

**EJERCICIO DE  
CULMINACIÓN DE  
ESTUDIOS:**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**Título del trabajo: Ensayos destructivos y no destructivos previos al diagnóstico estructural de Hostal Cuidamar con el uso de equipos experimentales.**

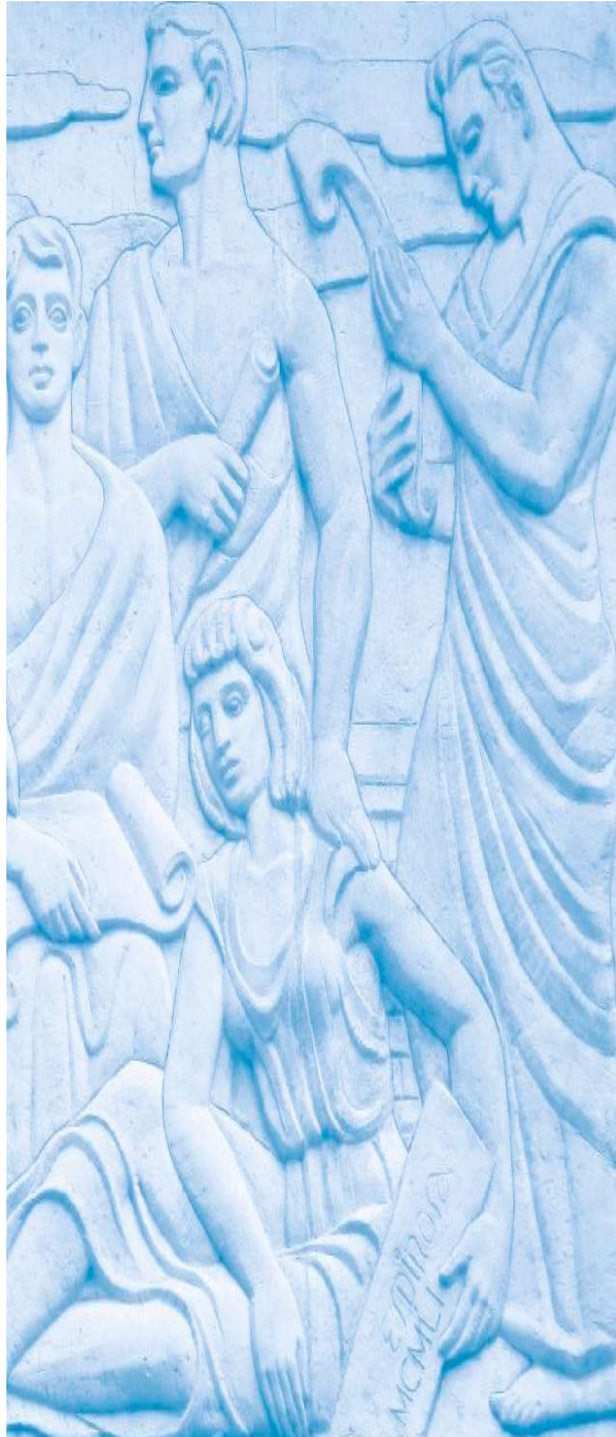
**Trabajo presentado en  
opción al título de Arquitecto**

**Autor: Laura Bayard Cala**

**Ciudad SANTIAGO DE CUBA**

**Año 64 de la Revolución**

**Año 2022**



**EJERCICIO DE  
CULMINACIÓN DE  
ESTUDIOS:**

**PROYECTO PROFESIONAL**

**Título del trabajo: Ensayos destructivos y no destructivos previos al diagnóstico estructural de Hostal Cuidamar con el uso de equipos experimentales.**

**Trabajo presentado en  
opción al título de Arquitecto**

**Autor: Laura Bayard Cala**

**Tutora: MSc. Ing. Estrella  
Roca Fernández**

**Ciudad SANTIAGO DE CUBA**

**Año 64 de la Revolución**

**Año 2022**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Se declara oficialmente que la diplomante: Laura Bayard Cala estudiante de la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la Facultad de Construcciones en la Universidad de Oriente es autor del: Trabajo de Diploma titulado: Ensayos destructivos y no destructivos previos al diagnóstico estructural del futuro Hostal Cuidamar con el uso de equipos experimentales. en conjunto con la tutora MSc. Ing. Estrella Roca Fernández. Se autoriza a las instituciones implicadas UO-ENIA-EMPROY15 a hacer uso del mismo con la referencia a la autoría que corresponde.

Línea y sublínea de Investigación: La conservación y desarrollo del patrimonio tangible e intangible.

Impacto social y ambiental y económico:

Con la realización de ensayos destructivos y no destructivos para llegar al proyecto de rehabilitación del inmueble y lograr un cambio de uso seguro hacia el futuro Hotel Cuidamar tendrá impacto social, ya que crea nuevas oportunidades de trabajo local y conlleva una mejora en la calidad de vida de la comunidad. El proyecto del edificio preservará el medio cultural y natural que lo rodea. La edificación prevista a ser explotada con fines turísticos contribuye a la economía del país en vis de desarrollo.

Sectores estratégicos: Turismo, Servicios técnicos profesionales.

Para dar fe de la autoría del trabajo, se firma a los 17 días del mes de noviembre del año 2022.

Firmas

Nombre y Apellidos de estudiante: Laura Bayard Cala.



Nombres y Apellidos de tutor (es): MSc. Ing. Estrella Roca Fernández.





Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería No.15.

Santiago de Cuba, 15 noviembre de 2022.

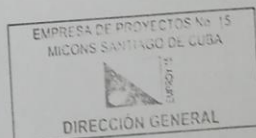
“Año 64 de la Revolución”

A través de la presente doy fe de que la estudiante Laura Bayard Cala ha realizado una investigación de ensayos destructivos y no destructivos en la edificación Casa de Visita Ciudadamar haciendo un detallado levantamiento de lecciones, utilizando los siguientes equipos y técnicas:

- Detector de armadura utilizado en losas vigas y columnas
- Ultrasonido del hormigón utilizado en testigos
- Carbonatación utilizada en testigos
- Lupa de contacto y regla poliéster transparente utilizado para medir y levantar fisuras
- Humidímetro de profundidad utilizados en muros

Lo que permite a la empresa de empresa de proyecto conocer las características de los materiales y lograr un cambio de uso seguro los servicios. Todos pertenecientes al laboratorio integrado e técnicas avanzados para la conservación del patrimonio del Oriente de Cuba de ensayos.

Firma:



Ing. Randel Coloma Oduardo.  
Director EMPROY No.15.Santiago de Cuba.



UIC ENIA Santiago de Cuba



Santiago de Cuba, 15 noviembre de 2022.

“Año 64 de la Revolución”

A través de la presente doy fe de que la estudiante Laura Bayard Cala ha realizado una investigación de ensayos destructivos y no destructivos en la edificación Casa de Vista Ciudadamar haciendo un detallado levantamiento de lecciones, utilizando los siguientes equipos y técnicas:

- Detector de armadura utilizado en losas vigas y columnas
- Ultrasonido del hormigón utilizado en testigos
- Carbonatación utilizada en testigos
- Lupa de contacto y regla poliéster transparente utilizado para medir y levantar fisuras
- Humidímetro de profundidad utilizados en muros

Lo que permite comercializar a la empresa los servicios. Todos pertenecientes al Laboratorio Integrado de Técnicas Avanzadas para la Conservación del Patrimonio del Oriente de Cuba de Ensayos.

Firma:

Ing. Rosa Pina.

Jefa técnica UIC ENIA.



# Dedicatoria

# **Dedicatoria**

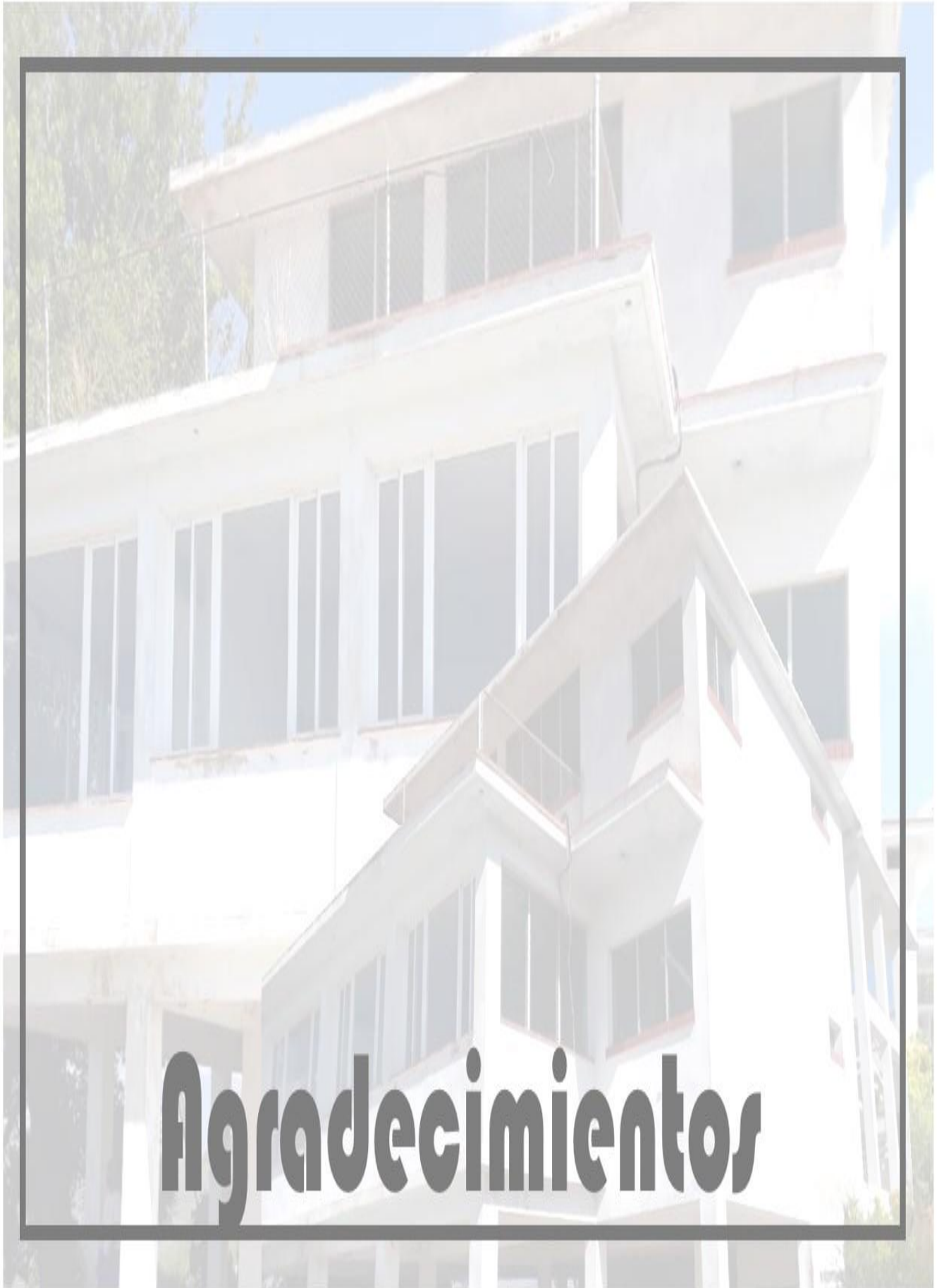
---

A mis padres por su apoyo absoluto y siempre estar a mi lado.

A mi abuelo por estar ahí en todo momento apoyándome.

A la memoria de mis abuelos Ibis, Delia, Armando y mi tío Livan.

A mí, por haber conquistado mi meta .



# Agradecimientos



# Agradecimientos

---

A todas las personas que de una forma u otra hicieron posible este sueño, en especial:

A mis padres por ser mi apoyo absoluto y guiarme en todo momento.

A mi abuelo por ser mi motor impulsor, por su cariño y total devoción.

A mí hermano porque recibí su apoyo incondicional en esta mí mayor meta a vencer.

A mí tutora Estrella Yadira Roca Fernández por su tiempo y tantos momentos de dedicación, por la confianza, por guiarme y ayudarme a llegar hasta el final.

A Miguel por su comprensión y amor.

A mis amigas de la universidad Yusnabis y Adriana por compartir 5 años de madrugadas de estudio, alegrías y tristezas y a los amigos de toda la vida que se han preocuparon todo el tiempo y me brindaron su apoyo.

A mi familia en general por confiar en mí.

A todos los profesores de la Facultad de Construcciones que ayudaron en mi formación como futura profesional.

A todos Muchas Gracias



# Resumen

## **Resumen**

---

Una de las tendencias actuales de tratamiento en edificios con alto valor patrimonial es la utilización de laboratorios de ensayos, donde los Ensayos No Destructivos (END) son fundamentales en la evaluación de las estructuras. La presente investigación tiene como objetivo principal diagnosticar las características físicas y estructurales del futuro Hotel Cuidamar a partir de un estudio de lesiones en el mismo. El desconocimiento de las características físicas y estructurales conjuntamente con las exigencias del equipamiento, apunta a la selección de END para evaluar la integridad del edificio. El uso de equipamiento del laboratorio: Centro de Estudios de Patrimonio y Vulnerabilidad de la Facultad de Construcciones viabiliza el proceso de la evaluación, donde el principal exponente es el uso de END. La combinación de diferentes equipos: detector de armaduras y ultrasonido del hormigón, unido a ensayos de carbonatación, levantamiento y medición de fisuras, contribuye a obtener resultados bases que nos permitan diagnosticar y evaluar la estructura portante de dicha edificación y poder contribuir así con la solución final que se propondrá.



