

# El malecón habanero. Vulnerabilidad, retos y propuestas. Havana's waterfront. Vulnerability, challenges, and proposals.

Ada Esther Portero Ricol<sup>1</sup>  
Mirelle Cristobal Fariñas<sup>1</sup>  
Ricardo Machado Jardo<sup>1</sup>

Tony García de Castro, Danny Viltres Sosa  
Estudiantes de la carrera de Arquitectura

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de La Habana: Extensión Universitaria, Ministerio Educación Superior, Habana, Cuba

## Abstract

The research presented below is part of a major investigation on Materials and Technologies for the Preservation of buildings in protected areas. This investigation is carried by the Martha Abreu de Las Villas University's Research Center. It is considered, since 2015, a research project approved by the National Program of the Ministry of Constructions. Also, it has been requested by the Old Havana Historian's Project Office.

There is a collaboration between Cujae, the university mentioned previously with the Office of the Historian of the Historic Center that favors the generalization of the results of the investigations anteriorly agreed between all according to the needs of the constructive practice in the city and the country.

The main objective of this work is to design a complete diagnosis useful for all buildings located through the Traditional Waterfront, which were built with brick walls and concrete.

The "Malecón Tradicional Habanero" is one of the most important areas on the Havana coastline. Due to its geographic location, it is a vulnerable site that has withstood the onslaught of numerous hydrometeorological events and other pollutants, as well as the consequences of low-quality and low-durability construction interventions. 70% of its buildings are not in good technical condition, one of the fundamental causes that affects is the limitation in the diagnosis that is carried out that causes the inadequate selection of the materials.

The research concludes about the limitations that visual diagnosis has when field and lab trials are not used. It can contribute to the waste of materials, of labor, and of time. Therefore, the need of creating a full system in order to apply sustained actions regarding the restoration of the Traditional Waterfront, which is considered a national heritage of great value.

*Keywords:* Vulnerability, challenges, combined diagnosis, proposals.

## Introducción

La vulnerabilidad, de forma general puede ser usada en diversos campos con significados diferentes. Se relaciona con la cualidad de ser vulnerable. El concepto, según Wikipedia, puede aplicarse a una persona, grupo social, hogar, con junto edilicio, comunidad y se evidencia según su capacidad que se demuestre para prevenir, resistir o sobreponerse de un impacto. Se describe como

un proceso multidimensional. Es el riesgo que una persona, sistema u objeto puede sufrir frente a peligros inminentes, sean desastres naturales, desigualdades económicas, políticas sociales o culturales.

El Malecón Tradicional es una franja costera de aproximadamente un kilómetro y medio de longitud, que se ubica desde los límites del Centro Histórico de la Habana, inmediato al Paseo del Prado, hasta colindar con el Municipio Plaza de la Revolución. Concentra a una población de aproximadamente 7 000 habitantes que residen en un fondo edificado altamente deteriorado. Una parte del malecón se ubica en el Municipio Centro Habana, siendo el territorio más densamente poblado con una densidad media que oscila entre 450 a 500 habitantes por hectárea.

En las últimas décadas, como consecuencia del cambio climático, fenómenos hidrometeorológicos, han alcanzado una presencia y magnitud mayores. Aumentan los riesgos por la contaminación como consecuencia de la presencia de agentes químicos depositados por las corrientes que se mueven a través de la bahía. El litoral habanero está amenazado y, por tanto, esta zona resulta vulnerable a las inundaciones costeras, entre otros fenómenos diversos.

A pesar de la difícil realidad económica cubana actual, la Oficina del Historiador de Ciudad de la Habana ha desarrollado una labor encaminada a rescatar el patrimonio construido de la Capital, por lo que se ha implementado un programa de intervenciones dirigidas a conservar las edificaciones con altos valores patrimoniales existentes y que, por la falta de mantenimiento, la sobreexplotación y la realización de intervenciones inadecuadas se encuentran en peligro de desaparecer.

En los últimos años se han realizado estudios sobre el comportamiento de las edificaciones frente a condiciones ambientales agresivas, las que incluyen los ambientes costeros. Sin dudas, una de estas zonas es el Malecón Tradicional Habanero, el cual posee un alto valor histórico cultural al ser una de las imágenes identitarias de la Capital y de Cuba. También esta zona posee un fondo construido identificativo del eclecticismo del primer cuarto del siglo XX. Esta franja ha sido de gran interés para la Oficina del Historiador de la Ciudad, quien desde hace 30 años viene trabajando en su conservación. Sin embargo, los resultados obtenidos hasta el momento no son los esperados; las intervenciones resultan costosas y no alcanzan la durabilidad y por tanto la calidad esperada. Las soluciones constructivas resultan complejas y han usado en su mayoría materiales y productos de importación. Las edificaciones intervenidas en poco tiempo vuelven a presentar las mismas alteraciones o surgen nuevas y en la actualidad casi el 30% de los inmuebles existentes han desaparecido o deberán ser demolidos próximamente por ser un peligro por el mal estado técnico en que se encuentran.

Se hace necesaria esta investigación, debido a que resultados obtenidos hasta el momento en que se desarrolla, arrojan que el diagnóstico organoléptico es insuficiente para lograr propuestas de intervenciones de reparación a las edificaciones que tengan la durabilidad y calidad adecuadas. Se impone conocer entonces, las características y comportamiento interno de los muros y materiales de que se trate.

Para profundizar en las causas de la poca durabilidad y mala calidad de las intervenciones realizadas durante 20 años en las edificaciones del Malecón Tradicional Habanero, varias instituciones se afiliaron: La Oficina de proyectos del Historiador de la Habana (OHCH), El centro de desarrollo de estructuras y materiales (CIDEM) de la Universidad Central de Las Villas, El Centro Nacional de investigaciones Científicas (CNIC) y la Facultad de Arquitectura de la Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría”, Cujae. Dichas entidades, conformando un equipo multidisciplinario de especialistas han trabajado de conjunto para realizar

un diagnóstico detallado con el empleo de ensayos de campo y laboratorio que permitan encontrar las verdaderas causas de los problemas y desarrollar alternativas eficaces para su eliminación.

La metodología utilizada para el desarrollo de esta investigación se organiza de la manera que se expone a continuación.

La situación problemática es la siguiente:

- Enfoque limitado del diagnóstico organoléptico.
- Reduccionismo del diagnóstico a la detección de las alteraciones macroscópicas.
- Necesidad de conocer el comportamiento interno de los muros existentes (con soportes de ladrillo y bloques de hormigón) y sus revestimientos en zonas de ambiente agresivo como el Malecón Tradicional Habanero.
- Poca durabilidad y mala calidad - efectividad de los revestimientos usados en los muros de ladrillos y bloques de hormigón en zonas de ambiente agresivo como la que se menciona anteriormente para realizar el estudio.

El Problema de investigación: ¿Cómo trascender el diagnóstico organoléptico realizado a los muros de ladrillo y bloques de hormigón de las edificaciones del Malecón Tradicional Habanero para que las intervenciones tengan la durabilidad y la calidad requeridas?

Teniendo como hipótesis que: Si se desarrolla el diagnóstico organoléptico combinado con ensayos de campo y laboratorio, se viabilizan las intervenciones adecuadas para eliminar las causas de las alteraciones, debiendo aumentar entonces, la durabilidad y calidad de las edificaciones del Malecón Tradicional Habanero.

El objeto de estudio son las acciones de rehabilitación realizadas en los edificios del Malecón Tradicional Habanero con muros de ladrillos y bloques de hormigón.

Siendo el objetivo general que persigue esta investigación: Diseñar un diagnóstico como sistema integrado para las edificaciones del Malecón Tradicional Habanero construidas con muros de ladrillo y bloques de hormigón.

Para lograr este objetivo la investigación ha usado diversos metodos entre los cuales se pueden listar:

El método histórico – lógico es necesario para analizar la evolución histórica del problema desde su origen. Revisar los referentes respecto a las edificaciones construidas en el Malecón Habanero con muros de ladrillo y bloques de hormigón, teniendo en cuenta todas las características desde el diseño, ubicación, entre otros aspectos, no solo los materiales y terminaciones.

