conjuntos habitacionales 38.05 %, de edificaciones mixtas de 4.43 % y de edificaciones sin definir es de 7.97%. Por lo tanto, se puede apreciar que los inmuebles que predominan en la zona son los conjuntos habitaciones y los comerciales (Observatorio Universitario Metropolitano de Veracruz, 2024).

Tabla 4
Cantidad de edificaciones existentes

Edificios	Cantidad	%
Hoteles	13	11.50 %
Comercio	43	38.05 %
Habitacional	43	38.05 %
Mixtos	5	4.42 %
Sin definir	9	7.96 %
Total	113	100 %

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Censo del estado de deterioro

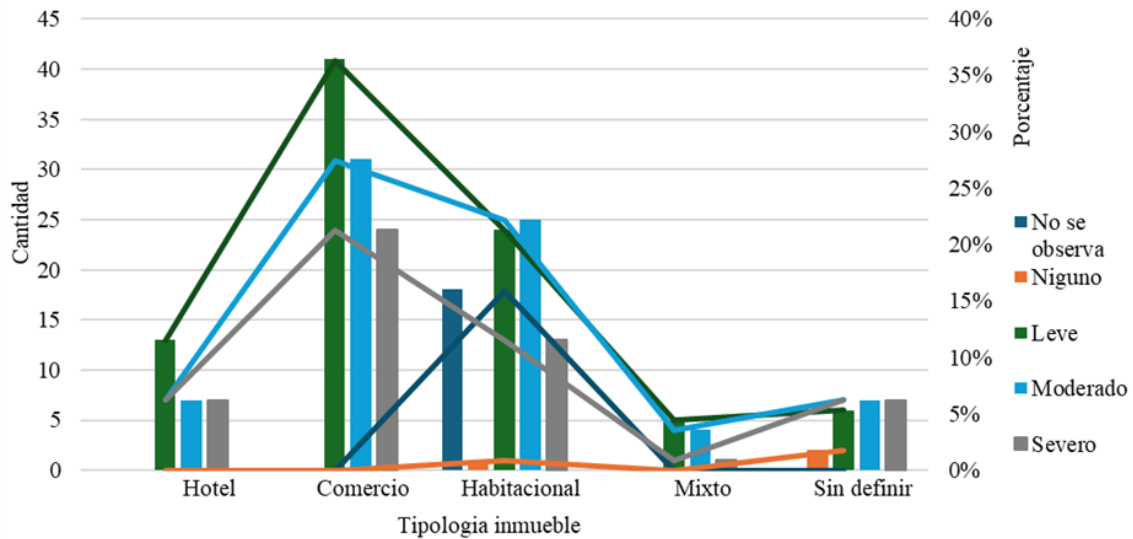
Las **Tabla 5** y **Figura 3** muestran los resultados del censo, en dicha tabla los valores consideran las edificaciones que pueden presentar los tres tipos de deterioros, lo cual sirve para determinar el mantenimiento y en algunos casos existentes al mismo tiempo; sin embargo, el “deterioro leve” es el predominante. Los valores se distribuyen de la siguiente manera, las edificaciones que no se pueden determinar por observación corresponden al 15.93%, sin ningún deterioro al 2.65 %, un deterioro leve asciende a 78.76%, deterioro moderado de 65.49 % y deterioro severo a 46.02 %.

Tabla 5
Resultados del censo, considerado que algunas edificaciones presentan las tres tipologías

Edificios	Cantidad	Sin necesidad de mantenimiento				Mantenimiento requerido					
		No se observa		Ninguno		Leve		Moderado		Severo	
		Cant	%	Cant	%	Cant	%	Cant	%	Cant	%
Hoteles	13	0	0.00	0	0.00	13	11.50	7	6.19	7	6.19
Comercio	43	0	0.00	0	0.00	41	36.28	31	27.43	24	21.24
Habitacional	43	18	15.93	1	0.88	24	21.24	25	22.12	13	11.50
Mixtos	5	0	0.00	0	0.00	5	4.42	4	3.54	1	0.88
Sin definir	9	0	0.00	2	1.77	6	5.31	7	6.19	7	6.19
Total	113	18	15.93	3	2.65	89	78.76	74	65.49	52	46.02

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3
Representación gráfica del censo



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Censo de ocupación (habitada o deshabitada)

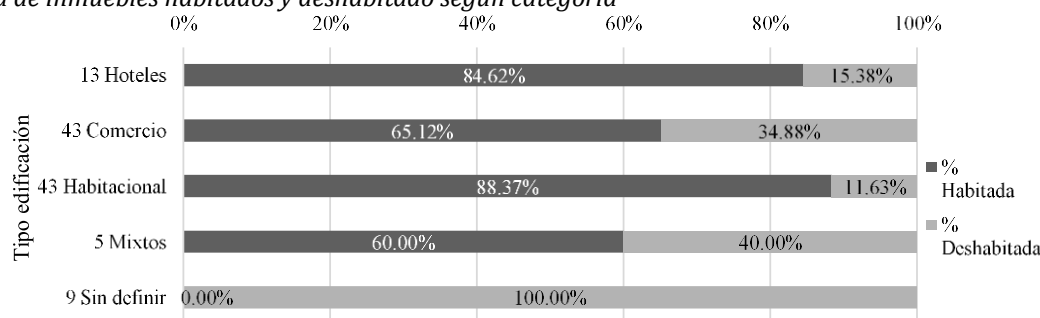
La **Tabla 6**, muestra los datos de los inmuebles habitados y deshabitados, con relación a la tipología. La **Figura 4**, gráficamente indica que los inmuebles habitados ocupan un 70.80 % y los deshabitados el 29.20 %. La mayor parte de los inmuebles deshabitados son los comercios y los edificios sin definir; y a su vez, la mayor parte de los inmuebles habitados son los conjuntos habitacionales.