**Abstract**

## **Abstract**

---

One of the current treatment trends in buildings with high heritage value is the use of testing laboratories, where Non-Destructive Testing (NDT) is essential in the evaluation of structures. The present investigation has as main objective to diagnose the physical and structural characteristics of the future Hotel Cuidamar from a study of injuries in it. The lack of knowledge of the physical and structural characteristics together with the requirements of the equipment, points to the selection of END to evaluate the integrity of the building. The use of laboratory equipment: Center for Heritage and Vulnerability Studies of the Faculty of Construction makes the evaluation process viable, where the main exponent is the use of END. The combination of different equipment: reinforcement detector and ultrasound of the concrete, together with carbonation tests, lifting and measurement of cracks, contributes to obtaining basic results that allow us to diagnose and evaluate the supporting structure of said building and thus be able to contribute to the solution. ending to be proposed.



# Índice

# Índice

---

Índice de contenido	Página
Resumen	
Abstract	
Introducción.....	1
<b>Capítulo I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS Y SU EMPLEO EN LA CONSERVACIÓN DE EDIFICIOS.....</b>	<b>8</b>
1.1 Conceptos y términos actuales para el diagnóstico estructural.....	8
1.2 Estudios previos para el diagnóstico estructural.....	10
1.3 Laboratorios de ensayos.....	14
1.3.1 Ensayos destructivos (ED).....	16
1.3.2 Ensayos no destructivos (END).....	17
1.3.3 Laboratorio de la Facultad de Construcciones: Centro de Estudios de Patrimonio y Vulnerabilidad (CEPAV), Santiago de Cuba.....	19
1.4 Evolución del reparto Cuidamar. Breve reseña histórica del actual edificio Casa de visita Cuidamar.....	22
1.4.1 Caracterización tipológica del edificio.....	24
1.4.2 Categorización y Grado de Protección.....	28
1.4.3 Características de la arquitectura del Movimiento Moderno que propician vulnerabilidades.....	29
<b>Conclusiones parciales del capítulo I.....</b>	<b>31</b>
<b>Capítulo II. ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS DEL FUTURO HOSTAL CUIDAMAR.....</b>	<b>32</b>
2.1 Levantamiento detallado de lesiones. Análisis de posibles causas....	32
2.1.1 Criterios de selección de las áreas de estudios.....	35
2.2 Características y funcionamiento del equipamiento.....	36
2.2.1 Detector de armaduras PROFOMETER 5 +.....	36
2.2.2 Ultrasonido del hormigón o instrumento ultrasónico. Pundit Lab.....	39
2.2.3 Ensayo de carbonatación.....	43
2.2.4 Lupa de contacto. Regla poliéster transparente.....	43

# Índice

---

2.2.5	Máquina extractora de testigos HILTI 00-130.....	44
2.3	Diseño de los ensayos propuestos y valoración de los resultados obtenidos.....	46
2.3.1	Detector de armaduras Profometer 5 +.....	46
2.3.2	Ultrasonido del hormigón o instrumento ultrasónico. Pundit Lab.....	49
2.3.3	Carbonatación.....	50
2.3.4	Lupa de contacto. Regla poliéster transparente.....	51
2.3.5	Máquina extractora de Testigos HILTI 00-130.....	51
	<b>Conclusiones parciales del capítulo II.....</b>	<b>54</b>
	<b>Conclusiones generales.....</b>	<b>56</b>
	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>57</b>
	<b>Bibliografía</b>	
	<b>Anexos</b>	





# Introducción

# Introducción

---

El Patrimonio Arquitectónico puede definirse como el conjunto de edificaciones representativas de una sociedad, de su forma de vida, ideología, economía, tecnología y productividad en un momento histórico determinado; que además poseen un reconocimiento e importancia cultural a causa de su antigüedad, significado histórico, por cumplir una función social o científica, estar ligados a nuestro pasado cultural, por su diseño, así como por sus valores intrínsecos, arquitectónicos, funcionales, espaciales, tecnológicos y estéticos.<sup>1</sup>

A partir de la conciencia creada de conservar la riqueza de nuestro patrimonio y de la necesidad de preservar el legado histórico, se han creado Laboratorios de Ensayos No Destructivos (en lo adelante denominados END); una línea de trabajo que se enfoca en realizar diversas tareas necesarias en los procesos de restauración y conservación del Patrimonio Histórico velando así por nuestro pasado con técnicas del futuro.<sup>2</sup>

Los laboratorios que tributan a la conservación del patrimonio construido son una inversión importante a nivel mundial, puesto que las construcciones se deterioran continuamente y los valores perdidos no se podrán recuperar. Constituyen además un mecanismo moderno en el campo de la conservación y una de las alternativas más fiables para la evaluación del estado técnico de los inmuebles que presentan anomalías y deterioros, surgidos ya sea por la falta de mantenimiento, cambios de función o patologías asociadas a los materiales constructivos. Estos nuevos procesos ofrecen un mecanismo moderno al campo de la conservación, al enfocarse en una serie de requisitos y validaciones que aseguran la máxima confiabilidad y seguridad en cuanto a la calidad de resultados.

En el mundo, se promueven programas de interés tales como: estudios, acciones prácticas, didácticas, todas dedicadas a la conservación, aunque no en todos los

---

<sup>1</sup> Chanfón Olmos Carlos. Fundamentos teóricos de la restauración. México. Facultad de Arquitectura, UNAM. 1996 (Colección Arquitectura Núm. 10). p. 4

<sup>2</sup> SGS Tecnos: "Laboratorio de Ensayos aplicados a Patrimonio. Patrimonio Histórico", 2014, Editorial Electrónica:<http://www.sgs.es/~media/Local/Spain/Documents/Brochures/SGSFicha%20END%20Patrimonio%20Historico-ES-12.pdf>, consultado en febrero de 2017.

## Introducción

---

países con igual consagración ni sistematicidad, debido a presiones económicas e inestabilidad social y política.

Nuestro país trabaja por la conservación del patrimonio debido al deterioro y falta de atención del mismo y existen instituciones que incluyen la utilización de laboratorios en sus proyectos. Un ejemplo de ello es la Oficina del Conservador e Historiador de la ciudad y todas las ramificaciones de esta en lo ancho de la isla: Trinidad, Camagüey y Santiago de Cuba por solo citar las más distintivas. Afín a esta se crea el grupo DOCOMOMO- Cuba fundado en 1997, dedicado a las acciones de conservación del Movimiento Moderno.

En la ciudad de Santiago de Cuba existen una serie de instituciones que son fundamentales en el proceso de conservación como la Dirección Provincial de Patrimonio, UNEAC, Gobiernos locales, Dirección Provincial de Planificación Física, UNAICC y otras que apuntan a laboratorios eficaces que contribuyen al estudio y análisis de las edificaciones del patrimonio: la sucursal de INTERMAR, la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas (ENIA) y la Oficina del Conservador de la Ciudad. No menos importante, son las acciones de la universidad dado que “Desde la década de los años 80 se produjo un viraje positivo e importante en todas las universidades del país a favor de la conservación del patrimonio y al tema, en general, de la identidad cultural, y, por tanto, del entendimiento de la importancia de la historia de la arquitectura en la formación del futuro profesional.<sup>3</sup>

Un punto clave ha sido la concepción de redes, líneas y proyectos de investigación en conjunto con las relaciones establecidas a partir de la red internacional Fórum- UNESCO-Universidad y Patrimonio, tomando en cuenta los trabajos desarrollados en colaboración con la Universidad de Estudios de Florencia, Italia, y la Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación de la Universidad Politécnica de Valencia. Siendo esta última la que realizó la donación de equipamientos para la fundación de un centro de investigación:

---

<sup>3</sup> Milene Soto Suárez, María Teresa Muñoz Castillo y Flora Morcate Labrada: "La conservación del patrimonio edificado, una responsabilidad social desde la Universidad", Revista de la Facultad de Arquitectura de La Habana, XXXV.No.2, IPSJAE, 2014, p.103.

## Introducción

Centro de Estudios de Patrimonio y Vulnerabilidad (CEPAV), que contribuye a la conservación con ensayos de laboratorio no destructivos. La práctica, ejecución y realización de proyectos investigativos de la Facultad de Construcciones, ha derivado en estudios y diagnósticos con equipos de este laboratorio en el contexto de la conservación de edificaciones.

Como parte de los servicios que presta el laboratorio, la Empresa de Proyectos 15 (EMPROY 15) solicita que se realice un servicio en conjunto con la (ENIA) para un grupo de mediciones con ensayos no destructivos y ensayos destructivos, a solicitud de la inmobiliaria del turismo en la provincia para intervenir en la edificación conocida como “Casa de visita Ciudadamar”, localizada en calle Merrimac entre Hermanos Marañón y avenida del caribe, Reparto Ciudadamar, Santiago de Cuba (Ver figura 0.1) con fines turísticos.

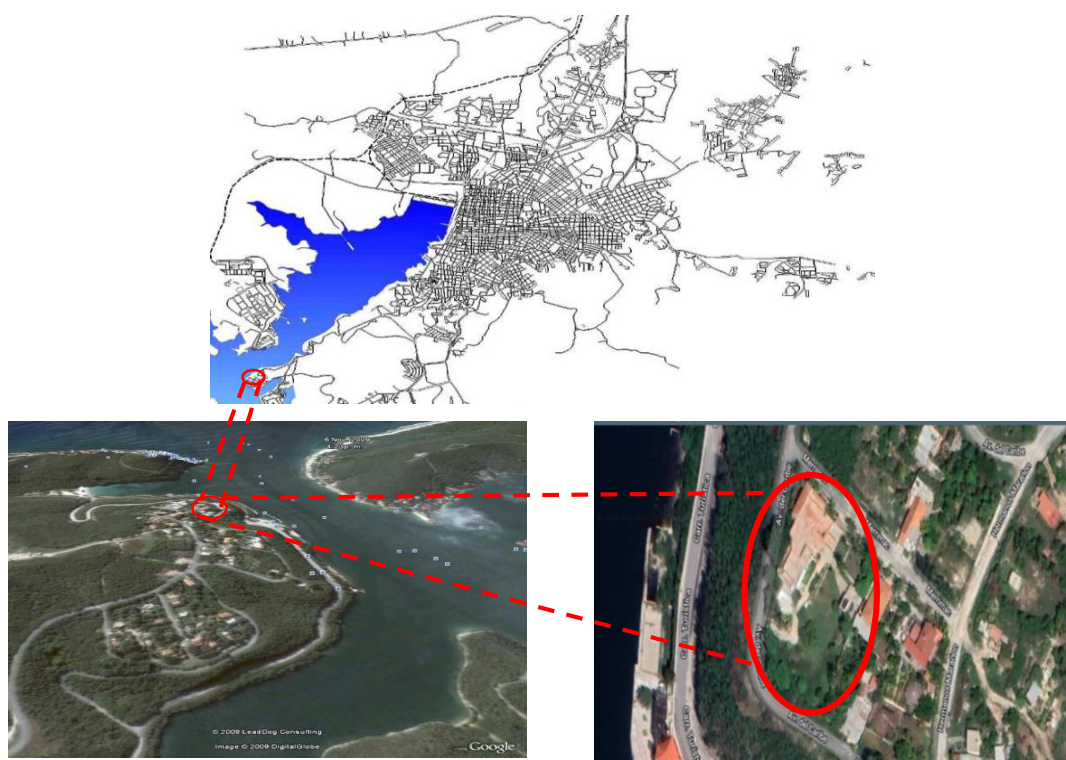


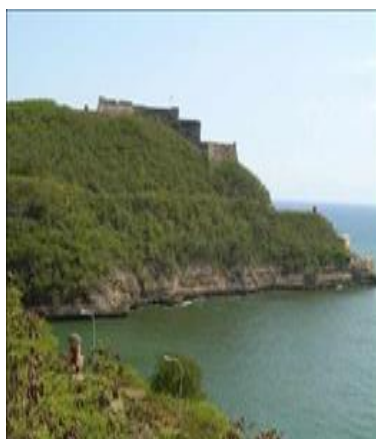
Figura 0.1. Micro localización de la Casa de visita Ciudadamar en el reparto Ciudadamar, ubicado en el litoral este del extremo sur de la bahía de Santiago de Cuba.

En el edificio está presente el uso de grandes planos con volúmenes dilatados y presencia de planta libre. El cerramiento es independiente de la estructura, tiene

## Introducción

continuidad espacial con tendencia hacia las líneas horizontales. Su forma es simple con amplio uso del hormigón armado con gran racionalidad funcional y técnica.

El paisaje de la entrada marítima a la ciudad se muestra transformado, pero a la vez atractivo y agradable. Los entrantes y salientes que la componen, la variada vegetación integrada con los elementos constructivos de la fortaleza del Castillo del Morro, unido a las visuales hacia La Socapa, Cayo Granma y Punta Gorda forman un conjunto histórico, cultural y natural de alto valor estético, donde se muestran las huellas de la evolución urbana y arquitectónica del área.<sup>4</sup> (Ver figura 0.2),



a) Castillo del Morro



b) La Socapa y Cayo Granma



c) Punta Gorda

Figura 0.2. Vistas desde el Poblado de Ciudadamar.

Las construcciones en el área han sido afectadas por el paso de los años, la acción corrosiva del ambiente marítimo y los cambios funcionales. Pero aun así esta área es única si se tiene en cuenta la presencia de valores patrimoniales y paisajísticos en ella. Debido a esto y a su condición de zona costera resulta de singular interés para turistas que buscan pasar sus momentos de ocio, tranquilidad y sosiego.

En cambio, en el área es escasa la presencia de edificaciones con fines de alojamiento turístico, propiciando esto que la zona sea para extranjeros solo un

---

<sup>4</sup> Márquez, Aleida, Propuesta de Ordenamiento ambiental de Cayo Granma en el Manejo Integrado Costero, Tesis presentada en opción al grado de Máster, Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras (CEMZOC), Santiago de Cuba, 2004, p.27.

## Introducción

---

lugar de visita y no de estancia. Aunque existen viviendas con altos valores patrimoniales que presentan características donde pudiera desarrollarse este tipo de turismo y contribuir a la economía del país no las hay. Por ello la inmobiliaria de turismo decide intervenir la actual casa de vista Cuidamar (hace 5 años ya abandonada) y convertirla en un hotel.