El análisis y síntesis se utiliza para establecer regularidades del comportamiento de las lesiones asociadas a los distintos procesos patológicos dados, entre otras fuentes, por la bibliografía estudiada. De este modo se podrá determinar sus incidencias y las formas de superarlas. El hipotético – deductivo es necesario tenerlo en cuenta para realizar conjeturas durante las diferentes etapas de la investigación y poder llegar a conclusiones lógicas que le den respuesta al problema planteado de cómo pudiera ser mejorado el diagnóstico que se realiza actualmente en la fase de reconocimiento de las edificaciones para lograr mejoras sustanciales en las intervenciones constructivas que se realicen.

Para estructurar de forma lógica los fundamentos teóricos que sustentan la investigación, así como la propuesta de soluciones se usa el método sistémico-estructural-funcional. También como métodos empíricos se usan la observación participante (ya que a través de la misma se logran

analizar los fenómenos y acontecimientos durante la etapa del diagnóstico de la investigación tal como ocurren, recopilar la información de forma directa y el estudio en condiciones naturales) y la entrevista (ya que a través de esta técnica se obtiene la información necesaria directamente con el individuo que se desea), como los informantes claves y especialistas en el tema. En este caso particular, se realizaron entrevistas a especialistas que han trabajado directamente en las direcciones de inversión y ejecución ocupándose de las intervenciones en el sitio de estudio con más de 10 años de experiencia).

### **Aspectos relacionados con el desarrollo de la investigación.**

Existen varios factores que causan el surgimiento de alteraciones macroscópicas en los muros de obras de fábrica. Como primer factor se tiene el factor constructivo que depende de las características constructivas de cada edificio, entre las que se encuentra la selección del material, la incompatibilidad de los materiales viejos con los nuevos, la mala disposición de la piedra en el edificio, las modificaciones de uso, la inestabilidad del terreno y los riesgos geológicos. (Comerma, 2006)

Otros factores que causan el surgimiento de patologías son los clasificados como intrínsecos y extrínsecos. Se entienden por factores intrínsecos a los relacionados con la composición químico mineralógico del propio material, las propiedades físicas, la resistencia mecánica, la textura, la dureza superficial, la porosidad, entre otros. Y se entiende por factores extrínsecos a los relacionados con el ambiente y el entorno en que se encuentra la edificación, que inciden sobre ella provocando alguna reacción. Por lo tanto, se puede decir que normalmente las alteraciones macroscópicas no se originan por un agente único.

Existen también factores climáticos específicos que afectan la zona de estudio del Malecón Tradicional Habanero. Es necesario profundizar en las condiciones particulares de las agresiones en frentes costeros debido a que la zona de estudio está directamente relacionada con estas condiciones. Las estructuras en ambiente marino pueden clasificarse según su ubicación y las condiciones agresivas del medio, en distintas zonas, como primer ejemplo se tiene la zona de inmersión que es cuando la edificación se encuentra permanentemente sumergida por debajo de las zonas de mareas. La zona de salpicaduras se ubica por encima del nivel de la marea alta, propensa a la salpicadura de las olas y el baño de la espuma, presenta el riesgo de ciclos alternados de humidificación y secado, de acuerdo a las condiciones de temperatura y humedad del medio, que pueden afectar severamente al edificio. (Comerma, 2006)

Cuba es un archipiélago con un clima caracterizado por tener más de la mitad del año temperaturas medias superiores a 25 Co y humedad relativa media  $\pm$  del 80%. Dada su configuración y ubicación geográfica, la influencia del aerosol marino llega a casi todo el territorio nacional. Estas condiciones favorecen notablemente el deterioro en las estructuras construidas con diferentes materiales, específicamente en zonas de agresividad corrosiva alta y extrema. Resultados de algunos de los trabajos de maestría y doctorados asociados a este tema de investigación están relacionados con el diseño de mapas regionales de agresividad corrosiva para Cuba. (Valdés, 2016)

Numerosas son las estructuras en la Ciudad de La Habana situadas cerca del mar, en una zona clasificada de agresividad corrosiva entre alta y extrema. Estas estructuras presentan un nivel de deterioro apreciable a consecuencia de la influencia directa del aerosol marino.

El aerosol marino está compuesto principalmente por iones cloruro y sulfato. El aerosol marino en las zonas costeras donde no existe el fenómeno de apantallamiento el viento influye directamente en el comportamiento de la deposición de las sales de iones cloruros y sulfatos hacia el interior de los muros de las edificaciones. Otro factor a considerar es el viento que bate de frente en dirección NE-SO envolviendo la trama urbana que se clasifica como compacta, pero la tipología constructiva dominante es la de patio interior, lo que provoca la circulación por el interior de las edificaciones a velocidad promedio de 2.5m/s.

Para esta investigación, se ha concebido la relación ente el diagnóstico técnico y los niveles de daño que acusan la edificación teniendo en cuenta los contenidos impartidos en la asignatura de 4to año de la carrera de arquitectura. Los procesos de evaluación y diagnóstico relacionan los estados técnicos, los niveles de daños existentes en las edificaciones; a partir de los levantamientos y estudios en el terreno; con las posibles soluciones técnicas de intervención y la magnitud de las mismas. Una vez obtenida mediante el diagnóstico, la relación entre alteraciones y sus causas, y como consecuencia, al evaluar los elementos componentes de la edificación los estados técnicos; se procede entonces a relacionar todos estos elementos, para llegar finalmente a la propuesta del tratamiento que se debe ejecutar según sea el nivel de degradación de la edificación.

Por lo general, para enfrentar cualquier proceso de diagnóstico previo a las propuestas de acciones constructivas en la rehabilitación, se utilizan los métodos relacionados con el diagnóstico organoléptico. Este tipo de diagnóstico se basa en la observación del técnico o especialista fundamentalmente a nivel de la superficie afectada. Obviamente, por tanto, los resultados dependen de su destreza y conocimientos sobre el tema, por lo que el factor subjetivo en ocasiones, determina la calidad de este proceso. (Ricol.,2016).

Es por esta razón que, en ocasiones, esta observación participante resulta limitada lo cual puede evidenciarse en resultados de poca durabilidad de las acciones constructivas que se realizan para la rehabilitación del patrimonio edificado. De ahí la importancia de vincular el diagnóstico organoléptico con ensayos de campo y/o de laboratorio según sea el caso, mucho más en presencia de edificios de alto valor histórico y cultural, siendo este el caso que nos ocupa.

Se puede afirmar que se considera fundamental en ocasiones, el uso de tecnologías de avanzada y realizar pruebas de laboratorio para determinar de forma precisa, el sistema patológico que afecta a las edificaciones con muros de obras de fábrica. Todas las intervenciones que se realizan sin un diagnóstico certero pueden implicar que las mismas no sean duraderas ni tengan la calidad adecuada, debido a que no siempre se eliminan las verdaderas causas que provocan las alteraciones. Por tal razón se indican ensayos de laboratorios para identificar los malos tratamientos, las condiciones de los materiales y por tanto se valoran las intervenciones indicadas según los resultados de los ensayos para mejorar la durabilidad y calidad de las acciones.

Los ensayos de campo y laboratorio se seleccionan en dependencia de la complejidad e importancia de la zona que se analiza. Por lo general estos estudios se ven limitados por el presupuesto que se dedique a los trabajos de diagnóstico. Debe insistirse que, de un buen diagnóstico depende el conocimiento de la alteración y las causas que las provocan, así como las condiciones del elemento afectado y por ende de la posterior calidad y durabilidad de la intervención que se ejecute (lo cual de forma intencionada se relaciona con la selección de los materiales y métodos para su aplicación, protección y mantenimiento posterior). (Ricol.,2016).

En esta comunicación que se presenta, no se hará un análisis sobre el enfoque económico para las acciones de rehabilitación que se han desarrollado debido a lo complejo del tema, sobre todo, por las condiciones de carencia de materiales y recursos existente en Cuba, producto del bloqueo económico al cual está sometida. No obstante, la oficina del Historiador del Centro Histórico de la Ciudad, así como el Gobierno Central, dedican especial atención a la planificación de los recursos financieros necesarios para favorecer la recuperación de estas zonas de alto valor histórico dentro de la ciudad. Se hacen ingentes esfuerzos en la planificación de los bienes sociales comunes, para favorecer en todo momento a la sociedad cubana con la recuperación de su patrimonio edilicio y con ello de la memoria histórica y de todos los valores asociados.

## Desarrollo El Malecón Tradicional Habanero

El Malecón Tradicional Habanero se extiende en el límite norte de la provincia de La Habana desde la entrada de la bahía hasta la desembocadura del río Almendares por más de 6 kilómetros.