Tabla 6
 Datos de ocupación

Edificios	Cantidad Habitada	Cantidad Deshabitada	Habitada (%)	Deshabitada (%)
Hoteles	11	2	9.73%	1.77%
Comercio	28	15	24.78%	13.27%
Habitacional	38	5	33.63%	4.42%
Mixtos	3	2	2.65%	1.77%
Sin definir	0	9	0.00%	7.96%
Total de 113	80	33	70.80%	29.20%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4
 Gráfica de inmuebles habitados y deshabitado según categoría



Nota: Porcentajes en función de cada categoría.

Fuente: Creación propia.

4. 4. Datos de estadísticos y propuestas preventivas-correctivas para deterioro Leve

A manera de acciones preventivas, se debe considerar la aplicación de recubrimientos protectores en las fachadas y estructuras. Estos recubrimientos, diseñados para resistir la intemperie y la humedad, ayudan a prevenir la corrosión y el deterioro causado por el agua salina. (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019). Otra medida importante es el diseño adecuado de sistemas de drenaje, el cual bien planificado evita la acumulación de agua en las áreas cercanas a las edificaciones (Batista-García, 2015).

Finalmente, se debe considerar el uso de materiales resistentes a la corrosión en las construcciones, como optar por azulejos y revestimientos que sean específicamente diseñados para resistir ambientes marinos para prevenir el desprendimiento y el deterioro prematuro (Barrera Herrera, 2020). Si bien esto es durante la planeación y construcción de la obra, el deterioro leve, considera cuatro acciones de mantenimiento.

La primera que es la pintura (MLP), se debe considerar que en las zonas costeras deben ser 100% acrílicas lavables, para dar mayor protección al moho, rayos solares y húmeda; dentro de su proceso de aplicación, posterior a la revisión del estado de la superficie, en estos casos es altamente indispensable lijar la pared, limpiarla y prepararla según indicaciones del fabricante y; proceder aplicar al menos dos capas para lograr el acabado óptimo y duradero (Ricol, Fariñas, Jardo, de Castro, & Sosa, 2021;

Conislla & Hermoza, 2022). La **Figura 5**, muestra los datos de cantidad y porcentaje de las necesidades de pintura en los inmuebles.

Figura 5

Datos de Cantidad y % en necesidad de mantenimiento por pintura (MLP)



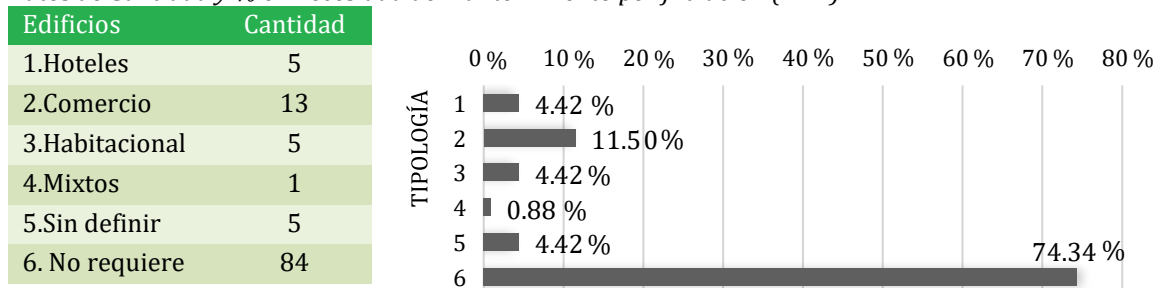
Fuente: Elaboración propia.

Para el procedimiento de impermeabilización por filtraciones (MLF), lo primero es preparar la zona limpiando la superficie para evitar cualquier contaminante que pueda afectar la adherencia del producto, con ello se permite identificar, resanar y sellar todas las grietas y puntos críticos donde pueda filtrarse el agua.

Posteriormente, se debe extender el tramo de la membrana de poliuretano, cortar a la medida, calentar con soplete para asegurar la adherencia y reafirmarlo con un rodillo, este paso se hace dos veces o las requeridas en las especificaciones técnicas. Finalizado, es importante considerar una capa fina de pintura reflectiva de color rojo o blanca, agregando una capa de fina de arenado para que la superficie rugosa ayude a la adherencia de la pintura. Es recomendable este impermeabilizante porque los proveedores ofrecen garantías a resistencia de intemperie, rayos UV, resistencia química, mantenimiento reducido, y tiempo de vida útil prolongado (Cemix, 2024; Galvez & Valderrama, 2022). La **Figura 6**, muestra que esta actividad de mantenimiento es una de las principales actividades, puesto que el estado en las construcciones analizadas se ve conservado.

Figura 6

Datos de Cantidad y % en necesidad de mantenimiento por filtración (MLF)



Fuente: Elaboración propia.

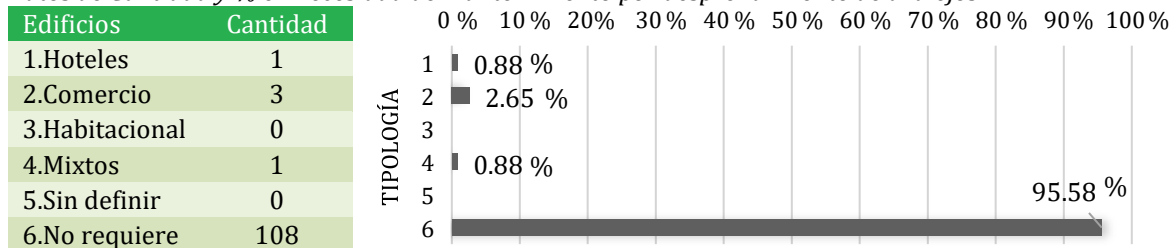
Cuando los azulejos se desprenden de las fachadas (MLA), es crucial abordar este problema con prontitud. Las causas pueden incluir dimensiones inadecuadas de las juntas y una cantidad insuficiente de material de agarre, lo que puede provocar tensiones debido a cambios ambientales como variaciones de temperatura y humedad.