La edificación prevista a ser explotada con fines turísticos dado su potencial, con la función de hotel, y el proyecto aprobado por la emproy 15 propone una ampliación al segundo nivel en el espacio comprendido del eje 5 al eje 10, para una mayor cobertura de habitaciones. El edificio ha sufrido un deterioro importante desde el punto de vista constructivo. Lleva un largo período de explotación y abandono, presenta diversas lesiones que pueden influir negativamente en la forma de trabajo estructural. En diferentes momentos ha sufrido afectaciones debido a fenómenos naturales que contribuyen al deterioro de su carpintería y el agravamiento de algunas de sus patologías presentes.

Por lo antes expuesto se define como **problema de la investigación**: las incertidumbres en las características de los materiales y elementos estructurales del edificio que ocupa la actual Casa de visita Cuidamar, futuro hostel Cuidamar.

**Objeto de estudio**: Los elementos estructurales de la edificación Casa de visita Cuidamar

**Objetivo general**: Realizar ensayos destructivos y no destructivos previos al diagnóstico estructural del futuro Hostel Cuidamar, haciendo uso de técnicas experimentales de ensayos.

**Campo de acción**: La caracterización de los materiales y elementos estructurales, haciendo uso de técnicas experimentales de ensayos destructivos (ED) y no destructivos (END).

**Objetivos específicos**:

1. Definir los referentes teóricos, científicos y metodológicos que permitan el diagnóstico a partir de los ensayos destructivos y no destructivos del futuro Hostel Cuidamar.
2. Evaluar las características físicas y estructurales de elementos resistentes del edificio.

# **Introducción**

---

**Idea a defender:** Si se realizan ensayos destructivos y no destructivos en los elementos estructurales del futuro Hostal Cuidamar se podrán conocer las características de los materiales y elementos estructurales del edificio.

**Aporte práctico:** Se evalúa el estado actual del futuro Hostal. Con el respectivo equipamiento: medidor láser, ultrasonido del hormigón y detector de armaduras.

## **Métodos Científicos:**

**Histórico- lógico:** Se pudo comprender la evolución histórica, técnicas y materiales utilizadas en este inmueble y los cambios que este presentó con el de cursar de los años, a través de la búsqueda bibliográfica y la documentación revisada en archivos.

**Análisis y Síntesis:** Se utiliza para definir el marco teórico conceptual y la metodología de la investigación. Se realiza todo un análisis del contenido y la información del trabajo que es expuesto encada capítulo lográndose sintetizar la información sobre el objeto de estudio en cuestión.

**Empírico:** Se conocen las características del objeto de estudio mediante la observación de lo existente para un levantamiento de las lesiones en la estructura de la edificación, las consultas documentales y el trabajo de campo nos permite arribar a conclusiones y valoraciones.

**Observación y experimentos:** En el levantamiento de la nave se realizan observaciones y mediciones que ayudan a identificar y detectar con exactitud los daños que existen en el área de estudio.

**Estadístico:** Luego de la selección de una muestra significativa de mediciones se realiza el análisis y se llega a conclusiones de las características y condiciones físicas estructura de la edificación para así valorar el proceso de intervención.

## **Metodología y estructura del trabajo:**

**Etapa I.** Caracterización del objeto y el campo de acción.

1- Análisis histórico, conceptual y tendencial de los estudios previos para el diagnóstico estructural a nivel internacional y nacional.

# Introducción

3- Caracterización de los laboratorios de ensayos. Ensayos destructivos y no destructivos.

4- Caracterización de equipamientos para el uso de ensayos destructivos y no destructivos.

5- Caracterizar tipológicamente el inmueble Casa de visita Cuidamar.

6- Resumir las vulnerabilidades de la arquitectura moderna.

## **Etapa II.** Resultados de la investigación.

7- Llevar a cabo el levantamiento de lesiones presentes en el inmueble.

8- Selección de las áreas a estudiar y equipamiento para desarrollar los ensayos no destructivos.

9- Evaluar el estado técnico constructivo del inmueble a partir del levantamiento de lesiones.

10- Valoración de los resultados obtenidos en los ensayos ejecutados.

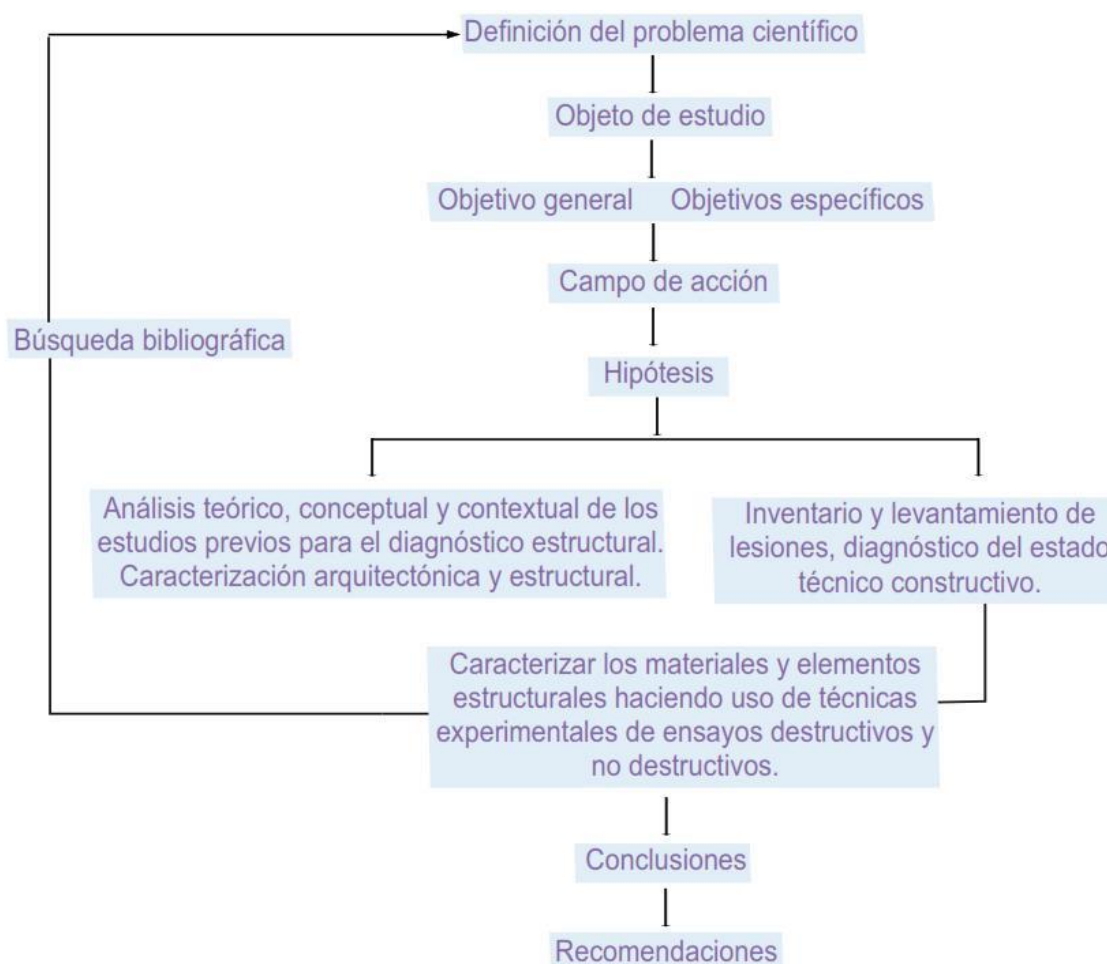


Figura 0.3. Esquema metodológico.





# Capítulo I

# Capítulo I

---

## Capítulo I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS Y SU EMPLEO EN LA CONSERVACIÓN DE EDIFICIOS

### INTRODUCCIÓN

En este primer capítulo se realiza un estudio acerca de la importancia de los estudios previos para elaborar el diagnóstico estructural de un edificio existente, se expondrá lo referente a los nuevos conceptos y términos del mismo para la preservación del patrimonio, tomando como base principal los laboratorios de ensayo a partir de la búsqueda bibliográfica de referentes teóricos y científicos. Se aborda lo referente al uso de ensayos de laboratorios y la utilización de los END, para fortalecer los resultados que respaldan el diagnóstico estructural. Además, se hace una caracterización tipológica del futuro Hotel Ciudadamar.

#### 1.1. Conceptos y términos actuales para el diagnóstico estructural

Diagnosticar es analizar y recoger datos para evaluar problemas de diversa naturaleza, determinar el carácter del desperfecto o daño mediante el examen de sus signos. El diagnóstico adquiere diversos estadios de concreción en función del nivel cognoscitivo que del objeto del análisis y su propia constitución se efectúe. El diagnóstico obliga a pronosticar la posible tendencia que de acuerdo a las lesiones puede tener la edificación”.<sup>5</sup>

Cuando se habla de diagnóstico estructural se refiere al estudio técnico cuyo objetivo es verificar que la estabilidad y resistencia mecánica de la edificación cumple con los requisitos exigidos por la normativa vigente de seguridad. Otro de los aspectos que un diagnóstico estructural tiene en cuenta, además de los parámetros de estabilidad, son los condicionantes ambientales físicos y químicos que hayan podido afectar a un edificio, ya bien sea, los factores meteorológicos como las lluvias o el viento e incluso los geológicos como sismos y movimientos de tierra”.<sup>6</sup> El diagnóstico estructural de una edificación puede afectar a todo el edificio o bien centrarse en una parte de su estructura.

---

<sup>5</sup> Álvarez Rodríguez, Odalys: Generalidades y conceptos básicos en Patología, Diagnóstico y Rehabilitación de Edificaciones. La Habana, Cuba, s. f.

<sup>6</sup> «¿Qué es el diagnóstico estructural?», <https://www.certicalia.com>tramites>Diagnosticoestructural>, accedido 7 de septiembre de 2022.

# Capítulo I

---

En el diagnóstico se evalúan y estudian los daños existentes y también se realizan los recálculos estructurales necesarios.

El diagnóstico de edificaciones existentes constituye el punto de partida para estudios de rehabilitación, reparación o reforzamiento, con el objetivo de alargar la vida útil y garantizar la seguridad estructural de la edificación.

Evaluar la condición estructural de un inmueble representa el proceso de recopilar observaciones y datos sobre la condición existente del mismo a través de métodos sistemáticos y científicos, dependiendo de los objetivos de la evaluación, la condición física de la estructura y la configuración del edificio. La metodología de trabajo puede variar y puede limitarse a inspección visual no intrusiva únicamente o puede involucrar métodos intrusivos y destructivos para obtener muestras principalmente en el diagnóstico detallado. Una valoración confiable de la condición estructural se basa en gran medida en observaciones rigurosas y en la recopilación de datos precisos, que puedan describir adecuadamente la condición existente de la estructura en investigación. Al hacerlo se buscan signos de defectos y averías en los elementos estructurales. La inspección visual de estos elementos proporciona un método rentable para la detección rápida del sistema estructural. Sin embargo, esto no proporciona ninguna información sobre las propiedades de los materiales o los defectos ocultos debajo de la superficie, que pueden afectar la integridad y el desempeño estructural.<sup>7</sup>

Al diagnosticar se indaga el proceso patológico y cuál es su incidencia real sobre la obra o parte de ella, peculiaridades de los materiales que conforman los elementos y su durabilidad. Caracterizando así los daños o desperfectos que tiene la edificación a través del reconocimiento de las causas más probables que provocaron el proceso patológico. Determinado el diagnóstico se estará en condiciones de proponer el tratamiento más adecuado dirigido a eliminar las causas y subsanar las lesiones.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Guía de Ontario para Ingenieros Profesionales, LINKS, Evaluación de la condición estructural de edificios existentes y estructuras designadas, Evaluación de la condición estructural.

<sup>8</sup> Ramírez Blanco, Manuel J. El Patrimonio Mundial del Oriente de Cuba, Acciones Universitarias Integradas para su salvaguarda, Tomo II. España: Universidad Politécnica de Valencia, 2014, pág. 393.

# Capítulo I

---

Examinar construcciones que datan de tiempos anteriores induce que tengamos que confrontar diversos desafíos debido a las características congénitas de la obra; como su geometría, la variabilidad de las propiedades de los materiales tradicionales y de las técnicas utilizadas, así como el desconocimiento sobre las condiciones de la obra y las afectaciones que son producidas en esta en sus años de explotación.

Para emitir un criterio sobre el diagnóstico que permita introducir la tecnología y técnica para la rehabilitación de cualquier edificio, se deben de seguir la metodología correctamente para así poder llegar a lograr con eficiencia la conservación del inmueble objeto de estudio. Como se pudo corroborar anteriormente varios especialistas han aplicado desde experiencias adquiridas en trabajos de rehabilitación diferentes metodologías con un mismo fin, determinar el estado de la estructura pronosticando su estado patológico. Con un buen estudio de diagnóstico se puede lograr una intervención técnica ejecutiva eficiente.

El diagnóstico es un elemento eficaz para los profesionales encargados de realizar cualquier proyecto; aunque es indudable que los resultados dependerán de la utilización de técnicas de ensayos adecuados, equipos fiables y un análisis preciso de los resultados obtenidos.

La etapa de los estudios previos para el diagnóstico estructural, no es más que la “recopilación de información en todos los aspectos que se consideren necesarios para llegar a conocer en profundidad una estructura, la misma demanda seguir un proceso metódico en su reconocimiento obteniendo conclusiones finales basadas en tres etapas fundamentales de todo proceso de diagnosis: observación, estudios previos y diagnóstico”.<sup>9</sup>

## 1.2. Estudios previos para el diagnóstico estructural

Los estudios previos se efectuarán de forma ineludible y obligatoria previamente a cualquier intervención. Estos estudios deberán de ser capaces de aportar información

---

<sup>9</sup> Enciclopedia Broto de Patologías de la construcción, LINKS, Conceptos generales y fundamentos, Materiales de hormigón, estudios previos, pág. 38.

# Capítulo I

---

sobre: caracterización y estado de los materiales la tipología y estado actual de los mismos, así como la caracterización del terreno, y caracterización y estado estructural.