El “Malecón tradicional” es el sector más antiguo del Malecón Habanero. Construido entre 1900 y 1919 con una extensión de aproximadamente 1,5 km está conformado por un total de 14 manzanas ubicadas en el límite norte de los barrios de Colón y Dragones del municipio de Centro Habana. Su trazado responde a una trama rectangular condicionada por sus dos frentes más importantes, las calles San Lázaro y la Avenida Malecón y completada por las calles transversales que constituyen la continuidad de las calles de Centro Habana. (Colectivo de autores, 2014)



Fig. 1 : Localización del Malecón Habanero y el Malecón Tradicional. Fuente: (Valdéz, 2015)

El primer tramo de Malecón se comenzó a construir el 6 de mayo de 1901 y fue terminado en 1902, siendo creado y construido por los ingenieros norteamericanos Mr. Mead y su ayudante Mr. Whitney. Este primer tramo fue concebido con grandes luminarias encima del muro y con una zona arbolada ubicada en la acera delantera al muro. Pero no paso mucho tiempo para que el clima determinara la imagen que debería tener el proyecto, siendo borradas las luminarias y los árboles quedando la sobria imagen que hoy se muestra. (Toraya, 2001)

En 1902 se establece en la intersección de Malecón y Paseo del Prado una glorieta para ofrecer retretas de la Banda Municipal. En el año siguiente, el departamento de ingenieros de la ciudad estableció nuevas regulaciones para esta zona que son las mismas que se tenían en cuenta para el ensanchamiento de Centro Habana. Exigiéndose que las construcciones que se encontraban en las avenidas principales debieran tener un portal de 3 metros de ancho, abonando al estado dicho terreno en la mitad del precio que representa la parcela. Para 1913 se establece que las construcciones de Malecón deben tener el primer piso elevado a un metro con el objetivo de prevenir las inundaciones que comenzaron a afectar desde 1908 (Colectivo de autores, 2014).

En 1919 el Malecón se había extendido hasta la calzada de Belascoaín. En este tramo se levantaron las primeras edificaciones residenciales notables, tomando el aspecto que lo caracterizó en las primeras décadas de la vida republicana. No se redactaron regulaciones para las edificaciones existe una gran variedad en las fachadas, lo cual trajo seguidores y detractores. (Colectivo de autores, 2014).

Luego se construyó el tercer tramo, prolongando el malecón hasta la calle 23. En la década de los 50 se cambia el carácter del recorrido con la creación de una vía rápida. La zona que se valorará en este estudio corresponde a la franja de Malecón Tradicional, comprendida entre Paseo del Prado y la calle Belascoaín. Con un total de 96 edificaciones distribuidas en 14 manzanas. (Colectivo de autores, 2014).



Fig 2: Ubicación de las edificaciones existentes en el Malecón Tradicional (desde el Paseo del Prado hasta Belascoaín). Fuente: Autores

La fecha de construcción de los inmuebles está dividida en dos etapas principales. La primera etapa de 1901-1902, corresponde a las edificaciones que se encuentran entre las calles Paseo del Prado y Crespo y la segunda etapa de 1902-1919. (Colectivo de autores, 2014).

La composición de la manzana responde a una tipología compacta, con una parcelación diseñada originalmente para una ocupación del 85% del suelo y un 15% libre, siendo estos mayormente patios. La morfología de las manzanas de la zona evidencia que las edificaciones están expuestas de manera bastante desfavorable a las condiciones ambientales por su forma alargada en el frente y de poca profundidad. Todas las edificaciones tienen pared medianera, lo que influye en la aparición de lesiones originadas al demolerse la edificación adyacente, quedando así un nuevo muro de la edificación en contacto directo con el exterior.

### **Algunos aspectos sobre el clima**

El clima de Cuba según la clasificación de Köppen es del tipo cálido tropical, con estación lluviosa en el verano. En general es bastante aceptado expresar que el clima de Cuba es tropical, estacionalmente húmedo, con influencia marítima y rasgos de semi-continentalidad. (Colectivo de autores, 2014).

Predominan los vientos del primer cuadrante con direcciones variables del N al E, debido a la influencia de los vientos Alisios. Generalmente los vientos predominantes son del EN y en meses del verano, se producen del E al SE y del SE. La dirección predominante del viento durante todo el año es del Este.

Dentro del área urbana, la velocidad y dirección del viento cambian bruscamente en dependencia de la orientación, densidad y altura de las edificaciones; las calmas aumentan y puede presentarse retardo en la penetración de la brisa marina. La marcha diaria se caracteriza por la ocurrencia de las mayores velocidades del viento en el horario de la tarde; durante la noche y la madrugada la rapidez disminuye, presentándose el mínimo al final de la misma. A través del año, la rapidez media del viento resulta máxima durante los meses del período poco lluvioso, fundamentalmente de febrero a abril. Los valores mínimos se registran entre junio y septiembre.

Al ser la dirección del viento del Este, la predominante en todo el año, las fachadas sobre las que incide son afectadas por la erosión durante todo este tiempo. Incluso durante eventos hidrometeorológicos al aumentar considerablemente su velocidad se puede apreciar como provoca el baño de las fachadas con agua de mar. Esto sucede producto al efecto de no apantallamiento a la que está sometida la zona de estudio, ya que las fachadas de las edificaciones se encuentran en contacto directo con el aerosol marino sin una barrera que impida o bloquee el paso o enfrentamiento directo hacia ellas.

Al constituir el sector una franja alargada con una disposición este-oeste, puede considerarse que posee una orientación favorable en cuanto al asoleamiento, siendo la fachada norte hacia el Malecón, la más adecuada, pues solo recibe la radiación solar las últimas horas de la tarde.

Esto hace que no suceda como en las edificaciones que tienen la fachada orientadas al sur, en las que la incidencia del sol en los muros de las edificaciones influye en el secado de los mismos siendo determinante en la aparición de alteraciones por humedad. (Colectivo de autores, 2014).



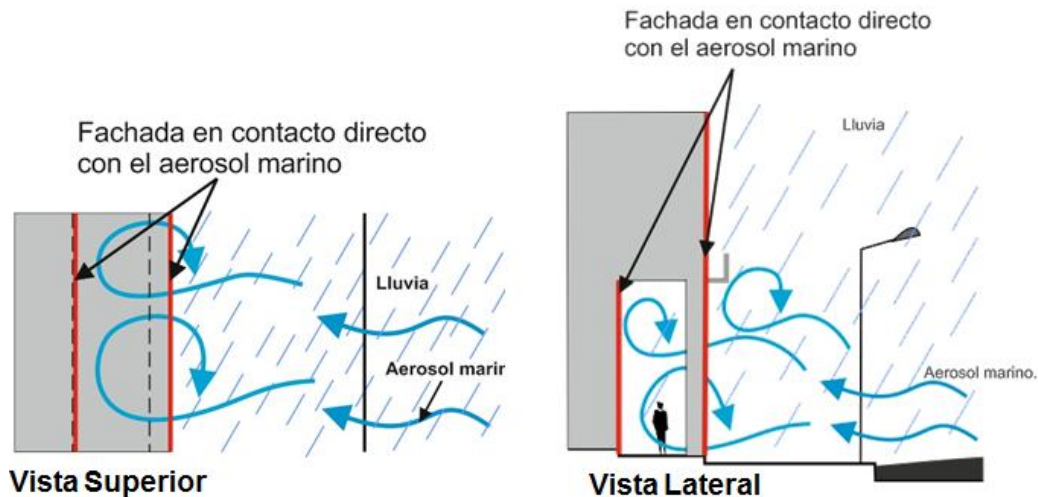


Fig 3: Efecto de no apantallamiento en las fachadas del Malecón Tradicional. Fuente: Autores.

Los edificios con fachadas hacia el oeste, situados en las calles transversales, son los más afectados, sin embargo, la estrechez de estas calles, producen sombras sobre los edificios, que mejora sustancialmente la situación

La propia morfología urbana, en manzanas compactas, origina que el impacto de la radiación solar directa se produzca, principalmente, en las cubiertas planas, y en las fachadas y medianerías de los edificios que sobresalen en altura. El espacio público es el más afectado por el asoleamiento, sobre todo en horas de la tarde.

Según un estudio realizado por el Instituto de Meteorología (INSMET) en la zona del litoral norte habanero, la marcha media anual de la variable para la zona considerada, da que los mayores valores de la temperatura del aire se presentan fundamentalmente en los meses de julio y agosto. Los más bajos se observan en enero y febrero.