Los pasos para su colocación son: a) elaboración del mortero adhesivo de acuerdo con su ficha técnica, b) preparación de la superficie, con la llana peinar el material de adherencia de forma horizontal para evitar filtraciones de agua, c) presionar firmemente el azulejo, d) limpiar las juntas, e) con la llana de caucho aplicar el rejuntado, asegurando un relleno completo en las juntas, y f) limpiar el excedente de la junta. Es esencial contar con mano de obra calificada, un estricto control de calidad y el uso de herramientas apropiadas para garantizar una correcta instalación de los azulejos y prevenir futuros desprendimientos (Cemix, 2021).

En la **Figura 7**, se muestra que las edificaciones presentan pocos desprendimientos de azulejo, significando un buen mantenimiento en general por parte de los locatarios en sus fachadas exteriores.

Figura 7

Datos de Cantidad y % en necesidad de mantenimiento por desprendimiento de azulejos

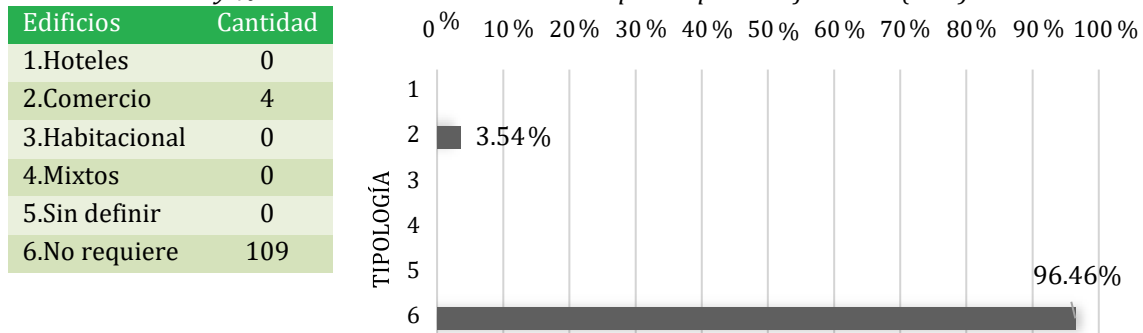


Fuente: Elaboración propia.

La limpieza en las superficies de concreto es de alta importancia, porque pueden contener elementos contaminantes que con el tiempo dañan los materiales, los procesos pueden ser por métodos húmedos, mecánicos y químicos (productos con ácido y alcalinos) (Hermann, 2010). Olavarrieta *et al.* (2011) proponen para mantener un buen estado de vigas y columnas en zona costera, se realicen periódicamente actividades de pintura, lavado, pintura y lavado, lavado usando equipos a presión de agua, lavado con ácido y aplicación de silicón, lavado con agua y ácido y aplicación de silicón. En la **Figura 8**, independientemente del método utilizado, se observa que la logística de mantenimiento lo considera fundamentalmente.

Figura 8

Datos de Cantidad y % en necesidad de mantenimiento por limpieza en fachadas (MLS)



Fuente: Elaboración propia.

Para ejemplificar los casos que se analizaron por deterioro leve, durante el recorrido se presenta la **Figura 9**, que ilustra de manera clara y detallada las condiciones observadas en las edificaciones seleccionadas. En esta figura, se pueden apreciar fotografías de cada caso, lo que permite una mejor comprensión del tipo de deterioro que afecta a estas estructuras.

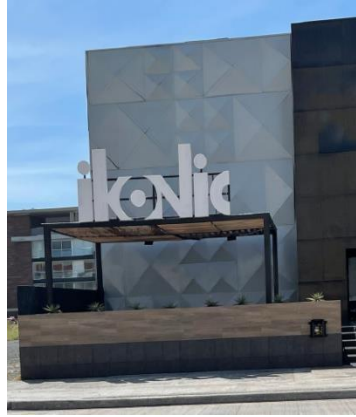
Figura 9
 Casos de deterioro leve



Comercio Subaru



Restaurante Ikonie



Hotel Holiday Inn



Limpiezas profundas por suciedad en fachadas (MLS)



Comercio Porsche



Comercio Arena Casino



Restaurante McCarthy's

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Datos de estadísticos y propuestas preventivas-correctivas para deterioro Moderado

Como ya se mencionó en el apartado “3. Metodología”, la inspección visual se tomó en consideración lo mencionado por la Coordinación Nacional de Protección Civil México y Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2004). Para el proceso de restauración y mantenimiento se consideró lo mencionado por el Manual de reparación, refuerzo y protección de las estructuras de concreto (Helene, 1977), así como el Manual de reparaciones y refuerzos estructurales (GobChile, 2018).

Antes de mencionar los procesos de mantenimiento, en estos casos la prevención más adecuada es la selección de materiales de construcción acordes a las condiciones de las zonas costeras, optando por concretos y aceros tratados específicamente para resistir ambientes marinos que puede reducir significativamente el riesgo de fisuras y grietas. Estos materiales deben ser seleccionados por su capacidad para soportar la

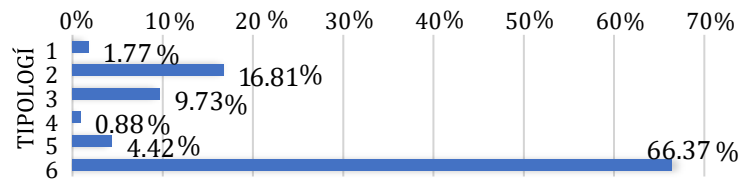
corrosión y la humedad, lo que contribuye a mantener la estabilidad estructural a lo largo del tiempo (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019).

Para el mantenimiento de grietas comunes (MMGC) se debe picar la grieta para agrandarla y con ello se desprenda la superficie no firme para retirar el polvo. Con un pulverizador colocar agua sobre la grieta, aplicar pasta de cemento plástico con espátula en capas finas, esperando su secado para mejorar el acabado y, por último, lijara para nivelar con la pared. La **Figura 10** reporta los valores encontrados en el censo.