La realización de estudios previos en la elaboración del proyecto de intervención, le permite: priorizar las intervenciones a ejecutar, promueve el uso de materiales y métodos de reparación adecuadas, un ahorro considerable en los costos y plazos de ejecución de las obras, al impedir intervenciones innecesarias y desarrollar únicamente aquellas que estén directamente relacionadas con los problemas detectados. Mayor durabilidad de las intervenciones, lo que supone una disminución en los costos de mantenimiento. Por tanto “Los estudios previos son de vital importancia, ya que con este proceso investigativo no solo se logra agilizar los trabajos de proyección teniendo en cuenta el uso al que va a estar destinada la edificación, sino que se facilita la elaboración de las posteriores etapas de intervención en la obra y como dato más significativo, se obtiene en la gran mayoría de los casos, que los costos de inversión disminuyan en comparación con las obras nuevas. Se garantiza ya que en todo momento se trata de conservar y respetar la morfología de las edificaciones, su estructura portante y sus valores estéticos más representativos”.<sup>10</sup>

Todas estas entidades que laboran en temas de recuperación del patrimonio reconocen de manera absoluta la necesidad de realizar estudios previos tanto In Situ como de laboratorio antes de la intervención en los inmuebles, puesto que únicamente con los resultados de todas las pruebas y ensayos se podrá establecer las bases conscientes y seguras en las que se apoyará el proyecto de intervención. El desarrollo tecnológico alcanzado en este siglo, ha permitido también el perfeccionamiento de equipamiento instrumentos muy precisos para desarrollar los estudios previos en edificaciones en fase de intervención, principalmente para el uso en ensayos no destructivos.

Actualmente existen sociedades de ensayos no destructivos en muchos países como por ejemplo: la Sociedad Argentina de Ensayos No Destructivos (AAENDE), El Instituto Australiano para Ensayo No Destructivos (AINDT), la Sociedad Austriaca de Ensayos No

---

<sup>10</sup> Enciclopedia Broto de Patologías de la construcción, LINKS, Conceptos generales y fundamentos, Materiales de hormigón, estudios previos, pág. 38

# Capítulo I

---

Destructivos (OGFZP), La Asociación Belga de Ensayos No Destructivos (BANT), la Sociedad Brasileña de Ensayos No Destructivos (ABENDE), La Sociedad Canadiense de Ensayos No destructivos (CSNDT), La Sociedad China para Ensayos No Destructivos(ChSNDT), El Instituto Mexicano de Ensayos No Destructivos A.C. (IMENDEA.C.), Asociación Mexicana de Ensayos No Destructivos (AMEXEND A.C). La entidad que reúne a todas las instituciones debidamente constituidas es el Comité Internacional de Ensayos No Destructivos (ICNDT, por sus siglas en inglés) con sede en Viena. Por ejemplo, dos instituciones de gran nivel como el Instituto Técnico de Inspección y Control S.A (INTEINCO) y el Centro de Hidráulica, Construcción y Conservación (HCC).<sup>11</sup>

La universidades también han venido mostrando una notoria representación en este tipo de investigaciones entre ellas se pueden mencionar: Universidad de Alcalá de Henares, Madrid, con diversos estudios de diagnósticos en estructura de hormigón armado la Universidad Tecnológica Federal de Paraná (UTFPR) en Brasil, la Facultad de Arquitectura y Urbanismo en la Universidad de Tucumán, Argentina, la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (UCA), Departamento de Ing. Civiles en Asunción, Paraguay, todos ellos con programas de formación de la temática de conservación.

En Cuba los primeros trabajos se remontan hacia el año 2002, donde se empezaron a crear grupos diagnósticos que abordaban esta temática. Entidades como, la Agencia internacional de Inspección, ajuste de Averías y otros Servicios Conexos (INTERMAR), la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicada (ENIA), La Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana, el Centro Técnico para el desarrollo de los Materiales y la Empresa de Geodesia y Cartografía de Estudios Ingeniero-Geológicos, Soluciones medioambientales (GEOCUBA), sin dejar de mencionar el papel de las universidades en el campo de la conservación.

---

<sup>11</sup> Fuentes Lara, Manuel: Catálogo para el laboratorio integrado de tecnologías avanzadas para la conservación del patrimonio del Oriente de Cuba Tesis en opción al título de Ingeniería Civil, 2014, pág. 7.

## Capítulo I

---

En la Universidad de Las Villas, se creó un grupo de trabajo encauzado a realizar estudios de diagnóstico, los cuales trabajan de conjunto con la ENIA nacional. Todas estas instituciones han trabajado a través de estos años en la realización de estudios de diagnóstico en edificaciones con valor patrimonial y con una vida útil avanzada.

En Santiago de Cuba de igual forma, existen diversos laboratorios que incurren en esta rama, entre los que se encuentran la ENIA como uno de los principales laboratorios que se dedican al estudio de los suelos y de ensayos de laboratorios, la Agencia Internacional de Inspección, Ajustes de Averías y otros servicios conexos (INTERMAR S.A), incursionando en algunos trabajos que tributan al campo de la conservación como estudios en sala de radiaciones del Hospital Oncológico, Planta de Tecnología Italiana de la Empresa de Cereales, Centro de Negocios, Ampliación del Hotel Casa Granda y Hotel Venus, además del Hotel Imperial y el Mercado la Plaza de Aguilera.<sup>12</sup>

Además, como parte de la Universidad de Oriente y como resultado del proyecto de colaboración entre la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y la nuestra, debido a largos años de amistad e intercambios apoyados por un marco de refuerzo institucional, que está basado en la política de cooperación al desarrollo entre estas dos universidades, se crea un centro de investigación: Centro de Estudios de Patrimonio y Vulnerabilidad (CEPAV) mediante un acuerdo bilateral. Este centro de investigación tiene como principal misión proteger el patrimonio construido de los diferentes desastres naturales, los cuales padece la región oriental por su ubicación desfavorable. A partir de la disposición de un espacio capacitado y condicionado, donde se ha instalado todo un equipamiento que apoya el proceso docente y viabiliza el camino de las investigaciones, un laboratorio donde el principal exponente es el uso de END.

Entonces podemos decir que ejemplos de edificios que han sido investigados con el uso de ensayos de laboratorios para su diagnóstico estructural a nivel internacional, nacional y en la provincia pueden mencionarse. A pesar de la importancia que proporcionan estos estudios previos para el diagnóstico, la metodología para abordarlos de forma exitosa es

---

<sup>12</sup> Manuel Fuentes Lara: "Catálogo para el Laboratorio Integrado de Tecnologías Avanzadas para la Conservación del patrimonio del Oriente de Cuba", Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniería Civil, Santiago de Cuba, 2014

# Capítulo I

---

poco conocida aún a nivel mundial, y a pesar del alto conocimiento técnico que posee el personal, existen carencias de técnicas y recursos que imposibilitan un mejor desarrollo ejecutivo en obra.

## 1.3. Laboratorios de ensayos

Un laboratorio es un lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico tecnológico o técnico está equipado con instrumentos de medida o equipos con los que se realizan experimentos investigaciones y habilidades diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique. También puede ser un aula o dependencia de cualquier centro docente acondicionada para el desarrollo de clases prácticas y otros trabajos relacionados con la enseñanza.

La característica fundamental que observa cualquier laboratorio es que allí las condiciones ambientales estarán especialmente controladas y normalizadas con la estricta finalidad que ningún tipo de alteración o desequilibrio en la investigación que se lleva a cabo allí, asegurándose así una exhaustiva fidelidad en términos de resultados. La evolución y sofisticación que la mayoría de los laboratorios han logrado en los últimos años tiene que ver con la creciente preocupación del ser humano por ir encontrando distintas opciones o alternativas para paliar las afecciones que pululan y abundan en la humanidad, requieren de una maquinaria y material cada día más desarrollado para avanzar siempre y todos los días un paso más.

Existe una importante diversidad de laboratorios tales como: El laboratorio clínico donde llevan a cabo análisis que tienen como meta la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades. Laboratorio de metrología en el cual se aplica la ciencia que tiene por objeto el estudio de las unidades y de las medidas de las magnitudes. Laboratorio de biología el que trabaja con material biológico, desde nivel celular hasta el nivel de órganos y sistemas analizándolos experimentalmente. Laboratorio químico adonde se estudia compuestos, mezclas de sustancias o elementos y ayuda a comprobar las teorías



# Capítulo I

---

que se han postulado a lo largo del desarrollo de la ciencia.<sup>13</sup> Laboratorio de ensayo para el control de la calidad de las edificaciones en el cual se centrará esta investigación.

Los laboratorios de ensayos para controlar la calidad de las edificaciones “son aquellos que están capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación. Los mismos presentan una serie de requisitos y validaciones que hacen que sean de máxima confiabilidad y seguridad en cuanto a la calidad de los resultados. Tal es el caso de la acreditación como medio para evaluar la competencia de un laboratorio. La acreditación de los laboratorios se logra a través de los entes regionales que participan en redes internacionales de colaboración. La norma internacional ISO<sup>14</sup>/IEC<sup>15</sup> 17025 es la utilizada para evaluar los laboratorios en todo el mundo y demostrar que son técnicamente competentes y que sus resultados son veraces.

La investigación que se desarrolla está basada en los laboratorios de ensayos para controlar la calidad de las edificaciones, ya que es necesario que los materiales componentes cumplan con un período de vida útil y mucho más. La industria de la construcción necesita asegurarse de que sus productos puedan soportar ciertas condiciones y cumplen con los cada vez más complejos estándares y regulaciones de construcción nacionales e internacionales, las investigaciones deben realizarse siempre y cuando se detecten bajas en la resistencia del hormigón, o se pretenda aumentar las acciones sobre una estructura, por cambios de uso, cuando se detecten fallos patológicos de la estructura, para determinar la capacidad residual de la estructura tras un siniestro y para peritar un siniestro .<sup>16</sup>

Para lograr esto se requiere un control riguroso y periódico de los mismos, a través de ensayos que permitan conocer las propiedades y el estado actual de los materiales que

---

<sup>13</sup> «Tipos de laboratorios», <https://www.funciones-laboartoro.blogspot.com>laboartoro>, accedido 15 de septiembre de 2022.

<sup>14</sup> ISO (Internacional Organization for Standardization) es la Organización Internacional de Normalización, cuya principal actividad es la elaboración de normas técnicas internacionales.

<sup>15</sup> ISO/IEC17025 Norma internacional desarrollada por ISO establece requisitos de los laboratorios de ensayo y calibración. Se trata de una norma de calidad.

<sup>16</sup> Manual de ensayos destructivos, <https://es.scribd.com/doc/131922442/>, consultado en agosto 2022.

# Capítulo I

---

conforman los elementos de las edificaciones. Estos ensayos se dividen en dos grandes grupos: los ensayos destructivos (ED) y los ensayos no destructivos (END).<sup>17</sup>

## 1.3.1. Ensayos destructivos (ED)

Los ensayos destructivos se utilizan para verificar que las propiedades de los materiales cumplan las especificaciones de diseño que suelen venir por las normas y los órganos reguladores. Son pruebas que se les hacen a algunos materiales mediante el uso de herramientas o máquinas las cuales producen una alteración irreversible de su composición química o geometría dimensional. Este tipo de estudio siempre ha sido necesario para comprobar si las características de un material cumplen con sus especificaciones analizar los fallos y en concreto para establecer como han podido variar las propiedades de los mismos a lo largo del tiempo.

Los ensayos pueden llevarse a cabo en el momento en que se fabrican los materiales, más adelante puede ser necesario realizar nuevas pruebas para asegurarse de no se hayan alterado las propiedades del material durante la fabricación del equipo o de la estructura, durante trabajos de reacomodamiento, cambio de uso o de reparación especialmente cuando no se conoce la composición de los materiales de la estructura.<sup>18</sup>

Dentro de los estudios destructivos los hay estáticos en los cuales se aplican cargas aplicadas constantes o crecientes (Dureza, tracción, compresión, cortadura, pandeo, torsión y flexión) y los dinámicos, donde la carga se aplica de forma brusca.<sup>19</sup> (Ver figura 1.1)

---

<sup>17</sup> Cabrera González Beatriz, Laboratorios de ensayos para la realización de los estudios previos, Tesis en opción al título de Ingeniero Civil. Santiago de Cuba, junio de 2018. Capítulo 1: 1.4. Pág. 22

<sup>18</sup> «Ensayos destructivos», <https://www.-infinitiaresearch.com>ensayos destructivos>, accedido 15 de septiembre de 2022

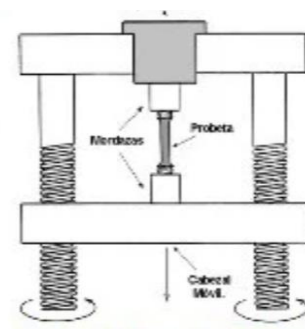
<sup>19</sup> Ibid



a) Rotura de probeta de hormigón



b) Máquina Universal. Ensayo de Tracción



c) Máquina Izod-Charpy para prueba de impactos



d) Ensayo destructivo de soldaduras

Figura 1.1. Ejemplos de estudios destructivos

En resumen, su objetivo es verificar la calidad que garantiza fiabilidad en los materiales y están directamente relacionados a los sectores de la construcción, la ingeniería aeronáutica o la fabricación de todo tipo de equipamientos.