La marcha diaria de la temperatura, muestra el máximo poco después del mediodía. Esto conlleva a que durante este período del día el agua proyectada por el viento en las fachadas de las edificaciones, se evapore a mayor velocidad y por lo tanto las sales iones cloruro se quedan impregnadas en el material más rápido. Sin embargo, ocurre todo lo contrario al final de la madrugada, poco antes de salir el sol, que es cuando se muestra el mínimo. (Colectivo de autores, 2014).

Cabe destacar que en el comportamiento de la temperatura del aire en Cuba también se ha detectado una tendencia al calentamiento a través de los años. Los cambios de temperatura son una de las fuentes principales de la aparición de grietas debido a la dilatación y la contracción de los materiales.

De los elementos que componen el clima, la lluvia se considera como el más variable. En la franja costera se puede decir que llueve relativamente poco si se compara con la zona interior de la provincia. El total medio anual es aproximadamente de 1206.9 mm. La época lluviosa se determina de mayo a octubre (que coincide con la temporada ciclónica donde predomina la formación de los

eventos hidrometeorológicos) y las lluvias son menos frecuentes en los meses de noviembre a abril. (Colectivo de autores, 2014).

El mayor número de días con lluvia se reporta en los meses de junio, agosto, septiembre y octubre, con valores entre 12-13. Atendiendo a su distribución temporal se definen dos períodos: el poco lluvioso que abarca los meses de noviembre a abril, en el que ocurre sólo un 35 % del total anual, y el lluvioso, de mayo a octubre, en el que se acumula el restante 65 %. Junio y septiembre son los meses más lluviosos, seguido por octubre; mientras que marzo es el menos lluvioso, seguido por diciembre.

Estas lluvias, vinculadas con la dirección del viento y las partículas que componen el aire de la zona, provocan una acción importante que favorece la penetración del agua de mar en los poros de los materiales con los que están construidas las fachadas de las edificaciones. Esta penetración depende fundamentalmente de las características de los poros que presente el material del muro. (Colectivo de autores, 2014).

Siendo esta una de las causas de la aparición de alteraciones como la erosión y las manchas de humedad. La dimensión de esta penetración no se verifica por una simple inspección organoléptica, es necesario realizar ensayos de laboratorios más rigurosos.

La humedad relativa del aire presenta una marcha anual que se corresponde, en buena medida, con el comportamiento estacional de las precipitaciones. Las medias mensuales más altas se ubican entre junio y octubre con valores entre 76 y 78 %, mientras que los mínimos se reportan de enero a mayo entre 69 y 71%.

La marcha diaria muestra el máximo en horas de la noche y fundamentalmente en la madrugada. Con la salida del sol, la humedad relativa disminuye rápidamente hasta alcanzar su valor mínimo después del mediodía. La oscilación diaria de este elemento es más acentuada que su variación estacional.

El alto grado de humedad en la zona, incluso sin tener en cuenta otros factores como las precipitaciones y la morfología urbana puede causar la aparición de alteraciones relacionadas con la presencia de agua de diversa procedencia al relacionarse con el polvo que el viento traslada de un sitio a otro, y se deposita en las fachadas expuestas de las edificaciones.

La costa norte occidental de Cuba ha sido afectada por la acción destructora del oleaje proveniente del Golfo de México y el Estrecho de la Florida, el cual es producido por fenómenos meteorológicos que se desplazan sobre la zona de estudio y vienen acompañados de áreas generadoras de oleaje que han traído como consecuencia la ocurrencia de inundaciones costeras por penetraciones del mar, particularmente en el Malecón Habanero.

Las zonas de penetración del mar, analizadas como consecuencia del paso del huracán Wilma (en octubre 2005), se clasifican en primaria y secundaria. Siendo la primera de hasta 90m, abarcando todo el sector de estudio, y la segunda de hasta 175 m. La franja del Malecón Tradicional presenta tres zonas críticas de penetración del mar, estas corresponden a los tramos de Malecón entre las calles Paseo del Prado y Cárcel, Águila y Galiano y el tramo comprendido entre Gervasio y Belascoaín. Esto influye en que las edificaciones que se encuentran en estas zonas sean las que están más dañadas por el medio ambiente agresivo y por ello las más deterioradas. (Colectivo de autores, 2014).

Según la población local el nivel del agua durante estas inundaciones alcanzó una altura de hasta 1.50 m y esto ha dejado evidencias en las marcas dejadas por el agua en muchas fachadas e interiores de los edificios. Esto ha sido un factor que favorece la contaminación de los muros.

Posterior a este evento, el mar se mantuvo detenido en los espacios edilicios y demoró en retirarse más de 8 horas. Siempre que se está en presencia de la ocurrencia de algunos eventos hidrometeoro-lógicos similares, estos pueden traer consigo, la aparición posterior en la superficie de los muros, tanto interiores como exteriores, de manchas de humedad con la consiguiente pérdida parcial de materiales de revestimiento.

Por ejemplo, los tipos de inundaciones se organizan de este modo, (Colectivo de autores, 2014):

Inundación ligera: El agua desbordada solo cubre la Avenida Malecón.

Inundación moderada: El agua se extiende hasta la calle San Lázaro, llegando lateralmente hasta la Avenida Prado por las calles Genios y Cárcel, y quedando limitada hacia el Oeste hasta la intersección de Marina y Jovellar.

Inundación fuerte: El agua supera la calle San Lázaro. Se extiende lateralmente hasta la Avenida Prado más allá de la calle Genios, afectando las calles Refugio, Colón, Concordia, Amistad, Trocadero, Crespo, Blanco y San Nicolás hasta la intersección de Laguna y Manrique.

Estos cambios en las afectaciones de las penetraciones del mar, inducidas por los cambios climáticos, están siendo objeto de estudios en profundidad por otro equipo de especialistas, para tener en cuenta las consecuencias y poder prevenir o minimizar los efectos de las mismas.

Respecto al análisis de los viales, el Malecón como vía de borde, tiene categoría de arteria principal. Constituye un eje fundamental de tráfico rodado de la ciudad en dirección este-oeste. Su sección transversal se mantiene constante en la mayor parte del tramo, con un ancho de 30 a 40 m. Las aceras son amplias, al sur con un ancho promedio de 6 metros y al norte de 5 m, que se amplía hasta 13 m en los miradores o terrazas. La faja de rodamiento es de 9 metros (3 sendas de circulación) en cada sentido, con un separador central de 0,50 m pintado sobre el pavimento.

El drenaje superficial se efectúa hacia las canaletas laterales de 0,45 m. Se permiten los giros de derecha para entrar y salir a la vía solamente en la senda sur. Esta vía se considera rápida, con una velocidad máxima de 70 a 80 km/h, lo que limita la accesibilidad peatonal y el desarrollo de actividades propias de un espacio público de estas características.

Respecto al análisis de las edificaciones en la zona de estudio, se puede mencionar que: las alturas de las mismas mantienen un ritmo propio en el perfil urbano, se observan construcciones desde 1 hasta 8 niveles. En la franja existen solo dos hitos (de 14 y 15 niveles respectivamente) construidos entre 1954 y 1958. Esta variedad de alturas de las edificaciones, afecta en cierta medida puesto que, según la ubicación que tengan en la manzana, pueden generar sombras de viento o pantallas, impidiendo el asoleamiento de ciertas zonas húmedas de las edificaciones. Esta situación favorece la aparición de patologías asociadas a la acumulación del agua y polvo, provocando en ocasiones manchas de humedad, entre otras alteraciones macroscópicas.