Figura 10

Datos de cantidad y % en necesidad de mantenimiento por grietas comunes (MMGC)

Edificios	Cantidad
1.Hoteles	2
2.Comercio	19
3.Habitacional	11
4.Mixtos	1
5.Sin definir	5
6.No requiere	75



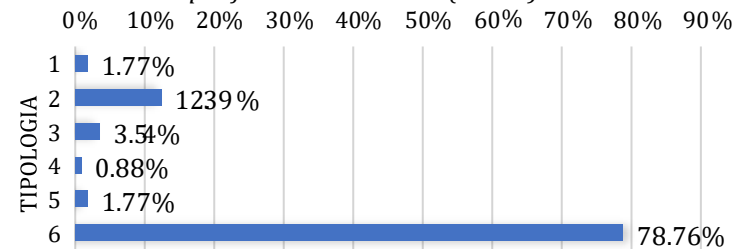
Fuente: Elaboración propia.

Los mantenimientos moderados, las fisuras en columna (MMFC), para su restauración, se deben eliminar las partes que se encuentre sueltas y limpiarla. Posteriormente, reconstruir el monolitismo inyectando resina epóxica, con la condicionantes de ser una fisura pasiva y no ser mayor a 0.3 mm. Reforzar la columna adhiriendo con resina epóxica placas metálicas, demoler y reconstruir la parte superior de la columna. La **Figura 11**, muestra los valores del censo.

Figura 11

Datos de cantidad y % en necesidad de mantenimiento por fisura en columnas (MMFC)

Edificios	Cantidad
1.Hoteles	2
2.Comercio	14
3.Habitacional	4
4.Mixtos	1
5.Sin definir	2
6.No requiere	89



Fuente: Elaboración propia.

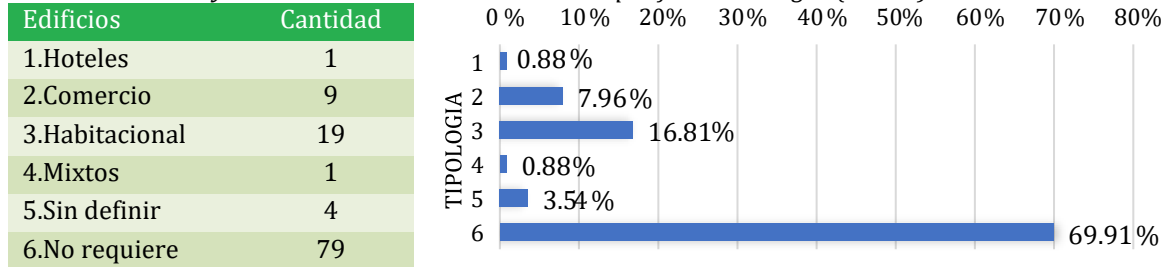
Después de identificar la causa de la fisura (MMFV), se procede con las siguientes acciones para su corrección: a) limpiar la fisura, b) restaurar la monolitización mediante la inyección de resina epóxica, independientemente de si hay limitaciones de sobrecarga, y c) mejorar la resistencia estructural mediante la instalación de refuerzo longitudinal adicional y/o colocación de nuevos anillos y estribos.

Otro tipo de fisura común son las fisuras por desplazamientos térmicos, las cuales se originan por un curado deficiente del concreto o por la contracción térmica debido a cambios de temperatura. Según Helene (1977), se recomienda evaluar el tamaño, la actividad (pasiva o activa) y el entorno ambiental donde se encuentra la

fisura para determinar el siguiente paso, en nuestro caso al ser un ambiente húmedo y agresivo: para fisuras pasivas con dimensión > 0.1 mm, se recomienda la inyección de resina epóxica, y; para fisuras activas con dimensión > 0.1 mm, se sugiere el uso de sellador. La **Figura 12**, muestra los valores del censo.

Figura 12

Datos de cantidad y % en necesidad de mantenimiento por fisuras en vigas (MMFV)



Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de ilustrar los casos analizados por deterioro moderado, se presenta la **Figura 13**, la cual muestra las condiciones observadas en las edificaciones seleccionadas. En esta figura, se pueden ver fotografías de cada caso, lo que facilita una comprensión más profunda del tipo de deterioro que afecta a estas estructuras.

Figura 13

Casos de deterioro moderado



<p>Comercio Alexa's Bar</p> 	<p>Comercio Restaurante La Bikina</p> 	<p>Comercio Mama Gallina Restaurante</p> 
<p>Fisuras en columnas (MMFC)</p>		
<p>Comercio Plaza Pulpo</p> 	<p>Restaurante Bennigan's</p> 	<p>Comercio Trattoria Veneziano</p> 

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Datos de estadísticos y propuestas preventivas-correctivas para deterioro Severo

Al igual que las medidas preventivas previamente mencionadas para los casos leves y moderados en la conservación de edificios, es fundamental considerar la aplicación de recubrimientos protectores en las fachadas y estructuras. Estos recubrimientos están diseñados para soportar las inclemencias del tiempo y la humedad, lo que contribuye a prevenir la corrosión y el deterioro ocasionado por el agua salina. El uso de pinturas y selladores específicos para ambientes costeros no solo protege las superficies exteriores, sino que también disminuye la necesidad de mantenimiento frecuente, como repintar o reparar filtraciones (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019).

Otra acción crucial es el diseño adecuado de sistemas de drenaje. Un sistema bien planificado evita la acumulación de agua en las áreas adyacentes a las edificaciones, lo que puede provocar filtraciones y daños estructurales. A diferencia de los daños leves en una edificación, esta medida requiere especial atención ya que ayuda

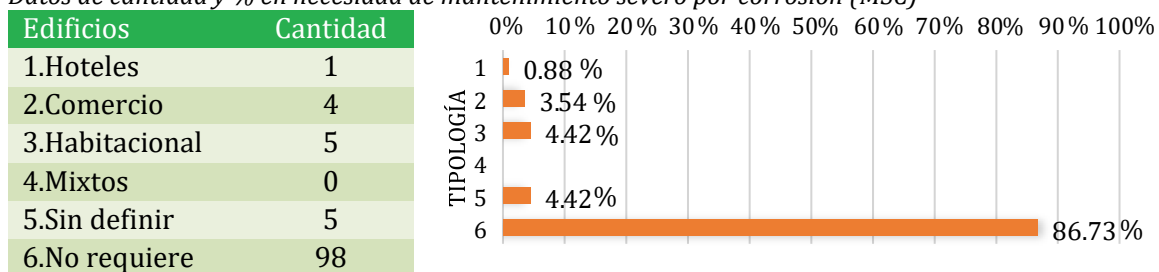
a mitigar el riesgo estructural al prolongar el tiempo de exposición al agua, prevenir un secado inadecuado de los materiales y evitar el socavamiento de los cimientos (Batista-García, 2015).