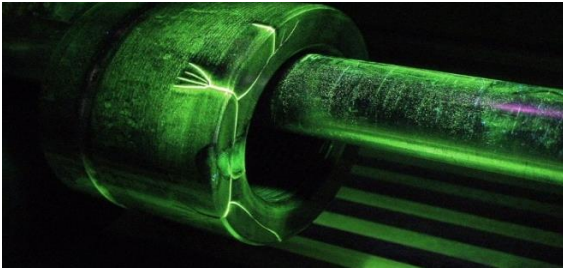
### 1.3.2. Ensayos no destructivos (END)

Los ensayos no destructivos (END) aparecen como una expresión de la actividad inteligente del hombre en sus primeros deseos de dominar y transformar la naturaleza. Los ensayos no destructivos son exámenes o pruebas que son utilizados para detectar discontinuidades internas y/o superficiales o para determinar propiedades selectas en materiales, soldaduras, partes y componentes, usando técnicas que no alteran el estado físico o constitución química, dañen o destruyan los mismos.<sup>20</sup> Dentro los ensayos no destructivos están incluidos la inspección por radiografía, inspección por partículas

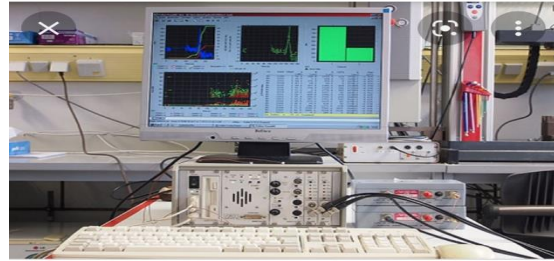
<sup>20</sup> «Ensayos no destructivos», <https://www.monografia.com/tecnologia>, accedido 7 de septiembre de 2022.

# Capítulo I

magnéticas, inspección por líquidos penetrantes, inspección visual y también inspección por ultrasonido (Ver figura 1.2).



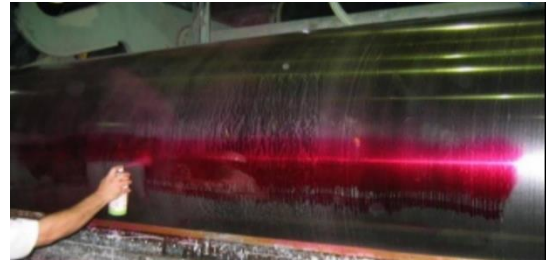
a) Muestra fluorescente de partículas magnéticas



b) Equipo para ensayos de emisión acústica



c) Radiografía industrial



d) Inspección por líquido penetrante

Figura 1.2. Ejemplos de ensayos no destructivos

El propósito de estos ensayos es detectar discontinuidades superficiales e internas en materiales, soldaduras, componentes y partes fabricadas sin afectarlos metalúrgicamente ni mecánicamente ya que implican un daño imperceptible o nulo. Además, colaboran en prevenir accidentes, ya que se aplican en mantenimiento y en vigilancia de los sistemas a lo largo del servicio. Por otra parte, proporcionan beneficios económicos directos e indirectos. Beneficios directos, por la disminución de los costos de fabricación, al eliminar en las primeras etapas de fabricación, los productos que serían rechazados en la inspección final, y el aumento de la productividad, por reducirse el porcentaje de productos rechazados en dicha inspección final. Entre los beneficios indirectos se pueden citar su contribución a la mejora de los diseños, por ejemplo,

# Capítulo I

demostrando la necesidad de realizar un cambio de diseño de molde en zonas críticas de piezas fundidas o también contribuyendo en el control de procesos de fabricación.<sup>21</sup> Los ensayos no destructivos en la actualidad son los más ejecutados por las entidades constructivas a nivel mundial debido a que estos son de fácil ejecución, pero además no son tan dañinos para las edificaciones donde son puestos en práctica. En cualquier trabajo de conservación o rehabilitación de una edificación estos ensayos son los más utilizados.

### 1.3.3. Laboratorio de la Facultad de Construcciones: Centro de Estudios de Patrimonio y Vulnerabilidad (CEPAV), Santiago de Cuba

Como parte de la Universidad de Oriente y resultado del proyecto de cooperación con la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), apoyados por un marco de refuerzo institucional, se crea un centro de investigación capacitado y condicionado con todo un equipamiento que apoya el proceso docente y viabiliza el camino de las investigaciones, un laboratorio donde el principal exponente es el uso de ensayos no destructivos: Centro de Estudios de Patrimonio y Vulnerabilidad (CEPAV) (Ver figura 1.3).



Figura 1.3. Laboratorio de la Facultad de Construcciones. Centro de Estudios de Patrimonio y Vulnerabilidad (CEPAV).

<sup>21</sup> Acaena Jaime Cairó: Manual de usuario para el Laboratorio integrado de tecnologías avanzadas para la conservación del patrimonio del oriente de Cuba. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniería Civil, Santiago de Cuba.

# Capítulo I

Este centro de investigación tiene como principal misión proteger el patrimonio construido de los diferentes desastres naturales, los cuales padece la región oriental por su ubicación desfavorable. A partir de la disposición de un espacio capacitado y condicionado, donde se ha instalado todo un equipamiento que apoya el proceso docente y viabiliza el camino de las investigaciones, un laboratorio donde el principal exponente es el uso de END.

Este tiene como propósito la realización de ensayos no destructivos para el control de la calidad de las edificaciones. Entre los tipos de ensayos que se pueden ejecutar con el equipamiento que dispone este laboratorio se pueden mencionar los ensayos con ultrasonido, ensayos medioambientales, ensayos para la medición del ruido, ensayos para monitorear las aperturas o cierre de grietas, ensayos para la determinación de existencia de barras de acero, ensayos para elementos de madera y otros materiales constructivos. El laboratorio dispone de equipos e instrumentos de tecnologías avanzadas.

Como parte del trabajo seguro de los laboratorios existe el desempeño de estos en la necesidad de los estudios previos en la conservación y restauración de bienes culturales lo cual conlleva a la aplicación de los métodos de análisis no destructivos, ya que no requieren la toma de muestras, y, por lo tanto, respetan las normas de la deontología de la ciencia de la restauración.

Equipos para realizar ensayos no destructivos: Ultrasonidos, Termógrafos, Tensiómetros, Fisurómetro, Lupas con retículo y luz, Pachómetros y detectores de metales, Humidímetro, Linternas de luz ultravioleta (Ver Figura 1.4).



a) Humidímetro de madera y fisurómetro digital

# Capítulo I



b) Linterna ultravioleta y Termógrafo



c) Pachómetro o detector de armaduras y equipo de ultrasonido

Figura 1.4. Equipos de ensayos no destructivos que se encuentran en el CEPAV.

Los equipos para realizar ensayos ligeramente destructivos: Baroscopios flexibles, Micro endoscopios electrónicos flexibles, - Resistógrafos (Ver Figura 1.5).



a) Boroscopios flexibles

b) Microendoscopios electrónicos flexibles

c) Resistógrafo

Figura 1.5. Equipos de ensayos ligeramente destructivos que se encuentran en el CEPAV.

Equipos para realizar ensayos destructivos: Bomba de presión para ensayos con gatos planos, Fisurómetro monoaxial, Juego de gatos planos rectangulares, Juego de gatos planos semicirculares (Ver figura 1.6).

# Capítulo I



a) Bomba de presión para ensayos con gatos planos



b) Fisurómetro monoaxial



c) Juego de gatos rectangulares

Figura 1.6. Equipos de ensayos destructivos que se encuentran en el CEPAV.

## 1.4. Evolución del reparto Cuidamar. Breve reseña histórica del actual edificio Casa de visita Cuidamar

El reparto Ciudadamar se encuentra ubicado en las afueras de la ciudad de Santiago de Cuba, en el litoral este del extremo sur de la bahía. Se sitúa dentro del espacio que comprende desde La Estrella hasta el entronque de Punta Gorda y dentro de ella se encuentra el lote del inmueble objeto de estudio.

La llegada de la República neocolonial produjo cambios sustanciales en la zona costera de la ciudad, puesto que, luego de haber sido un área estratégica con edificaciones militares durante más de 300 años que protegían la ciudad y la bahía, pasó a ser área de veraneo. En 1930, Ciudadamar era solo un vasto terreno propiedad del señor Eduardo Abril Amores, director del rotativo Diario de Cuba. La sagacidad de este hombre de letras vio en el aspecto comercial la venta de solares para un gran proyecto urbanístico, connotados en anuncios periodísticos donde se exaltaba la posibilidad de adquisición y las condiciones del lugar.<sup>22</sup>

El proyecto comprendía además dos convocatorias de concurso. La primera estaba dirigida a la búsqueda de un nombre para la extensa área de terreno adquirida por el señor Abril Amores. De las designaciones hechas, fue escogido el nombre Ciudadamar (ciudad-mar), propuesto por el afamado escritor y periodista de la época: Félix Benjamín Caignet Salomón. La palabra compuesta, denotaba la excelencia geográfica y la

<sup>22</sup> Rodríguez Joa, Mariela, Ciudadamar Yacht Club, p.1.



# Capítulo I

proyección urbana del naciente reparto balneario. El segundo concurso popular se refería a cómo debían nombrarse las Avenidas y Calles del Reparto Ciudadamar. El plano y las bases quedaban reflejados en las páginas del Diario de Cuba en 1930.<sup>23</sup>

A partir de este momento muchas familias, por lo general adineradas, compraron lotes de terreno en el sitio para construir viviendas fundamentalmente con el fin de usarlas en los meses más calurosos del año. Otras, decidieron alquilar residencias durante el verano en el propio reparto y en Cayo Smith; este último hasta el momento habitado por pescadores y emigrantes haitianos mayormente.

Entre las grandes personalidades de la burguesía santiaguera que habitaron el reparto se encontraban: Eduardo Abril Amores, Ángel Valls Tamayo, Alberto Fernández Plá y la familia Bacardí, entre otros.<sup>24</sup>

La vivienda objeto de estudio pertenece al movimiento moderno y fue construida en 1955 el proyecto se le atribuye al arquitecto Ulises Cruz Bustillo, bajo la propiedad de Cía. de Fomento Oriental S.A. con fines de ocio y veraneo. (Ver figura 1.7)

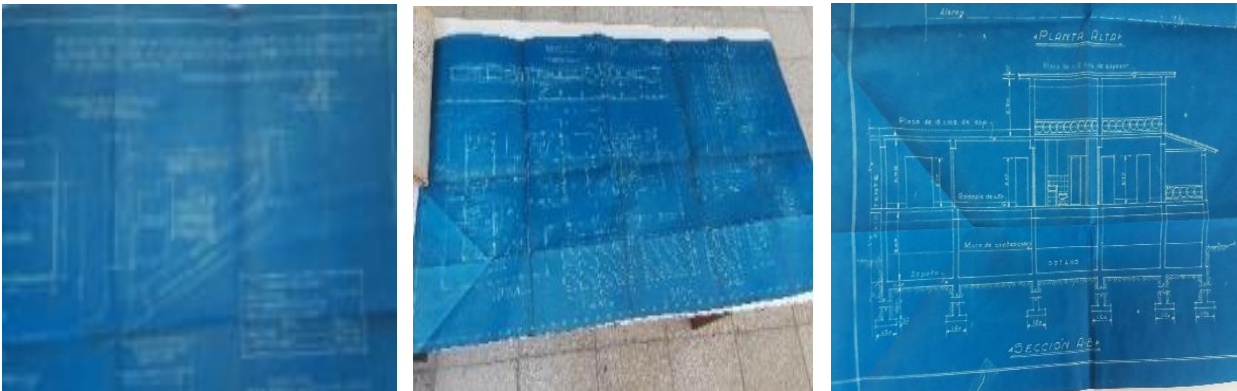


Figura 1.7. Planos originales del inmueble

Con el Triunfo de la Revolución Cubana, muchas residencias veraniegas en Ciudadamar y los alrededores, fueron abandonadas por sus adinerados dueños, que decidieron marcharse del país. Inmediatamente después, se destinaron a diversas funciones

<sup>23</sup> Socarrás Pérez, Eldrin, Propuesta de revitalización del antiguo club militar y su entorno, Trabajo de diploma, Universidad de Oriente, 2008

<sup>24</sup> Martínez Jiménez, Pedro. Propuesta de recuperación arquitectónica con fines de alojamiento turístico en la zona residencial costera de Ciudadamar, Tesis presentada en opción al título de Arquitecto, Universidad de Oriente, Facultad de Construcciones, 2010.

# Capítulo I

---

sociales; aunque la mayoría mantuvo su condición de vivienda. Tal es el caso del inmueble en cuestión que paso a ser casa de visita del consejo de estado a partir del año 1960, hasta hace cinco años que paso a manos de la inmobiliaria del turismo para un proyecto de hostel.

## 1.4.1. Caracterización tipologica del edificio

El estudio de los aspectos de análisis definidos y utilizados en la tesis doctoral “La vivienda del Movimiento Moderno en Santiago de Cuba”<sup>25</sup> permitió realizar una caracterización tipológica del edificio.

El inmueble se encuentra localizado en calle Merrimac entre Hermanos Marañón y avenida del Caribe, Reparto Ciudadamar. Fue construido en 1955 y se le atribuye el proyecto al arquitecto Ulises Cruz Bustillo, bajo la propiedad de Cía. de Fomento Oriental S.A., con una arquitectura correspondiente al Movimiento Moderno. Presenta accesos terrestres y marítimos, uno va desde la Avenida Caribe hasta el Embarcadero de Ciudadamar mediante una escalinata, otro desde la misma Avenida hasta el Yacht Club, - ambos hechos por los propios ciudadanos de la zona-, y el tercero comprende desde el Castillo del Morro- la Estrella- Club Militar.