De las 58 edificaciones existentes en el tramo del Malecón, 37 se caracterizan por el empleo del sistema constructivo de muros de cargas, representando un 63,79 % del total. Estas se corresponden con las edificaciones construidas en los años 20, donde se solía utilizar este sistema de muros que incorporaron soluciones variadas de entresijos en dependencia de los materiales para vigas, viguetas y rellenos, cuya limitación más importante fue el acero. Este sistema constructivo pudiera definirse como “muro de carga y entramados”, es el que mejor se adapta a una edificación tradicional de poca altura, con frentes estrechos, amplios fondos y muros medianeros compartidos. Su principal problema se deriva de la falta de trabazón estructural entre muro y entresijo, pues el apoyo directo de uno sobre otro, carece de tranques horizontales. Su fallo estructural ha provocado el colapso de varios de estos edificios que a medida que se derrumban o son demolidos, agravan el

problema al aparecer muros de carga medianeros descompensados en su carga (excentricidades) y expuestos a un mayor deterioro. (Colectivo de autores, 2014)

El otro sistema usado corresponde al sistema de pórticos. Este es usado en 19 edificaciones de la zona de estudio, representando un 32,75% del total. Este sistema surge después de los años 30, utilizando como materiales el acero en la edificación, la piedra en 13 edificaciones y el hormigón armado en 5 edificaciones, en estas últimas el acero corrugado en su interior tiene una gran responsabilidad, pero debido a la poca experiencia en sus inicios y la fuerte agresión del medio, las secciones y el recubrimiento de las columnas y vigas que los componen se ven afectadas y se reducen las propiedades de las armaduras por procesos de corrosión del acero provocando el eventual colapso.

Vale la pena insistir en que, para estos sistemas constructivos (sus elementos y materiales componentes), la agresión de un medio tan húmedo y salino, con lluvias torrenciales en la época de verano, fuertes vientos y penetración del mar en invierno, produce deterioros generalizados en los diferentes elementos que componen las edificaciones.

La geometría de las fachadas responde a los códigos arquitectónicos de la época de construcción, primeras décadas del siglo XX. La pródiga ornamentación que acompaña la expresión ecléctica que domina esta etapa (presente en 42 edificaciones que representan el 72,41 % del total de las del sitio) se reconoce en la actualidad como una “limitación en el diseño”.

Al usarse como ornamentación de forma profusa las molduras, los elementos decorativos; y los entrantes y salientes en las fachadas, se crean espacios o “vericuetos” donde se acumula la suciedad y se favorece, por tanto, el estancamiento de pequeñas cantidades de agua (imperceptibles en ocasiones), provocando la aparición de la humedad y por tanto la aparición de lesiones físicas o alteraciones macroscópicas en los elementos constructivos.

A modo de resumen se puede decir que: la zona del Malecón Tradicional, presenta aspectos importantes que la definen como ubicada en un ambiente altamente agresivo. Es obvio que el clima juega un papel fundamental en dicha clasificación. Aspectos como el no apantallamiento, la velocidad y dirección del viento, las penetraciones del mar, los cambios de temperatura, la contaminación ambiental, son los factores principales que favorecen la deposición de las sales en el interior de las estructuras de los muros y como consecuencia la aparición de diversas alteraciones. Esto va acompañado de aspectos de diseño que limitan la protección de las edificaciones como la “discontinuidad” de sus fachadas que quedan totalmente expuestas.

La Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”, Cujae, específicamente la Facultad de Arquitectura, con el apoyo de profesores y estudiantes en sus tesis de diploma y doctorados, profundiza en diversos temas como por ejemplo: el estudio del estado técnico de las edificaciones que se ubican en este borde a partir de conocer los materiales que componen los muros exteriores, buscando el vínculo entre el diagnóstico organoléptico, el trabajo de campo y los ensayos de laboratorio para evaluar de manera sistémica este particular y encontrar las verdaderas causas del estado patológico que presentan. Con este aporte certero, se podrán dar soluciones de mayor calidad y durabilidad. Otro de los temas tratados en este resultado, se refiere a brindar un abanico de posibles soluciones a escala urbana y arquitectónica para ralentizar la incidencia o consecuencias que ocasionan a todo este conjunto, las penetraciones del mar y las afectaciones de los eventos hidrometeorológicos, que con los recientes cambios climáticos se hacen más frecuentes y devastadores.

Las investigaciones realizadas han arrojado que un alto porcentaje de las acciones de rehabilitación o mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, que se aplican a las edificaciones ubicadas en esta zona, tienen resultados de poca durabilidad. Esto es debido no solo a las condiciones medio ambientales del sitio, sino también, al deterioro producido por varias causas entre las que se pueden listar: el uso inadecuado de materiales, las acciones de reparación que se realizan y no usan materiales compatibles con los existentes, así como la carencia de acciones de mantenimiento, por lo que han provocado un deterioro profundo en todas las edificaciones ubicadas en este tramo.

Por todas las razones anteriormente descritas es que se considera que el Malecón Habanero y en particular el llamado Malecón Tradicional, es una zona **Vulnerable**, sometida a múltiples variables y condiciones de riesgo que combinadas, aumentan esta condición. Las autoridades locales, insisten en incentivar la relación universidad-empresa-actores comunitarios, para conformar equipos multidisciplinarios que realicen de forma participativa e incluyente, investigaciones cuyo objetivo principal sea lograr minimizar los impactos negativos de estas situaciones adversas y enfrentar los **Retos** que surgen a diario. Lograr **Propuestas** que se puedan aplicar y generalizar en el área es una de las intenciones concientes del equipo multidisciplinario que trabaja a tal efecto.

### Analisis de las vulnerabilidades.

En la carrera de Arquitectura que se imparte en la facultad del mismo nombre en la Cujae, se ha utilizado una metodología para enseñar a los estudiantes en la asignatura de Patología (que se cursa en el cuarto año de la carrera), cómo se realiza el diagnóstico de las edificaciones, según se ha mencionado anteriormente. En la investigación realizada se usan dichos conocimientos sobre varios métodos empleados a escala nacional e internacional, en el campo profesional para el diagnóstico, pero básicamente se profundiza en el tipo de diagnóstico organoléptico basado en la inspección visual. Se insiste en que, en este tipo de diagnóstico, solo se puede definir la superficie que ocupan y la familia a que pertenecen las alteraciones, no se logra evidenciar la profundidad de las mismas, ni tampoco aporta información sobre las condiciones internas en que se encuentra el material de que está constituido el soporte en cuestión.

En la investigación que se comenzó desde el año 2000 relacionado con el proyecto “Reparación y mantenimiento de edificios de vivienda en Cuba”, (Proyecto coordinado por la Dr. Arq. Ada Esther Portero Ricol realizado en alianza con un grupo multidisciplinario de profesionales de varias instituciones), se han podido evidenciar la corta durabilidad y mala calidad de las intervenciones de rehabilitación realizadas en las edificaciones del malecón tradicional durante más de 10 años. (Jardo, 2010), (Valdés, 2015), (Rosa, 2015).

Todas las intervenciones realizadas por más de 15 años, han tenido como antecedentes la realización de un diagnóstico organoléptico ejecutado por técnicos de la oficina de proyectos dedicada a estudiar la zona del malecón.

Por las razones antes expuestas, revisando los resultados de más de 15 trabajos de diploma y prácticas laborales realizadas en el sitio de estudio por un periodo de más de 15 años, es que se considera necesario proponer un sistema integrado de diagnóstico, para no sólo identificar (diagnóstico organoléptico) lo que sucede a escala macroscópica en el material de terminación de los muros que son los elementos a estudiar en esta investigación, sino también, conocer con más

detalles (ensayos de campo y laboratorio) las características del material constituyente del muro, sean de ladrillos o bloques de hormigón, y por ende los cambios internos que han tenido.

Teniendo en cuenta lo anteriormente explicado se estableció una secuencia o forma particular para realizar el diagnóstico organoléptico, no solo observando la superficie exterior del muro sino favoreciendo que se pudiera revisar la misma de manera más detallada. Para esto, un grupo multidisciplinario integrado por especialistas de la Oficina de Inversiones del Plan Malecón, de la Facultad de Arquitectura de la Cujae y especialistas e ingenieros químicos del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC), definieron (tomando en cuenta lo investigado en el repertorio internacional para este tipo de análisis) que para lograr un diagnóstico más detallado de cada una de las partes revisadas en cada edificación, lo más conveniente era utilizar un método de inspección que dividiera las superficies de las fachadas en una retícula de 2.00 x 2.00 metros. De este modo, se podrían ubicar las alteraciones de manera más precisa, y a esto se agregaría el análisis en profundidad. Esto quiere decir que no solo se harían los análisis de la magnitud superficial que ocupaban las diversas alteraciones macroscópicas vistas en los muros (elevaciones) sino también, su magnitud en profundidad lo cual se identificaría en los cortes hechos de forma intencionada.

Además, para lograr un mejor entendimiento de la información que se debía aportar en las elevaciones y cortes, en cada retícula se representarían mediante manchas de colores, las alteraciones encontradas en cada edificación.