El uso de materiales resistentes a la corrosión en las construcciones como elegir azulejos y revestimientos que están en contacto directo con la estructura, ayuda a la protección de la estructura principal (Barrera Herrera, 2020) Finalmente, al igual que las medidas preventivas para daños moderados, es crucial optar por materiales adecuados para la estructura como concretos y aceros tratados específicamente para soportar ambientes marinos. Esta elección puede reducir significativamente la probabilidad de que se presenten fisuras y grietas. Es fundamental que la selección de estos materiales se realice teniendo en cuenta su capacidad para resistir tanto la corrosión como la humedad, ya que esto es vital para mantener la estabilidad estructural a lo largo del tiempo.

Al igual que el apartado de mantenimiento moderado, para la sugerencia del proceso de restauración y mantenimiento se consideró lo mencionado por el Manual de reparación, refuerzo y protección de las estructuras de concreto (Helene, 1977), así como el Manual de reparaciones y refuerzos estructurales (GobChile, 2018). Dentro de estos deteriorados, se deben considerar, corrosión, oxidación, carbonatación, desintegración de elementos y derrumbes tanto parciales como totales (Uzqueda Pellejero, 2020). En el mantenimiento severo por corrosión (MSV), se debe remover el concreto dañado y elementos corroídos, asegurándose de limpiar el área afectada, reconstruir el acero de refuerzo con los datos de la sección original. En la inspección, se pueden apreciar dos etapas de corrosión, la inicial o avanzada. En la inicial, se puede restaurar el elemento estructural manteniendo dimensiones originales, mediante mortero polimérico, epóxica y de base poliéster. Si es una etapa avanzada, se recomienda el aumento de las dimensiones originales, tanto en sección como en área de acero. En todos los casos, finalizar con la aplicación de un revestimiento para protección adicional. La **Figura 14**, muestra los datos de cantidad y porcentaje del censo a las 113 edificaciones.

Figura 14

Datos de cantidad y % en necesidad de mantenimiento severo por corrosión (MSC)



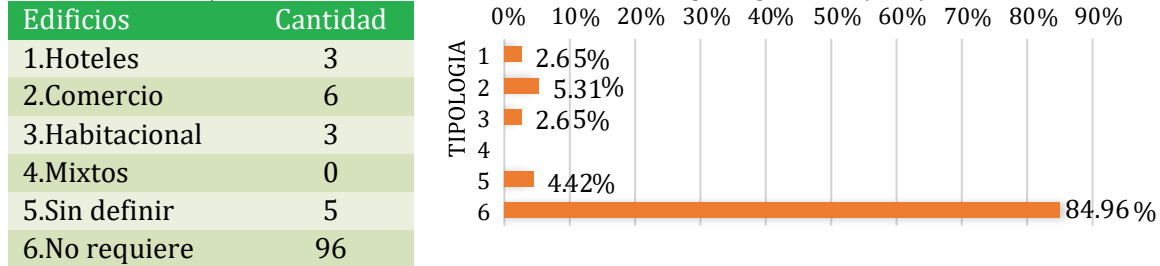
Fuente: Elaboración propia.

En este tipo de mantenimiento (MSO) se debe eliminar el concreto segregado hasta encontrar el concreto sano, para limpiar la superficie correctamente. Las reparaciones en de este tipo pueden ser superficiales o profundas. Los productos para estas reparaciones deben ser especializados, a base de morteros cementosos, no metálicos,

sin procesos de contracción, de fraguado y endurecido acelerado (Retex, 2014). La **Figura 15** muestra los resultados del censo.

Figura 15

Datos de cantidad y % en necesidad de mantenimiento severo por oquedades (MSO)



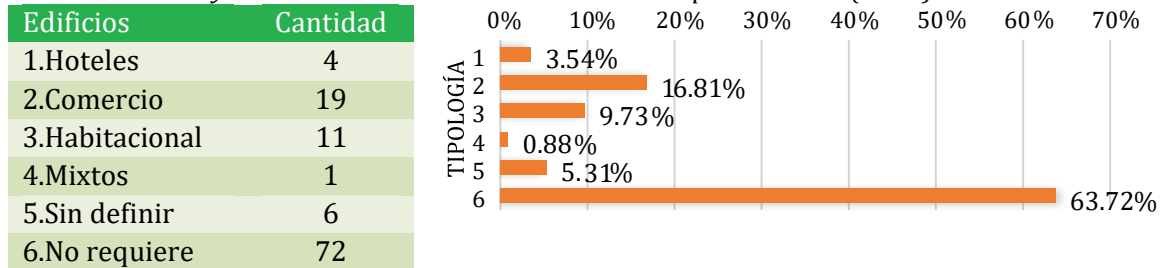
Fuente: Elaboración propia.

En la reparación de elementos oxidados, se debe limpiar la superficie y posteriormente aplicar productos que detengan el proceso corrosivo. Se puede considerar la opción de implementar medidas adicionales como la incorporación de aditivos, el uso de espesores de recubrimiento apropiados, la aplicación de revestimientos especiales, la inclusión de inhibidores de corrosión o la utilización de protección catódica, con el fin de aumentar la resistencia al deterioro del concreto reforzado (Torres, 2020).

Sin embargo, para determinar el tipo de producto y técnica, según Villao Vera (2021) la dificultad radica en la determinación de: a) grado de oxidación, b) afectación en la vida útil del elemento, c) edad temprana o tardía de la oxidación y, e) expansión reducida o extendida. La **Figura 16** muestra los resultados del censo.