Es un edificio de dos niveles y un sótano, la planta es rectangular ocupando un área total de 593,0 m<sup>2</sup> cubiertos, con una dimensión de 40.84 x 28.32m. Tiene una estructura de esqueleto, con doce ejes en el sentido longitudinal y siete en el sentido transversal de luces e intercolumnios variables. Consta de una planta baja de servicios que conforma el desnivel por la calle Avenida del Caribe. El sistema constructivo del sótano está compuesto por columnas de 300 x 300mm y vigas de 300 x 400mm, muros de bloques y ladrillo, losa de entrepiso de 150mm (ver Figura 1.8). El primer nivel corresponde a habitaciones dobles, simples y matrimoniales además de vestíbulo, cocina, estar, comedor, terraza y un mini bar. Las columnas son de secciones diferentes: 300 x 300mm, 320 x 320mm, 320 x 300mm y vigas de sección 300 x 320mm y 350 x 300mm construidas de hormigón armado. Presenta vigas invertidas y semi invertidas, muros compuestos de

---

<sup>25</sup> Soto Suárez, Milene, La vivienda del Movimiento Moderno en Santiago de Cuba, Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Técnicas, Universidad de Oriente, Facultad de Construcciones, Santiago de Cuba, 2006, p 65



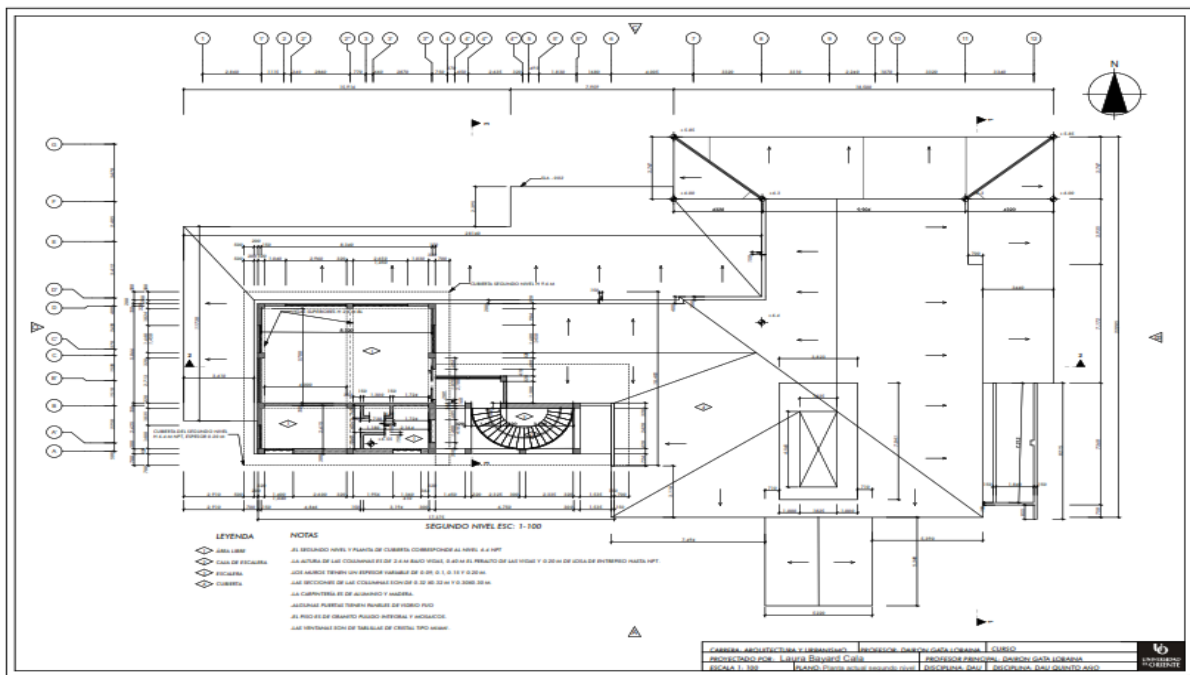


Figura 1.10. Planta arquitectónica del segundo nivel.

La composición volumétrica del inmueble se caracteriza por un volumen articulado con entrantes y salientes que evitan la monotonía y favorecen el juego de luz, que revela las funciones a las que corresponde y la diferenciación de niveles a través de aleros como elementos de determinación espacial (Ver figura 1.11). El terreno es accidentado pero la edificación se adapta completamente a los desniveles topográficos. (Ver figura 1.12)



Figura 1.11. Destaca la volumetría articulada.

# Capítulo I



Figura 1.12. Véase la adaptación a la topografía.

Las habitaciones y otros espacios de uso social se expanden hacia el exterior, la terraza, el balcón, con ayuda de las persianas miami de cristal y las corridas de piso a techo que favorecen el confort ambiental y logran la relación interior-exterior. Presenta una escalera como elemento articulador de espacios, que jerarquiza el nexo del bar del primer nivel con la segunda planta creando un componente de relación visual y ambiental (Ver figura 1.13). Los espacios que conforman la vivienda en su interior son: sala, cocina, comedor, habitaciones, baños, y un pasillo de circulación, todos están delimitados por muros configurando así la planimetría.

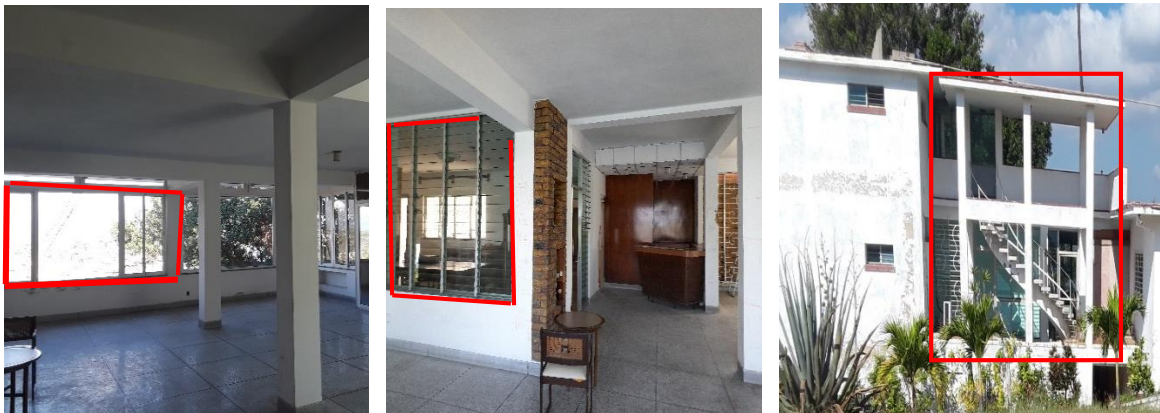


Figura 1.13. Elementos que favorecen la relación interior-exterior.

La carpintería muestra el empleo de persianas Miami de cristal y puertas de madera de una sola hoja. Hay presencia de herrería simple y lineal, en las barandas de la escalera, en los barrotes de la terraza y en algunos vanos. (Ver figura 1.14).



Figura 1.14. Representación de la herrería.

## 1.4.2. Categorización y Grado de Protección

En el edificio se ven demostrados aspectos esenciales que lo caracterizan demostrando la existencia de determinados valores y principios. Presenta **valor ambiental** ya que causa un vínculo indisoluble con el entorno y cualifica el contexto inmediato. La existencia del edificio contribuye a embellecer, desde su composición, la imagen urbana del reparto, y resalta como un hito arquitectónico y funcional dentro del mismo. Por ser fiel exponente de la arquitectura del Movimiento Moderno, sirviendo como fuente para apreciar su propia evolución, además de los bienes muebles que en el aún existen posee **valor artístico y arquitectónico**, ya que su diseño brinda una solución que permite la integración de la forma, función, técnica y criterios ambientales en esta zona. Muestra **valor funcional** a través de una eficiente relación de espacios. Expresa adecuada relación entre el contexto inmediato, aprovechando la condicionante impuesta por la topografía, permitiendo una segregación de los locales. Este inmueble aún conserva la imagen de su envoltente, en condiciones prácticamente iguales a las originales, los pequeños cambios se han producido en el interior. Estos cambios pueden ser reversibles y no afectan la percepción visual completa del mismo lo que define su **conservación e integridad**.

Por todo lo expuesto, se propone el Grado de Protección II: según el artículo 39 del Decreto No.55 Reglamento para la ejecución de la Ley de los Monumentos Nacionales y Locales, se define como aquellos bienes, cuya conservación está subordinada a previas alteraciones parciales o al carácter no excepcional de estos, y que, por tanto,

# Capítulo I

---

podrán sufrir modificaciones o adaptaciones controladas. Estos bienes estarán subordinados directamente al control de la Comisión Nacional de Monumentos.

## 1.4.3 Características de la arquitectura del Movimiento Moderno que propician vulnerabilidades

En investigaciones precedentes<sup>26</sup> se ha llegado a identificar los aspectos que inciden en la vulnerabilidad de esta arquitectura. Este análisis confirma que estas edificaciones del movimiento moderno presentan vulnerabilidades asociadas a sus características propias, favorecidas por el diseño arquitectónico y estructural utilizado, además de la variedad en las técnicas constructivas empleadas en la época sin los criterios de diseño sismo resistente. Se puede resumir que los aspectos que inciden en los resultados obtenidos son los siguientes <sup>27</sup>:

- La irregularidad o asimetría de la edificación en planta, con notables entrantes y salientes.
- Presencia de amplios vanos en muros.
- Las secciones de los elementos vigas y columnas son insuficientes.
- Bajas cuantías de refuerzos longitudinales y poca o ninguna presencia de refuerzo transversal parámetros que intervienen no solo en la resistencia y ductilidad de los elementos, sino también en la rigidez y resistencia global de la edificación.
- Elementos de hormigón armado con resistencias características bajas
- No hay continuidad de los elementos resistentes en las direcciones principales del edificio.

---

<sup>26</sup> Nelma de Almeida Rute Dalava, Comportamiento estructural sismorresistente de las viviendas individuales modernas en Santiago de Cuba, Tesis presentada en opción al grado académico de master en Habitat y medio ambiente en zonas sísmicas, , Facultad de Construcciones. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, 2013

<sup>27</sup> Corrales Sánchez Anabelis, Recomendaciones generales para la conservación y rehabilitación del patrimonio del Movimiento Moderno de la vivienda individual moderna en los repartos Vista Alegre y Rajayoga de Santiago de Cuba, Tesis presentada en opción al título de Ingeniera Civil, Facultad de Construcciones. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, 2015, pág. 52-53.

# Capítulo I

---

- Existencia de más de un nivel de cimentación, que provoca una respuesta estructural asincrónica de la edificación.

En síntesis, la configuración estructural es el aspecto más importante en todo el proyecto estructural; su importancia reside en que, si el diseño arquitectónico no llega a complementarse con un óptimo y razonable criterio en el diseño estructural, la estructura puede comportarse deficientemente ante un terremoto, a pesar de que se haya empleado métodos de análisis complejos y detallados por parte del ingeniero.<sup>28</sup>

Los aspectos antes expuestos demuestran que se exige un cambio en la visión al realizar proyectos de conservación y/o rehabilitación, manteniendo sus características arquitectónicas originales, sin prescindir del análisis de su comportamiento estructural, pues se trata de mantener en uso, ante la acción de eventos de origen natural, estructuras que constituyen parte de la historia de la ciudad y un patrimonio significativo.

---

<sup>28</sup> Gueroa Tejeda Gustavo, Recomendaciones para la intervención del edificio de viviendas en apartamentos Marvy, Tesis presentada en opción al título de Arquitecto, Facultad de Construcciones. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, 2017.



# Capítulo I

---

## Conclusiones parciales del capítulo I

- En la actualidad los estudios referidos a edificios con valores patrimoniales industriales señalan al uso de laboratorios de ensayos contando con el apoyo de las nuevas tecnologías.
- La base fundamental sobre la cual se sustenta el diagnóstico, lo constituye los estudios previos, permitiendo a través de sus resultados la caracterización de materiales y elementos estructurales.
- Los estudios realizados con el equipamiento del Laboratorio del CEPAV en conjunto con la ENIA son fundamentales y resultan estudios bases para el desarrollo de los ensayos propuestos
- El futuro Hotel Cuidamar es un edificio importante a conservar perteneciente al Movimiento Moderno, es por ello que se realiza un diagnóstico en el inmueble de acuerdo al cambio de uso que requerirá.



# Capítulo II

## Capítulo II

### Capítulo II. ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS DEL FUTURO HOSTAL CUIDAMAR

#### INTRODUCCIÓN

Este capítulo propone una recopilación de datos necesarios para la realización de los estudios previos para el diagnóstico estructural del futuro Hotel Cuidamar. Se realiza el levantamiento de lesiones para definir las causas que originaron el proceso patológico, su evolución y el mecanismo de actuación. Además, se desarrolla una breve descripción del procedimiento del funcionamiento de cada uno de los equipos empleados y se explica el proceso de realización de los ensayos. En cada uno de los ensayos se obtienen resultados que se tabulan y relacionan, dando respuesta a los objetivos planteados lo que nos permite caracterizar los materiales que serán de gran importancia para el diagnóstico y la evaluación de la estructura portante de dicha edificación.