También es importante aclarar que, por el criterio de estos especialistas implicados en la investigación, se decidió que los muros más vulnerables en toda la zona de estudio son justamente los correspondientes a las fachadas de los frentes de lotes. Son muros exteriores que en el caso del Malecón Tradicional tienen algunas características particulares, como:

- Estar retirados entre 30 m y 35 m de la línea del muro del malecón.
- Están precedidos por columnas de piedra en su mayoría, de 0,50 m x 0,50 m aproximadamente.

Una vez que los muros están cuadrículados, se procede a la ubicación de las alteraciones observadas. Esta información tanto en elevación como en sección se realiza para cada cuadrante a modo de identificar de forma detallada lo que está ocurriendo en todo el muro por cada cuadrante.

Como parte de la metodología usada en la investigación, se diseñó de forma conjunta entre especialistas y estudiantes, un grupo de ensayos, tanto de campo como de laboratorio, para obtener diversas informaciones necesarias sobre las condiciones en que se encontraba cada soporte (muros) de las edificaciones ubicadas en el tramo del Malecón Tradicional seleccionadas.

Luego de realizar un análisis de las edificaciones existentes en esta franja, con la ayuda de especialistas de la Oficina de Inversiones del Plan Malecón, se seleccionaron 58 edificaciones para conformar el universo, puesto que no se tiene previsto realizar ninguna acción (rehabilitación, demolición u otra) en los próximos 5 años. A estas edificaciones se les realizó el levantamiento y el diagnóstico organoléptico explicado anteriormente, cuyos resultados se expusieron en fichas técnicas. Estas fichas plasman desde datos generales de la edificación hasta el análisis detallado de las fachadas de las mismas. Pueden tener diferente cantidad de páginas según la complejidad de la edificación que se analiza. También se incluyó en las mismas el diagnóstico realizado por los estudiantes del trabajo de diploma involucrados en el periodo anterior en la misma zona, con el

objetivo de evaluar de forma comparativa las alteraciones detectadas en aquel momento (2014-16) y las detectadas en la investigación en curso (2016-18).

Para efectuar un estudio profundo apoyado en los ensayos de campo y de laboratorio fundamentados anteriormente, se decidió tomar como muestra cuatro edificaciones ubicadas justamente en las zonas de mayor exposición y que tuvieran en sus muros de fachada los materiales ladrillo y/o bloques de hormigón. Las cuatro edificaciones seleccionadas como muestra cumplen con los siguientes indicadores:

- Todas están ubicadas en algunas de las tres zonas de mayor exposición del Malecón Tradicional (zona seleccionada para el estudio).
- Todas están favorecidas por el régimen de vientos que enfrentan de forma directa y no incide el efecto de apantallamiento.
- Todas tienen una altura promedio entre dos y tres niveles, común en los edificios de esta zona, (lo que además favorece la colocación de las muestras para los ensayos a realizar).
- Todas tienen los muros exteriores considerados como las fachadas construidas con obras de fábrica de ladrillos o bloques de hormigón, en ocasiones de piedra.
- Todas las edificaciones tienen diferente ubicación respecto a la manzana. Tres son medianeras y una está ubicada en esquina.
- Todas las edificaciones presentan algún tipo de servicio en planta baja, aunque originalmente fueron diseñadas para la función de vivienda.

Para realizar el diagnóstico detallado de cada edificación se siguieron los siguientes pasos:

1. Indicación de la fachada dividida por cuadrículas con las dimensiones en altura y en la dirección del ancho del lote.
2. Colocación de las alteraciones macroscópicas en la fachada.

Una vez que se evidencia la superposición de las alteraciones en la fachada se procedería al análisis detallado de las mismas por cada cuadrícula, posteriormente el cálculo de las magnitudes de las alteraciones se realiza a través de la cuadrícula de 2x2 m el resultado se expresa en m<sup>2</sup>. De ese modo se analiza alteración por alteración mencionando todas sus características y dimensiones, apoyando los análisis con elevaciones, detalles y cortes.

Luego de realizar el diagnóstico detallado en las cuatro edificaciones de la muestra, se pudo observar que existen tres alteraciones fundamentales: la suciedad que afecta la terminación superficial de los muros, la erosión que afecta además de la capa superficial también el material del propio muro y además la oxidación de los aceros presentes en elementos exteriores como las barandas y elementos de protección de ventanas y puertas, pero también en los aceros de refuerzo de la estructura vertical como las columnas. Estas alteraciones se encuentran agudizadas en los primeros niveles de las edificaciones, reduciendo su magnitud en los niveles superiores y están presentes en todas las edificaciones de la muestra.

Existen otras alteraciones como las manchas y presencia de humedad, en las cuales es importante recalcar que el exceso de esta alteración en los muros, debido a condensaciones, remotes capilares de humedad o infiltraciones provocan serios problemas de salud para sus inquilinos, además de ser la principal causa de la aparición de otras alteraciones. Por esto quienes viven en edificios

“húmedos o con presencia de mohos” tienen más del 75 % de probabilidades de tener enfermedades respiratorias agudas como asma, rinitis crónicas y alergias. También es importante decir que la humedad es la que inicia el deterioro químico o biológico de los materiales y empeora la calidad del aire. (Comerma, 2006)

### DIAGNOSTICO TECNICO -CONSTRUCTIVO. MALECON TRADICIONAL

Fecha de realizado : enero-junio,2016

**GENERALES**

Dirección Postal: Malecón #217 / Águila y Blanco No. UBIT: 217\_0039

Uso original: Asociación de viajes de la República de Cuba.

Uso actual: Viviendas (bajo), Oficinas de Inversiones de Malecón.

Año de construcción: 1902-18 Tipología Funcional: doméstica

Estilo Arquitectónico: Edéctico  Sótano

Orientación de la fachada: Noroeste Niveles: 3

Morfología Urbana: Compacta Cantidad de fachadas: 1

Relación con la manzana: Medianero Superficie: 332 m2

Sistema estructural: muros de carga Altura total: 15,40

Material de columnas: Ladrillo Sección: 60x30

Material de muro exterior: Ladrillo Espesor:

Material de muro interior: Ladrillo Espesor:

Balcones  Logia  Terraza  Terraza acristalada

Sistema horizontal de entrepiso: Viga y Losa

Material de la cubierta: Espesor:

Tipo de patio

Central  Lateral derecho

Patinejo  Lateral izquierdo

Traspatio  Sin patio

Otro ¿Cuál?:

Tipo de revestimiento:

Fino  Sin revestimiento

Grueso  Betón  Otro

Cristico  Enchapes ¿Cuál?:

Tipo de determinación superficial:

Pintura a la cal  Enchape de piedra natural

Pintura al silicato  Enchape de piedra artificial

Pintura plástica  Enchape de material artificial

Mortero con resina  Otro

Mortero base de cal ¿Cuál?:

Valores:

Artístico  Ecológico  Científico-Técnico

Antigüedad  Ambiental  Excepcionalidad

Integridad  Funcional  de Documento

Autenticidad  Histórico  de Significado

Social  Arquitectónico  de Testimonio

Intervenciones anteriores (fecha y acciones realizadas): 2007-2008.

**DIAGNOSTICO FACHADA**

Localización de las alteraciones identificadas:

**LEYENDA**

<span style="color: blue;">■</span> HUMEDAD	<span style="color: green;">■</span> EFLORESCENCIA
<span style="color: yellow;">■</span> EROSIÓN	<span style="color: orange;">■</span> MODIFICACIONES ANTROPICAS
<span style="color: purple;">■</span> SUCIEDAD	<span style="color: red;">■</span> DESPRENDIMIENTO DE PINTURA Y DECOLORACIÓN
<span style="color: black;">■</span> OXIDACIÓN - CORROSIÓN	<span style="color: blue;">■</span> DESPRENDIMIENTO DEL REVESTIMIENTO
<span style="color: black;">■</span> MECANICAS (DEFORMACIONES, GRIETAS, FIBRAS, DESPRENDIMIENTOS)	