Figura 16

Datos de cantidad y % en necesidad de mantenimiento severo por oxidación (MSOx)












Fuente: Elaboración propia.

Para mostrar los casos que fueron analizados debido a un deterioro severo, se incluye la **Figura 17**, que representa con fotografías de manera clara y detallada las condiciones encontradas en las edificaciones elegidas.

Figura 17.

Casos de deterioro severo

Corrosión (MSC)		
<p>Comercio Oxxo</p> 	<p>Restaurant Rock and Burger</p> 	<p>Centro nocturno Havana Club</p> 
Oquedades (MSO)		
<p>Hotel Gran Fiesta</p> 	<p>Hotel City Express</p> 	<p>Comercio Carranza Prime</p> 
Oxidación estructura (MSOx)		
<p>Restaurante El muelle</p> 	<p>Hotel Posada del Mar</p> 	<p>Centro Nocturno (Deshabitado)</p> 

Fuente: Elaboración propia.

Debido a los problemas identificados en los inmuebles de la zona de estudio, se ha concluido que, si bien las estadísticas y porcentajes presentados son generales, cada edificación requerirá un enfoque particular para su mantenimiento. Cada tipología de

inmueble se examina detenidamente para determinar el nivel de intervención necesario de manera precisa. A continuación, se presentan la Tabla 7 que muestran los diferentes tipos de mantenimiento requeridos en cada tipo de construcción. La Tabla 7, resume los resultados finales de todas las tablas y determina el porcentaje de requerimiento de mantenimiento para cada categoría: por ejemplo, en el caso de los hoteles, 12 de 13 requieren mantenimiento MLP, lo que equivale al 92.31% que necesita pintura.

Tabla 7
 Datos de mantenimiento de acuerdo con la tipología edificatoria

Mantto.	13 Hoteles		43 Comercio		43 Habitacional		5 Mixtos		9 Sin definir		Promedio
		%		%		%		%		%	
MLP	12	92.31	37	86.05	23	53.49	5	100.00	4	44.44	75.26
MLF	5	38.46	13	30.23	5	11.63	1	20.00	5	55.56	31.18
MLA	1	7.69	3	6.98	0	0.00	1	20.00	0	0.00	6.93
MLS	0	0.00	4	9.30	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1.86
MMGC	2	15.38	19	44.19	11	25.58	1	20.00	5	55.56	32.14
MMFC	2	15.38	14	32.56	5	11.63	1	20.00	2	22.22	20.36
MMFV	1	7.69	9	20.93	19	44.19	1	20.00	4	44.44	27.45
MSC	1	7.69	4	9.30	5	11.63	0	0.00	5	55.56	16.84
MSO	3	23.08	6	13.95	3	6.98	0	0.00	5	55.56	19.91
MSOX	4	30.77	19	44.19	11	25.58	1	20.00	6	66.67	37.44

Fuente: Elaboración propia.

Considerando la Tabla 4, donde de 113 construcciones, los hoteles son 12, comercio 43, habitacional 43, mixtos 5 y sin definir 9, se concentra los resultados de mantenimiento en la **Tabla 7** requerido por tipología de edificio, para determinar los porcentajes de necesidad. Mediante un formato de escala de colores de rojo - verde - amarillo, se puede determinar donde se requieren mayor o menor mantenimiento respectivamente

5. Conclusiones

Podemos concluir que la principal necesidad de mantenimiento se centra en la pintura, con un promedio general del 75.26%, especialmente destacando en hoteles (92.31%), comercios (86.05%), y edificaciones mixtas (100%). Los conjuntos habitacionales (53.49%) y las edificaciones sin definir (44.44%) también muestran una alta demanda de mantenimiento de pintura. La exposición constante de los inmuebles a vientos de diversas direcciones tiende a degradar la calidad de la pintura, por lo tanto, se sugiere invertir en pinturas de alta calidad para mejorar la durabilidad y estética.

Se observa que dos necesidades son requeridas en edificaciones habitacionales y las sin definir, posiblemente debido a la falta de un responsable general de mantenimiento, a diferencia de hoteles y comercios que suelen contar con una gerencia.

Además de la necesidad de pintura, los conjuntos habitacionales requieren atención en fisuras de vigas (44.19%), mientras que las edificaciones sin definir necesitan cuidados especiales por problemas severos de oxidación (66.67%). En este último caso, es crucial informar a las autoridades pertinentes para garantizar la seguridad de los usuarios y realizar un análisis estructural para determinar las acciones necesarias.

En términos generales, las acciones de mantenimiento que requieren una atención del 40 al 30% en promedio incluyen filtraciones, grietas comunes, fisuras en vigas y medidas correctivas de oxidación. En una escala menor (20 al 10%), se encuentran las acciones de mantenimiento en fisuras en columnas, oquedades y corrosión, siendo estas dos últimas de carácter severo, con porcentajes del 20.36%, 19.91% y 16.84% respectivamente. Por último, con valores inferiores al 10%, se encuentran las reparaciones en azulejos y la limpieza de fachadas. Es importante destacar que el área de estudio, ubicada en Boulevard Manuel Ávila Camacho, es una zona de alto flujo turístico, con playas, restaurantes y hoteles, lo que resalta la importancia de mantener una presentación óptima para atraer ingresos económicos a la zona.

El análisis comparativo de los resultados en relación con la Tabla 1 de la sección del Marco Teórico, sobre el estado de conservación de edificaciones en diversas regiones revela patrones significativos en las lesiones comunes y las necesidades de mantenimiento. En Venezuela y Boca del Río, se observa una alta incidencia de corrosión y deterioro atribuida a la falta de mantenimiento, lo que sugiere la necesidad urgente de implementar programas preventivos para evitar daños mayores. Por otro lado, en Cuba, específicamente en Santa Fe y Puerto Padre, las lesiones más comunes son la humedad y problemas estructurales como fisuras y daños en cubiertas. Esto indica que hay problemas relacionados con la impermeabilización y el mantenimiento estructural que requieren atención inmediata. Al comparar el enfoque entre rehabilitación y mantenimiento preventivo, se destaca que, en Santa Fe, un alarmante 71% de las edificaciones necesita rehabilitación. Este dato resalta la importancia del mantenimiento preventivo para evitar que las edificaciones lleguen a este estado crítico.