#### 2.1. Levantamiento detallado de lesiones. Análisis de posibles causas

Luego de varias visitas al inmueble con el objetivo de conocer y familiarizarse con la obra, se definieron las patologías que afectan de manera general la misma y sus posibles causas. Para realizar un diagnóstico preciso de las lesiones se utilizará el método propuesto por el profesor Tejera Garófalo<sup>29</sup>, el cual expone mediante el uso de un sistema de fichas técnicas una valoración del inmueble que permite el dictamen técnico-constructivo de los elementos componentes de este y finalmente del edificio en general, lo que permite clasificar el nivel de intervención o acción constructiva a realizar en la edificación. (Ver tabla 2.1)

Tabla 2.1. Bloque de fichas

A. ESTRUCTURA	B. FACHADAS
A.1 CIMENTACIÓN A.2 ESTRUCTURA VERTICAL A.3 ESTRUCTURA HORIZONTAL A.4 ESCALERAS Y RAMPAS A.5 ESTRUCTURA DE CUBIERTAS	B.1 CERRAMIENTOS, B.2 MUROS CORTINAS, B.3 REVESTIMIENTOS, B.4 VOLADIZOS, REMATES Y ELEMENTOS SINGULARES B.5 CARPINTERÍA

<sup>29</sup> Tejera Garófalo, Pedro. *Método de diagnóstico de edificaciones existentes*. El Patrimonio Mundial del Oriente de Cuba, Acciones universitarias, integradas para su salvaguarda. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. 2015

## Capítulo II

<p><b>C. CUBIERTA</b></p> <p>C.1 IMPERMEABILIZACIÓN Y ACABADOS C.2 LUCERNARIOS, CLARABOYAS</p>	<p><b>D. INSTALACIONES</b></p> <p>D.1 RED HIDRAULICA D.2 RED SANITARIA D.3 RED DE ELECTRICIDAD D.4 RED DE GAS D.5 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN D.6 INSTALACIONES DE TRANSPORTE D.7 INSTALACIONES AUDIOVISUALES D.8 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN</p>
<p><b>E. ELEMENTOS COMUNES</b></p> <p>E.1 ELEMENTOS EXTERIORES Y VESTÍBULO E.2 ESCALERAS E.3 GARAJE Y TRASTEROS E.4 PISCINAS</p>	<p><b>F. ELEMENTOS PRIVADOS</b></p> <p>F.1 TABIQUES Y FALSO TECHO F.2 REVESTIMIENTO F.3 CARPINTERIA INTERIOR F.4 BAÑOS F.5 COCINAS Y LAVADEROS</p>

Las lesiones que se manifiestan actualmente en las partes componentes del edificio, que parten de una lesión primaria que es la humedad provocada por el desbordamiento de un tanque elevado que trajo como consecuencias otras lesiones secundarias tales como: desprendimiento, corrosión, manchas de humedad, eflorescencia, abofamiento, y otras como grietas y fisuras que pueden provenir de la retracción del hormigón, movimientos sísmicos o asentamientos. (Ver figura 2.1, 2.2, 2.3 y anexo 2.1,2.2,2.3,2.4,2.5,2.6,2.7)



B.3.1



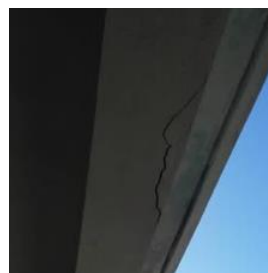
A.3.1



A.3.2



B.1.1



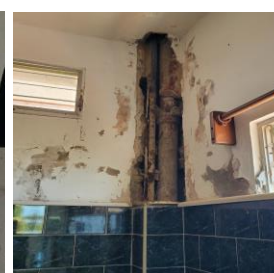
A.3.3



A.2.1



D.3.1



D.2.1

# Capítulo II



A.2.2

A.3.4

A.3.5

A.3.6

Figura 2.1. Levantamiento de lesiones con el método de Tejera Garófalo.

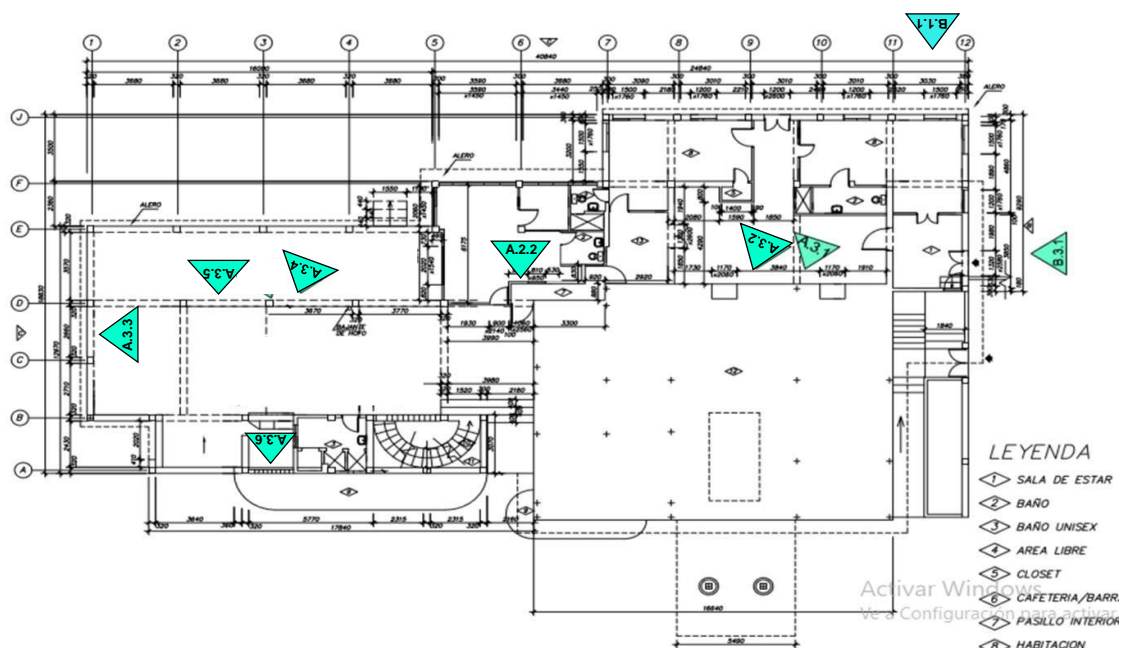


Figura 2.2. Lesiones ubicadas en planta sótano.

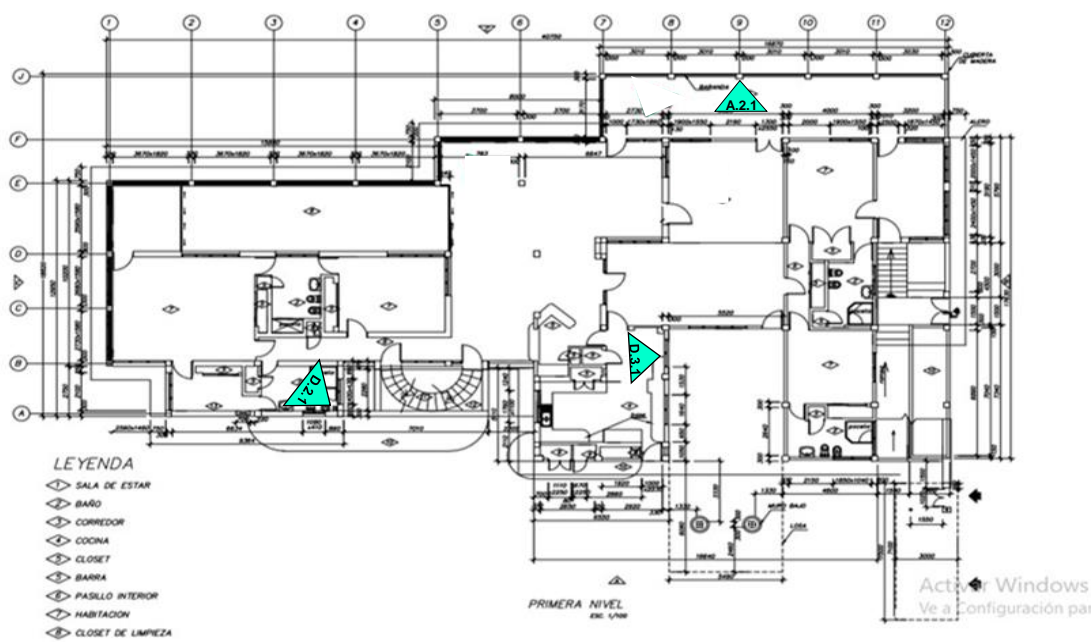


Figura 2.3. Lesiones ubicadas en planta primer nivel.

## Capítulo II

---

Se puede resumir que las lesiones observadas en general son:

- Pérdida de recubrimiento en elementos estructurales losas y vigas.
- Corrosión en las barras de refuerzo de los elementos losas y vigas.
- Fisuras y grietas en vigas y columnas.
- Manchas, abofamiento y eflorescencia de humedad en muros del sótano.

Las causas principales de todas las lesiones encontradas en el edificio objeto de estudio en sentido general se deben a la filtración provocada por la acumulación de aguas pluviales en la cubierta, los años de explotación, la falta de mantenimiento, los fenómenos naturales y el entorno agresivo cerca del litoral.

### 2.1.1. Criterios de selección de las áreas de estudios

Luego de identificados las principales lesiones se seleccionaron los elementos a evaluar. Las partes involucradas en la investigación (EMPROY 15, ENIA y el laboratorio del PCI) acordaron con la inversión que se debe evitar ocasionar daños permanentes a los elementos estructurales haciendo uso de métodos destructivos. Se decide la realización de un mínimo de ensayos destructivos prevaleciendo los ensayos no destructivos.

Los criterios de selección que permitieron la realización de las mediciones son los siguientes:

1. Que sea posible la colocación del equipamiento especializado en cada elemento.
2. La accesibilidad a los diferentes elementos la edificación
3. La inspección visual de lesiones que permiten apreciar el estado aparente del edificio.
4. Trabajo de Campo

No todos los métodos son utilizados para obtener los mismos resultados, incluso hay momentos en que es ventajosa la combinación de varios de ellos para poder realizar correctamente el análisis, utilizando uno de ellos para la localización de anomalías y el otro para la cuantificación o valoración de las mismas.

El procesamiento de los resultados obtenidos se tuvo en cuenta a partir de los resultados de los ensayos no destructivos y ensayos destructivos a los elementos estructurales tales como columnas, muros, vigas y losas. Por decisión del proyectista y la inversión todos se realizaron fundamentalmente en el sótano

## Capítulo II

y el primer nivel. También se midió el nivel de humedad presente en los muros y elementos estructurales, lo que será otra investigación. Se efectúan un total de 25 ensayos de ellos 22 ensayos no destructivos y 3 ensayos destructivos. (Ver tabla 2.2)

Tabla 2.2. Volumen de los ensayos realizados a la edificación.

Tipo de ensayo realizado <sup>20</sup>	Actividad	Equipo	Elemento	Cantidad de ensayos
Ensayos destructivos (ED)	Extracción de testigos	Maquina extractora de testigos	Columna	2
			Muro	1
<b>Total (ED)</b>				<b>3</b>
Ensayos No Destructivos (END)	Detección de aceros	Profometer 5 +	Columnas	7
			Vigas	4
			losa	2
			Muro	1
	Ensayo de carbonatación	Líquido	Columna	1
	Ensayos con ultrasonido	Ultrasonido marca PROCEQ	Testigos	2
	Levantamiento de fisuras	Lupa de contacto. Regla poliéster transparente	Columna	4
viga			1	
<b>Total (END)</b>				<b>22</b>

### 2.2. Características y funcionamiento del equipamiento

- Las técnicas o equipos para realizar los ensayos no destructivos son:
- Detector de armaduras.
- Ultrasonido o medición de velocidad de propagación de ondas en hormigón en testigos (la ENIA decidió solo realizarlo en testigos).
- Carbonatación en columna (en 1 columna)
- Lupa de contacto y regla poliéster transparente

El equipo de ensayo destructivo a emplear es:

- Maquina extractora de testigos en columna y muro. (equipo HILTI 00-130)

#### 2.2.1 Detector de armaduras PROFOMETER 5

## Capítulo II

El sistema de detección de barras de refuerzo ultraligero y compacto PROFOMETER 5 + (Modelo S) permite utilizar la tecnología de inducción de impulso no destructiva al detectar barras de refuerzo. Al utilizar el método de medición de impulsos se mejora la precisión, haciendo que el instrumento sea prácticamente insensible a las interferencias externas.<sup>30</sup>

Este equipamiento cuenta con un sistema de detección de barras de refuerzo que permite la localización y orientación de barras de refuerzo, medición de la profundidad del recubrimiento del hormigón y la estimación del diámetro de las barras de acero. (Ver figura 2.4)



Figura 2.4. Se muestra Detector de Armaduras con sonda universal y cordón de seguridad.

Consta con un dispositivo indicador compacto y fácil de usar con retroiluminación. El Software Provista para PC permite transferir y editar los datos con rapidez.<sup>52</sup> La sonda universal ha sido diseñada para funcionar en relación a la dirección, es por ello que la debemos posicionar en paralelo a las barras a ensayar y desplazadas sobre ellas lateralmente para el escaneado. Pulsar la tecla ON/OFF por más de segundos para encender el equipo y serán visualizados los siguientes datos: modelo del instrumento (modelo S), N 3 o de serie del instrumento, versión del Software instalado y el símbolo de batería más o menos negro indicando el estado de batería.

Posteriormente aparece la navegación de menús para el usuario. Luego pulsar la tecla MENÚ para visualizar el menú principal: (Ver figura 2.5)

<sup>30</sup> Proceq SA: "Manual de Operación. Sistema de Detección de Barras. Modelo S", Suiza, 2011





Figura 2.5. Pantallas de Inicio y Menú Principal respectivamente.

A partir de este menú se configuran una serie de parámetros antes de comenzar con el proceso de medición, los cuales se mencionan a continuación:

- **Diámetro de barra:** La configuración del tamaño de barra que existe en la estructura hace posible una buena exactitud básica de las lecturas del recubrimiento, siendo el tamaño recomendado de 16 mm o #5. El sistema métrico permite ajustar los diámetros de barras de acuerdo a diferentes normas, por lo que se indicará la profundidad del recubrimiento del hormigón y las distancias en mm. Para cambiar el sistema de medidas de mm a pulgadas, pulsar la tecla MENÚ y posteriormente Ajustes Básicos y Unidad.
- **Número de objeto:** Los valores que se midan se almacenarán bajo números de objeto, el cual se ajustará el primer dígito de acuerdo con la función de medición, en nuestro caso es 1 para Medición con Estadísticas.
- **Proceso de Medición con Estadísticas:** Esta función se utiliza para localizar barras, medir recubrimientos de hormigón y estimar diámetros de barras. En lugares donde la luz no es suficiente para realizar las mediciones, podrá encenderse la luz de fondo de LCD pulsando la tecla ↑ por más de 2 s. Para restablecer el equipo después de un proceso de medición se sostiene la sonda en el aire y se pulsa la tecla START/RESET, apareciendo una barra negra que nos informa sobre el progreso del procedimiento, por lo que la sonda no debe ser movida antes de que la barra haya desaparecido y aparezca en pantalla 0.<sup>32</sup>
- **Localización de las barras y medición del recubrimiento del hormigón:** Se desplaza la sonda a partir de una posición inicial, ya sea para el acero longitudinal o transversal. Hay que tener en cuenta las ayudas de localización; el

<sup>32</sup> Ibídem

## Capítulo II

recubrimiento de hormigón actual, la barra dinámica, el bip (breve) y el valor de señal. Mientras la barra dinámica se esté moviendo hacia la derecha, es señal de que la sonda se estará acercando a una barra y cuando la barra dinámica deje de moverse, la sonda estará direccionalmente sobre el eje de la barra. Si el eje longitudinal de la sonda sobrepasa ligeramente la posición del eje de la barra, se emitirá una indicación acústica y visual según la configuración de (beep). La frecuencia de la señal acústica aumentará mientras que la sonda se esté acercando a la barra.