**LEYENDA**

Alteración: Suciedad

Localización de la alteración

Cuadrante A4

Alteraciones detectadas	
MODIFICACIONES SUPERFICIALES	
<input type="checkbox"/> Costra	Magnitud: m2
<input checked="" type="checkbox"/> Suciedad	Magnitud: 45 m2
<input type="checkbox"/> Manchas de Humedad	Magnitud: m2
<input type="checkbox"/> Eflorescencias	Magnitud: m2
<input type="checkbox"/> Decoloración	Magnitud: m2
<input type="checkbox"/> Desprendimiento de pintura	Magnitud: m2
ELIMINACIÓN O PÉRDIDA DE MATERIA	
<input type="checkbox"/> Erosión	Magnitud: m2
<input type="checkbox"/> Desprendimiento de material	Magnitud: m2
<input type="checkbox"/> Desprendimiento del revestimiento	Magnitud: m2
<input checked="" type="checkbox"/> Abofado	Magnitud: 1 m2
RUPTURAS	
<input type="checkbox"/> Fisuras	Magnitud: m2
<input type="checkbox"/> Grieta Inclinada	Magnitud: m2
<input type="checkbox"/> Grieta Horizontal	Magnitud: m2
<input type="checkbox"/> Grieta Vertical	Magnitud: m2
<input type="checkbox"/> Desplome o Vuelco	Magnitud: m2
<input checked="" type="checkbox"/> Oxidación de aceros	Magnitud: 8 m2
OTRAS	
<input type="checkbox"/> Modificaciones Antrópicas	Magnitud: m2
<input type="checkbox"/> Especies vegetales	Magnitud: m2

Fig. 4. Ejemplo de Ficha Técnica (dos de las cinco páginas totales) del edificio de la muestra con dirección malecón # 217 (M-217). Fuente: Autores

En paralelo a la etapa de realización del diagnóstico organoléptico, se decidió comenzar la del ensayo de caracterización ambiental, teniendo en cuenta lo que se expone en la norma (ISO 9223:2012(E), 2012). Para la colocación del ensayo de caracterización ambiental, se decidió sustituir dos de las edificaciones originales de la muestra por otras que cumplieran con los requisitos previos relacionados. Esto se debió a que, en las edificaciones seleccionadas inicialmente, no se pudo contar con las condiciones de seguridad necesarias para el cuidado y control de los equipos que se colocarían, así como no existe el personal que permitiera el acceso a ellos para la sustitución de las muestras en el período establecido (12 horas).



En las edificaciones seleccionadas se colocaron soportes de contaminantes atmosféricos y en ellos, a su vez, las probetas de acero al carbono y los captadores de los contaminantes atmosféricos. Los soportes se colocaron en los cuatro puntos de exposición en lugares que fueran de fácil acceso para sus cambios mensuales, también para que estuvieran protegidos de cualquier agente externo que pudiera alterar los resultados. En el caso de dos de los cuatro puntos, se colocaron a distintas alturas para favorecer la comparación de los niveles de contaminación atmosférica.

Como parte de los resultados de los ensayos de caracterización ambiental se pueden mencionar algunos más relevantes. Por ejemplo, los que se listan a continuación:

En cuanto a la velocidad de deposición de sales de iones cloruro, la zona se encuentra en la clasificación más crítica, sobrepasando el rango máximo posible clasificado. Esto quiere decir que estas edificaciones están sometidas a una elevada incidencia de sales iones cloruro, lo que está relacionado directamente con la aparición de las alteraciones como la erosión, oxidación de los aceros de elementos como las columnas y barandas, así como rejas de ventanas y se justifica la alta magnitud de las mismas en la fachada, también en el caso de la alteración suciedad presente en los soportes seleccionados (lo cual ha sido analizado y obtenido como resultado en el diagnóstico detallado).

En cuanto a la concentración de sulfato de la zona y su velocidad de deposición, de acuerdo con los datos obtenidos clasifican a la zona como de “atmósfera industrial altamente contaminada”, según la norma (ISO 9232:2012E, 2012). Esta alta concentración de sulfato es una de las posibles causas de las grandes magnitudes de las alteraciones identificadas mediante el diagnóstico como la suciedad y la erosión en las fachadas analizadas. También el rango de los datos obtenidos califica a la zona como de “atmósfera urbana”, lo cual en algunos casos indica que al estar ubicada a más altura se comprueba que la magnitud de las alteraciones disminuye a medida que aumenten los niveles de la edificación.

En cuanto a la concentración de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), los valores obtenidos en la zona sobrepasan la concentración máxima admisible que se plantea en la norma (ISO 9232:2012E, 2012), por lo que están dentro de la categoría “deficiente”. El (NO<sub>2</sub>) es considerado uno de los contaminantes atmosféricos y por tanto influyen también en la aparición de las alteraciones encontradas en esta edificación, pero tiene más influencia en la calidad del aire de la zona analizada.

La categoría corrosiva de la atmósfera, según los resultados obtenidos y la (ISO 9232:2012E, 2012), es considerada como media. Sin embargo, como el tiempo de exposición fue menor (1mes) que el recomendado de un año de estudio, debido a planificarse dentro del periodo lectivo correspondiente a un trabajo de diploma, se puede prever que, en condiciones normales, los valores continuarían aumentando en los 11 meses restantes que quedan por evaluar y por tanto aumentaría considerablemente el nivel de agresividad corrosiva de la zona. Esta categoría es la causa fundamental de la aparición de alteraciones como la oxidación de aceros en elementos externos como barandas, rejas y elementos estructurales como columnas exteriores, fisuras y grietas y desprendimiento del revestimiento superficial.

Según estos análisis apoyados en el diagnóstico y en los ensayos de campo, se puede afirmar que las edificaciones se encuentran más deterioradas en los niveles inferiores.

Sin embargo, se comprobó que este diagnóstico organoléptico, no fue suficiente para obtener un análisis profundo de los altos niveles de deterioro de las edificaciones. Por lo que una de las conclusiones de esta investigación refiere dar la importancia adecuada a la necesidad de integrar este tipo de diagnóstico con los ensayos de campo y laboratorio. Sin esta integración oportuna, los

resultados son muy limitados en cuanto a conocer las causas exactas de las alteraciones y las propiedades de los materiales que componen el muro y, por tanto, las posibles intervenciones que se propongan tendrían limitaciones (como ha ocurrido en los años anteriores que verifica este estudio).

Un resultado interesante que ha sido obtenido por primera vez en esta investigación es que:

- No existe ninguna industria ubicada en las cercanías de la zona de estudio (en un radio entre 100 y 500 metros). Pero los valores que arroja el ensayo de campo y laboratorio, quedan justificados ya que al no existir el efecto de apantallamiento que favorece el diseño de la arquitectura de la zona, los vientos predominantes desplazan las partículas de sulfato proveniente de las industrias cercanas, ubicadas en un radio mayor de 500 metros (Refinería, Molino de trigo, Fábrica de gas) y las impacta contra los muros (Valdes, 2016). Además, que están presentes en la zona de estudio dos tipos de compuestos de azufre o sulfato que son consecuencia del tráfico vehicular y otros componentes.

### **Propuestas para minimizar el impacto de factores negativos. Retos y posibles soluciones.**

Después de captar los resultados arrojados por el sistema de diagnóstico que se usó para esta investigación, se pueden observar las vulnerabilidades que posee la zona del Malecón Tradicional Habanero. En consecuencia, combinados con los valores históricos, culturales, técnicos, ambientales, sociales, entre otros, que presenta la zona, es que se tienen grandes retos que salvar para lograr la recuperación de ese patrimonio tan importante dentro de la ciudad.

A continuación, se abordan reflexiones y se mencionan algunas propuestas de soluciones para salvar con la calidad requerida el sistema patológico identificado.

Con los análisis realizados en el ensayo de caracterización ambiental acerca de las concentraciones y velocidad de deposición de las sales iones cloruros, sulfatos, dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), así como la velocidad de corrosión, se pueden determinar aspectos a tener en cuenta para la selección de los materiales de terminación para la protección de los muros.

Si el nivel de agresividad corrosiva de la atmósfera es elevado quiere decir que una estructura de cualquier material de la construcción se va a ver afectada ya que ocurren ciertos procesos de deterioro tanto en las estructuras de ladrillo como bloques de hormigón, así como en la piedra, que consisten en la cristalización de las sales. (Valdés, 2016)

Esto ocurre producto de la deposición de sales cloruros y sulfatos en forma de solución salina, quiere decir en estado húmedo, que al penetrar hacia el interior del muro ocurren una serie de reacciones con los componentes químicos del material. En ambos casos, bloques de hormigón y ladrillo el componente químico con el cual reaccionan es el hidróxido de calcio.

Después de entender las causas principales de la aparición de estas alteraciones macroscópicas en los muros de las fachadas de las edificaciones se concluye que solamente existen dos vías para la eliminación o desaparición de las mismas.