En Boca del Río, aunque se reporta un alto porcentaje de necesidad de pintura, también se identifican problemas estructurales que no pueden ser ignorados y que requieren atención prioritaria. Las condiciones ambientales juegan un papel crucial en el deterioro de las edificaciones. En Boca del Río y Venezuela, la exposición a condiciones climáticas adversas es un factor recurrente; los vientos afectan la durabilidad de las pinturas y estructuras. En contraste, en las regiones españolas se reporta un deterioro significativo debido a factores biológicos como el crecimiento de líquenes, lo que subraya la necesidad de tratamientos específicos para preservar edificaciones históricas.

En cuanto al enfoque en mantenimiento correctivo versus preventivo, la mayoría de los estudios analizados subrayan la importancia del mantenimiento preventivo para extender la vida útil de las edificaciones y reducir costos a largo plazo. En Boca del Río, se sugiere invertir en materiales de alta calidad para el mantenimiento preventivo, alineándose con tendencias observadas en otros estudios que abogan por un enfoque proactivo.

En conclusión, la comparación entre los diferentes estudios revela que el mantenimiento adecuado es crucial para preservar tanto la integridad estructural como estética de las edificaciones. Aunque cada región enfrenta desafíos únicos basados en sus condiciones ambientales y tipos de construcción, existe un consenso sobre la necesidad de implementar programas robustos de mantenimiento preventivo. Estas medidas son esenciales para evitar deterioros severos y costosos en el futuro, asegurando así la sostenibilidad y funcionalidad de las infraestructuras

Es importante realizar estos estudios, puesto que influyen en los retos actuales de las ciudades, y sobre todo porque las zonas costeras, son altamente impactadas por el medio ambiente. Estos análisis son fundamentales para garantizar un desarrollo turístico responsable, puesto que sus beneficios incluyen la protección al entorno natural, mejorar calidad de vida, impulsar el desarrollo sustentable, generar empleo e impulsar el crecimiento económico.

Referencias

- Barrera** Herrera, V. (2020). Ingeniería Civil aplicada a construcciones costeras: fundamentos teóricos y metodológicos. Doctoral dissertation. Universidad de Matanzas Sede “Camilo Cienfuegos” Facultad de Ciencias Técnicas. Obtenido de <http://rein.umcc.cu/handle/123456789/3546>
- Batista**-García, F. (2015). Consideración de los huracanes en el diseño de las estructuras en la República Dominicana. Tesis de disertación doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de Consideración de los huracanes en el diseño de las estructuras en la República Dominicana: https://oa.upm.es/38348/1/Tesis_master_Francisco_Batista_Garcia.pdf
- Cemix**. (2021). Adhesivo en plov para instalar pisos y zaulejos cerámicos de alta y media absorción de humedad. Obtenido de Ficha técnica: www.cemix.com/wpcontent/uploads/2021/06/cemix-pegazulejo-ft.pdf
- Cemix**. (2024). ¿Qué es el impermeabilizante poliuretano? Obtenido de <https://www.cemix.com/impermeabilizante-poliuretano-que-es/#>
- CENAPRED**. (2004). Centro Nacional de Prevención de Desastres. Subdirección de riesgos estructurales y vulnerabilidad Estructural. Obtenido de Evaluación de la Seguridad Estructural de los Edificios. Tipos de daño en estructuras de edificación.: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/674941/TEMA_4_EVALUACION_DE_ESTRUCTURAS.pdf
- Conislla**, H., y Hermoza, A. (2022). Aplicación de Sistema Constructivo Emmedue para módulos de vivienda en la zona costera de Lima. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/659131>
- Dirección** General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología. (2024). Estudio de la Secretaría de Marina. Recuperado el 2024, de <https://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioVeracruz.pdf>

- Domínguez** Gutiérrez, J., & González Pajaro, A. (2015). Valoración técnica del deterioro de las edificaciones en la zona costera de Santa Fe. *Arquitectura y Urbanismo*, 36(1), 48-61. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-58982015000100005&script=sci_arttext
- Domínguez**-Gutiérrez, J., & González-Pajaro, A. (2015). Valoración técnica del deterioro de las edificaciones en la zona costera de Santa Fe. *Arquitectura y Urbanismo*, 36(1), 48-61.
- Figueredo**, A. (2021). Los riesgos costeros: Retos para el desarrollo sostenible del turismo en los territorios insulares en el contexto del cambio climático. *Explorador Digital*, 5(1), 317333. <http://doi.org/10.33262/exploradordigital.v5i1.1505>
- Gallardo**, E., Galicia, A., Lugo, G., Pérez, J., y Rosas, M. (2014). Evaluación de Corrosividad Atmosférica en la Ciudad de Tuxpan Veracruz, mediante el método CLIMAT. *Ciencias de la Ingeniería y Tecnología Handbook*, 6, 10. Obtenido de <https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Ingenieria%20y%20Tecnologia%20T-VI/ARTICULO%202.pdf>
- Galvez**, C., & Valderrama, A. (2022). Análisis comparativo del uso de membranas asfálticas y líquidas para la impermeabilización de coberturas, Trujillo 2022 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/32131>
- GobChile**. (2018). Manual de Reparaciones y Refuerzos estructurales. Serie Estandares Técnicos de Construcción. (Vol. 4to.). (M. División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional – Ditec, Ed.) Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile.
- Helene**, P. (1977). Manual para reparación, refuerzo y protección de las estructuras de concreto. Mexico: IMCYC. Obtenido de https://books.google.com.mx/books/about/MANUAL_PARA_REPARACI%C3%93N_REFUERZO_Y_PROTE.html?id=X9G5HAAACAAJ&redir_esc=y
- Hermann**, K. (2010). Limpieza de superficies de concreto. IMCYC Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. Obtenido de <https://www.imcyc.com/revista/1998/febrero/lipfeb98.htm>
- Hernández**, A., Sanjurjo-Sánchez, J., Alves, C., & Figueiredo, C. (2023). Comparative Study of Deterioration in Built Heritage in a Coastal Area: Barbanza Peninsula (Galicia, NW Spain). *Geosciences*, 13(12), 375.
- Katerine**, M., Adrián, N., y Tutor, J. (2020). La influencia del ambiente en el deterioro de las edificaciones. 1-6. <https://tinyurl.com/4ehm57hb>
- Mendez**, M., Sanchez, E., & Segura, D. (2022). Gestión costera. Instituto Mexicano del Transporte - Publicacion bimestral de divulgacion externa(199), 2. doi: <https://imt.mx/resumenboletines.html?IdArticulo=566&IdBoletin=200>
- Ministerio** pra la Transición Ecológica. (2019). Recomendaciones para la construcción y rehabilitación de edificaciones en zonas inundables. Obtenido de Gobierno de España: www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-deinundacion/guia-recomendaciones-construccion-y-rehabilitacion-edificaciones-zonasinundables_tcm30-503724.pdf