La primera vía de solución consiste en no permitir que los contaminantes atmosféricos penetren en los muros, los mismos deben ser totalmente impermeables.

La segunda vía, por otra parte, consiste en todo lo contrario, justamente en permitir que los contaminantes atmosféricos penetren en los muros, pero que no se retengan en su interior o sea que salgan de nuevo al exterior a la mayor brevedad posible.

### *Primera propuesta de variante de posible solución.*

En el caso de los muros de bloques de hormigón algunos de los aspectos que se deben tener en cuenta para la protección de los mismos son, la correcta dosificación de los morteros de terminación, y que los espesores de recubrimiento deben ser entre 4 y 6 cm. (Valdés, 2013)

Los sistemas de protección que han sido más eficaces para las estructuras de muros de bloques de hormigón en climas tropicales costeros muy agresivos como el de Cuba son a base de pinturas acrílicas. En el caso de ser un mortero de recubrimiento virgen esta pintura acrílica debe aplicarse primeramente al 33% diluida en agua y en 24 horas se aplica la segunda mano con la pintura sin solución de agua o sea en estado viscoso. (Valdés, 2016)

En el caso de los muros de ladrillos ya existentes en la zona de estudio los aspectos principales a tener en cuenta son la correcta dosificación de los morteros de recubrimiento y que las terminaciones deben ser lisas, evitando todo lo que sea poroso o con oquedades, para impedir la penetración de las sales.

El sistema de protección más eficaz que debe ser utilizado son las pinturas acrílicas, aplicando el mismo procedimiento que para los muros de bloques de hormigón. (Valdés, 2016)

Cuando se pretenda dejar el ladrillo a vista entonces los sistemas de protección que se deben utilizar son a base de silano y siloxano, que son líquidos incoloros a bases de compuestos poliméricos, se aplican en forma de spray o en forma de brocha, esto le da un grado de protección al ladrillo en sitios costeros que le permite resistir el elevado nivel de corrosividad.

### *Segunda propuesta de variante de solución.*

En este caso es necesario conocer algunas características que debe tener el muro para la protección de los mismos si se tiene en cuenta esta vía de solución.

La principal propiedad que deben tener los muros es que el mortero de terminación sea de un material transpirable y obviamente que tenga durabilidad. De la manera tradicional esto no se logra porque los morteros al presentar cemento en su dosificación son rígidos y permiten que sales se queden en el interior de muro propiciando la aparición de las alteraciones. (Kerakoll, 2015)

Por lo tanto, se necesita que el nuevo mortero de recubrimiento o terminación a utilizarse “diluya” la humedad, permita que los contaminantes atmosféricos pasen a través del muro para que no se retengan en su interior. A su vez, esto trae consigo que cumplan con otras propiedades como; que sea de elevada porosidad y permeabilidad al vapor de agua, que presente absorción capilar baja y permita un continuo intercambio de aire y vapor a través de los muros para sanear la fachada de manera permanente.

Otras de las características de los tratamientos que se aborden para solucionar los problemas existentes en estos muros, ya sean de ladrillo o bloques de hormigón, son que deben ser beneficiosos para el medio ambiente, reduciendo las emisiones de (CO<sub>2</sub>), deben limitar las patologías derivadas del Síndrome del Edificio Enfermo, deben evitar la proliferación de mohos, hongos y bacterias para garantizar la salubridad de los ambientes domésticos e incrementar el confort y la calidad de vida. También deben tener beneficios económicos que impliquen menos gastos de mantenimiento, y menos gastos como consecuencia de reparaciones continuas. (Kerakoll, 2015).

Como resumen antes de pasar a las principales conclusiones del trabajo se puede confirmar que la zona del Malecón Tradicional Habanero, es muy vulnerable por varios factores que inciden en ella, los cuales ya han sido mencionados en esta comunicación. Se trabaja fuertemente por parte de diversas instituciones unidas con la población del lugar por conservar este patrimonio de tantos valores. En este nuevo siglo 21 se continua enfrentando todos los retos y profundizando en los estudios para buscar soluciones que ralenticen los impactos negativos sobre el patrimonio edilicio ubicado en esta franja.

Además, se quiere insistir que, ante las condiciones epidemilógicas impuestas por la aparición de la pandemia del Covid 19, oficializada en Cuba desde marzo del 2020, se enfrentan nuevos retos producto de las situaciones que enfrenta el país actualmente. El recrudecimiento del bloqueo económico que ejerce Estados Unidos contra Cuba, incide de forma superlativa en todos los campos de la economía del país, por supuesto en lo social, en el desarrollo de las construcciones, en el control sanitario y de la salud. No obstante, el gobierno y las direcciones territoriales de proyecto, la oficina del Historiador del Centro Histórico, la propia oficina de Malecón, así como las universidades y centros de investigación científica, siguen trabajando arduamente por mantener el propósito de tener un Patrimonio Cultural protegido a la altura que merece el pueblo y la sociedad cubana en general, para Cuba y para el mundo.

## Conclusiones

1. El litoral habanero posee características de zonas de nivel alto y extremo de agresividad corrosiva. Ha quedado demostrado que los factores climáticos son los principales causantes de las alteraciones macroscópicas identificadas en las edificaciones del Malecón Tradicional
2. Por sus características morfo-tipológicas y de orientación, las edificaciones que se encuentran en el Malecón Tradicional están expuestas en su totalidad a la acción del medio ambiente agresivo del litoral norte habanero.
3. El factor de no apantallamiento es fundamental para que la zona de estudio sea clasificada como zona de agresividad corrosiva alta o extrema.
4. Las condiciones climáticas y la contaminación atmosférica son factores que influyen en la aparición de las alteraciones que se identifican en los edificios de la zona de estudio. Se demostró que las variables meteorológicas que más influyen en la deposición y concentración de contaminantes, en el interior de la edificación, son la velocidad y dirección del viento, así como la humedad relativa y la temperatura.
5. Es necesario realizar el diagnóstico detallado combinado con los ensayos de campo y de laboratorios para lograr la fundamentación precisa sobre las causas que provocan las alteraciones macroscópicas que se identifican en las fachadas y, por lo tanto, favorecer los mejores tratamientos para eliminarlas.

6. Se pudo demostrar que con el sistema de diagnóstico integrado se puede lograr un proceso mejor fundamentado alteración- causa- propuesta de solución, con un impacto positivo en la relación calidad-durabilidad de las acciones de rehabilitación que se realicen.

## Bibliografía

- (Colectivo de autores, 2014). El Malecón Tradicional Plan Especial de Rehabilitación Integral Centro Habana. La Habana: Ediciones Boloña.
- Comerma, B. I. (2006). Enciclopedia Broto de Patologías de la construcción. LINKS International.
- ISO 9223:2012(E). (2012). Corrosion of metals and alloys — Corrosivity of atmospheres— Classification, determination and estimation.
- Jardo, A. M. (2010). Evaluación del empleo de tecnologías y materiales de última generación en la recuperación de edificios de vivienda en zonas de valor. Estudio de caso Malecón Tradicional. La Habana. Tesis de Especialidad.
- KERAKOLL. (2015). Biocalce Zocalo Deshumifica tu hogar. KERAKOLL The GreenBuilding Company.
- Ricol., D. E. (2016). Influencia del diagnóstico en las acciones constructivas realizadas en diferentes zonas de estudio. La relación calidad-durabilidad; Conferencias impartidas en la maestría de vivienda social. Tecnologías Tradicionales para la rehabilitación de viviendas. Habana Vieja.
- Rosa, N. P. (2015). Impacto del Diagnóstico en acciones constructivas inadecuadas en las edificaciones con muros de ladrillo; piedra y bloques de hormigón. Caso de estudio : Malecón Tradicional entre Prado y Galeano. La Habana. Trabajo de Diploma. Cujae.
- Toraya, J. d. (2001). 500 años de Construcción en Cuba. La Habana: Servicios Gráficos y Editorial, S.L.
- Valdés, M. A. (2016). Impacto del Diagnóstico en acciones constructivas inadecuadas en las edificaciones con muros de ladrillo; piedra y bloques de hormigón. Caso de estudio : Malecón Tradicional entre Galeano y Belascoaín. La Habana. Trabajo de Diploma. Cujae
- Valdés, M. C. (2013). Estudio de la Corrosión Atmosférica del acero de refuerzo embebido en el hormigón armado en la Habana. La Habana. Tesis de Maestría. Cujae.