- Observatorio** Universitario Metropolitano de Veracruz. (2024). Estado de conservación de edificios frente zona costera (2022). Veracruz: Coordinación Universitaria de Observatorios. <https://tinyurl.com/253z4sr7>
- Olavarrieta**, M., Bolognini, H., Dikdan, M., Rangel, H., & Rodríguez, S. (2011). Propuesta de programa de mantenimiento preventivo en elementos de concreto armado de edificios habitacionales expuestos en ambientes marinos. XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN. 2, 2-8. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/69840542/PROPUESTA_DE_PROGRAMA_DE_MANTENIMIENTO_P20210918-8952-vs7eo4.pdf?1631960511
- Pacheco**, V., y Pérez, J. (2023). Assessment of the hydric, demographic, and economic sustainability of the coastal cities of Veracruz, Mexico: a look to the future Evaluación de la sustentabilidad hídrica, demográfica y económica de las ciudades costeras de Veracruz. *Sostenibilidad: económica, social y ambiental*(5), 37-52. doi:10.14198/Sostenibilidad2023.5.03
- Portilla**, J. (2015). Análisis, evaluación de ataques químicos eternos y propuestas de medidas de mitigación a las construcciones de concreto en el distrito de Santa Rosa, provincia de Chiclayo, región Lambayeque. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/5851>
- Procuraduría** Federal de Protección al Ambiente. (1991). Obtenido de Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zonas federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar: https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3668/1/reglamento_zofemat.pdf
- Procuraduría** Federal de Protección al Ambiente. (2016). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Cámara de Diputados: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Retex**. (2014). Especificaciones Técnicas. Obtenido de Reparaciones y mantenimientos de estructuras de concreto en vialidades y carreteras. <https://tinyurl.com/3bdhdfth>
- Ricol**, A., Fariñas, M., Jardo, R., de Castro, T., & Sosa, D. (2021). El malecón habanero. Vulnerabilidad, retos y propuestas. *EdA Esempi di Architetture*, 1-21. [http://www.esempidiarchitettura.it/sito/journal_pdf/PDF%202021/12_EDA_2021_2_PO RTERO%20&%20OTHERS.pdf](http://www.esempidiarchitettura.it/sito/journal_pdf/PDF%202021/12_EDA_2021_2_PO%20RTERO%20&%20OTHERS.pdf)
- Rivas**, Z., & Ricol, A. (2016). Intervención constructiva en viviendas del Centro Histórico de Puerto Padre. *Arquitectura y Urbanismo*, 37(2), 74-81. Obtenido de chromeextension://efaidnbmnmbpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/3768/376846860006.pdf
- Sangiorgio**, V., Uva, G., Fatiguso, F., & Adam, J. M. (2019). A new index to evaluate exposure and potential damage to RC building structures in coastal areas. *Engineering Failure Analysis*, 100, 439-455. doi:10.1016/j.engfailanal.2019.02.052
- Secretaría** de Economía. (2014). Diario Oficial de la Federación. NMX-AA-164-SCFI-2013. Obtenido de Edificación Sustentable - Criterios y requerimientos ambientales mínimos:

- <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO3156.pdf>
- Secretaría** de Energía. (2010). Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares. Obtenido de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4577/sener/sener.htm>
- Secretaría** de Energía. (2012). NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización). Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/512096/NOM-001-SEDE-2012.pdf>
- Secretaría** del Trabajo y Previsión Social. (2018). Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008. Obtenido de Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condición de seguridad: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3540/stps/stps.htm>
- Soto**, M., Gama, L., & Gómez, M. (2001). Los Climas Cálidos Subhúmedos del Estado de Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 3(2), 31-40. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49703206>
- Torres**, J. (2020). Desarrollo de sensores de corrosión de estructuras de hormigón armado, basados en el principio de par galvánico. Instituto de Tecnología "Prof. Jorge A. Sabato". Argentina: Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de <https://www.cnea.gov.ar/nuclea/handle/10665/1588>
- Uruchurtu**, J., Ramirez-Reyes, J. L., Garcia, N., & Terrazas, J. (2015). Índices de Corrosividad Atmosférica en Veracruz. Predicción de la Función Dosis/Respuesta. Congreso int, ingeniería y ciencias químicas. Veracruz: Universidad Veracruzana. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/280157785_Indices_de_Corrosividad_Atmosferica_en_Veracruz_Prediccion_de_la_Funcion_DosisRespuesta
- Uzqueda-Pellejero**, M. (2020). Análisis de la vulnerabilidad de los edificios frente al ambiente marino en Oropesa del Mar (Castellón de la Plana). Madrid: Universidad politécnica de Valencia. Obtenido de <https://tinyurl.com/mr2rh3zx>
- Villao Vera**, R. (2021). Actualidad de las técnicas de análisis de corrosión en estructuras de concreto reforzado. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, 3(8), 1-10. <https://doi.org/10.53734/esci.vol3.id210>