- **Determinación del diámetro de la barra:** En nuestro caso suponemos que son barras unidas mediante alambres de atar, y determinaremos los diámetros sin corrección. Primeramente, se debe seleccionar un lugar en la estructura donde exista suficiente espaciado entre las barras y seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionar la función (Medición con Estadísticas).
2. Llevar a cabo el procedimiento de RESTABLECIMIENTO.
3. Posicionar la sonda en posición paralela encima de la barra y pulsar la tecla ↑.
4. El resultado de la determinación del diámetro de barra será visualizado en mm o inch.

- **Almacenamiento de los valores medidos:** Para guardar los valores medidos pulsar la tecla PRINT/STORE y este se guardará con el valor del número de objeto dado en el MENÚ.

- **Transferir los datos de Objeto a la PC:** Instalar en la PC el programa ProVista incluido en el CD, abrirlo y realizar la conexión del equipo a la PC a través de los cables de transmisión incluidos, posteriormente descargar.<sup>33</sup>

### 2.2.2 Ultrasonido del hormigón o instrumento ultrasónico. Pundit Lab

Esta es una técnica precisa, que mediante el transductor electroacústico se genera un impulso de vibración longitudinal, un segundo transductor recibe la señal, y por medio de un circuito electrónico se mide el tiempo de tránsito.<sup>34</sup> (Ver figura 2.6)

---

<sup>33</sup> Proceq SA: "Manual de Operación. Sistema de Detección de Barras. Modelo S", Suiza, 2011.

<sup>34</sup> Eduardo Vidaud Quintana: "Evaluación física y patológica de obras de concreto armado: estado del arte...aplicaciones a la evaluación de estructuras dañadas por sismo", en V Conferencia Internacional de Peligrosidad, Riesgo Ecológico, Ingeniería Sísmica y de Desastres, 2016.

## Capítulo II



Figura 2.6. Instrumento ultrasónico Pundit Lab.

La velocidad de propagación de ondas elásticas a través de un sólido se encuentra muy condicionada por diferentes factores como la mineralogía del material, la textura, la densidad, la porosidad, el grado de humedad, la temperatura o la presión. Por lo que, al estudiar la velocidad obtenida en un determinado medio, se puede deducir mediante ésta técnica valores que nos ayuden a estimar el estado del elemento, su resistencia, su grado de humedad y muchos otros datos.<sup>35</sup> Para poder relacionar la velocidad de propagación obtenida en un determinado elemento con la calidad del mismo, es necesario relacionar dicha velocidad con la obtenida en una calibración previa, siendo necesaria la medición de elementos en buen estado que nos sirvan de referencia con los que podamos comparar los resultados obtenidos en los elementos de los que queremos obtener valores. (Ver figura 2.7)



Figura 2.7. Puesta a cero de los transductores exponenciales

- Puesta a cero del Pundit Lab: Deberá ponerse a cero con periodicidad, usando la varilla de calibración, ya que esta contiene el valor con que debe ser calibrado en microsegundos ( $\mu\text{s}$ ). Se acoplan los transductores a la varilla

<sup>35</sup> Enrique Alario Catalá: "Técnicas No Destructivas para diagnóstico de elementos constructivos": <https://enriquealario.com/tecnicas-de-ensayo-no-destructivas/>, febrero de 2019.

## Capítulo II

---

y se aplica una capa de gel acoplador de ambos lados de esta y en los transductores, luego presionar firmemente de la manera mostrada.

- Configuración del sistema: Se deben seguir los siguientes pasos:
  - Ajustar la Frecuencia del Transductor: teniendo en cuenta que las directrices generales para transductores con frecuencias resonantes en concreto son de 24 a 150 kHz <sup>36</sup>, en nuestro caso el valor tomado es 54 kHz pues los transductores del equipamiento poseen esta frecuencia.
  - La duración del pulso se debe ajustar automáticamente en el valor óptimo para la frecuencia de transductor seleccionada y no necesitará ningún ajuste.<sup>37</sup>
  - Se mantiene el ajuste de calibración obtenido: 25,4  $\mu$ s
  - El factor de corrección de acuerdo a la norma BS 1881, parte 203, depende de dos factores: el contenido de humedad en el hormigón y la temperatura, en nuestro caso se escoge 1.0 ya que los ensayos se realizarán en una temperatura en un rango de 10°C a 30°C en hormigón seco.

Desplazarse a la siguiente pantalla a través del botón ↓ y ajustar la tensión de excitación y las ganancias del receptor, las cuales pueden tomarse en modo automático, pues Pundit Lab localizará la combinación óptima entre los dos parámetros para una medición estable.

- Ajustar las unidades, en nuestro caso usaremos el sistema métrico.
- La transmisión continua/ saltatoria, en la cual la primera continuará transmitiendo hasta que se pulse el botón "Stop" y la segunda enviará paquetes de pulsos hasta obtener una lectura estable, y a continuación parará automáticamente.<sup>38</sup>

El ultrasonido **Pundit Lab** se emplea para varias aplicaciones: medición de la velocidad del pulso, de la longitud de recorrido, de la velocidad superficial, de la profundidad de grietas y evaluación de la uniformidad. Generalmente se usarán

---

<sup>36</sup> Germann Intruments: "Catalog-NDT-2010", 2010.

<sup>37</sup> Proceq SA: "Manual de Operación: Pundit Lab "Instrumento Ultrasónico", 2011.

<sup>38</sup> Ibídem

## Capítulo II

tres disposiciones de los transductores. En nuestro caso de estudio los métodos directo y semidirecto son los más recomendados, siendo útiles para determinar la calidad de la superficie pues se contaba en su mayoría con cuatro caras del elemento a inspeccionar, debido a que el estudio es los componentes estructurales por ejemplo viga y columna. (Ver figura 2.8)

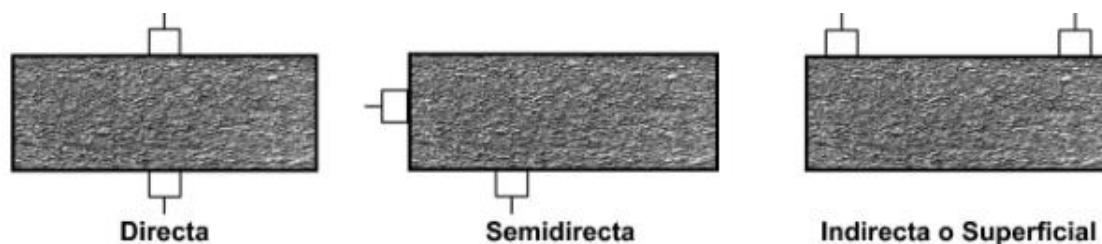


Figura 2.8. Disposiciones de los Transductores

La preparación del ensayo es primordial para la exactitud de los resultados, entre los pasos principales a seguir está primeramente determinar la ubicación de las barras usando el detector de armaduras y luego posicionar los ensayos ultrasónicos de tal forma que se omitan las barras. Posteriormente el procedimiento de medición estándar será:

1. Aplicar el gel acoplador en la superficie a ensayar y en los transductores.
2. Posicionar los transductores.
3. Ejecutar la medición.
4. Reposicionar los transductores (sólo en mediciones compuestas).
5. Guardar el resultado.

A continuación, se explicarán los pasos para realizar el método escogido:

1. Seleccionar Medición Compuesta.
2. Seleccionar Velocidad Superficial.
3. Seleccionar Ajuste de parámetro "b", aquí se inserta la longitud de recorrido.
4. Luego de ubicar los transductores en la primera posición, pulsar Start.
5. Se ha medido "t 1", el cual se precisa a partir de una lectura estable que se indica mediante un "tic". Posteriormente se traslada el receptor a la segunda posición, pulsar Start.
6. Se mide "t 2", igualmente mediante un "tic", visualizando el resultado en la pantalla de las dos mediciones y la velocidad superficial. Seguidamente se guarda el resultado.

## Capítulo II

Transferir los datos de Objeto a la PC: Instalar el programa Pundit Link incluido en el CD. Conectar el Pundit en un puerto USB y descargar.

### 2.2.3. Ensayo de carbonatación

Es una prueba química que requiere de materiales de especiales y de personal capacitado para su ejecución. Se utiliza para diagnóstico y se puede realizar rápidamente en campo. Basado en cambios de color producidos en la superficie del concreto por el agente reactivo. Empleando fenolftaleína sobre el concreto a ensayar se observan los cambios de coloración que se producen. Si el concreto se colorea violeta indica PH aceptable, pero si no varía de color, indica que el hormigón está carbonatado y su PH será menor a 8.5.<sup>39</sup> (Ver figura 2.9)

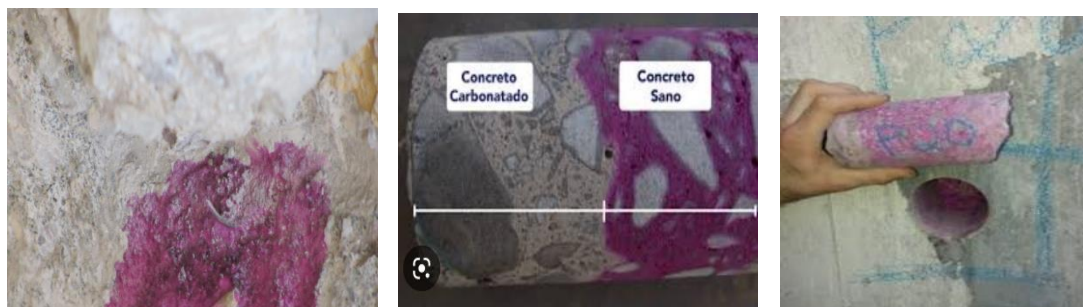


Figura 2.9. Hormigón coloreado con PH aceptable, no existencia de carbonatación

### 2.2.4. Lupa de contacto. Regla poliéster transparente

La lupa de contacto consta de mango y luz, para una mayor visualización de lo que se observa por la lente. Presenta una lente acromática antirreflejos, mango con fácil agarre pastico, Interruptor para el encendido de la luz. (Ver figura 2.10)

Especificaciones técnicas: Retículo → 0,1, 0,2, 0,5 mm.

Aumento → 10x.

Diámetro del ocular → 2 cm.

Campo → 15-0-15 mm.

Modo de uso:

---

<sup>39</sup>Manuel Valcuende Payá, Intervención en estructuras de hormigón, El Patrimonio Mundial del Oriente de Cuba Acciones universitarias, integradas, para su salvaguarda, Tomo I, editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2014.

## Capítulo II

- Quitar la tapa protectora de la lente.
- Fijar la lente al objeto a inspeccionar.
- Regular la lente en caso de tener una visión borrosa.
- Si hay poca visibilidad desplazar el interruptor de la luz para una mejor visión.<sup>40</sup>



Figura 2.10. Lupa de contacto

La regla poliéster transparente modelo FI125A, presenta distintas graduaciones para verificar anchos de fisuras por comparación. Es plástica, transparente, flexible, de fácil uso y resistente a la intemperie. (Ver figura 2.11)

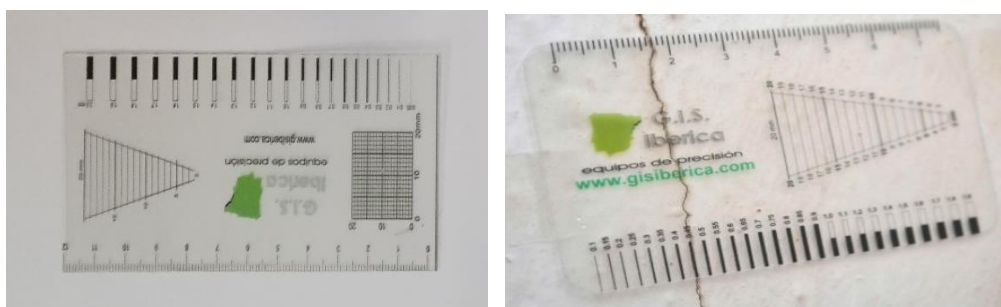


Figura 2.11. Regla poliéster transparente

Modo de uso:

- Verificar que se encuentre en buenas condiciones para su uso.
- Poner la misma encima del instrumento o elemento el cual se desea medir.
- Registrar los resultados obtenidos.<sup>41</sup>

### 2.2.5. Máquina extractora de testigos HILTI 00-130

<sup>40</sup> Manuel Fuentes Lara, González Fernández Mayra Mónica, "Catálogo de equipos e instrumentos para ensayos no destructivos, Laboratorio Integrado de Tecnologías Avanzadas para la Conservación del patrimonio del Oriente de Cuba", Facultad de construcciones, Santiago de Cuba, 2014, p 17

<sup>41</sup> Manuel Fuentes Lara, González Fernández Mayra Mónica, "Catálogo de equipos e instrumentos para ensayos no destructivos, Laboratorio Integrado de Tecnologías Avanzadas para la Conservación del patrimonio del Oriente de Cuba", Facultad de construcciones, Santiago de Cuba, 2014, p 20

## Capítulo II

Los diferentes equipos para extracción de testigos están especificados en la norma IRAM 1551-83 “Extracción, preparación y ensayo de testigos de hormigón endurecido”. Para este trabajo se utilizó un equipo HILTI 00-130. (Ver figura 2.12)



Figura 2.12. Máquina extractora de testigo, ejecución del ensayo y partes componentes del equipo.

El mismo está formado por los siguientes elementos:

- Base: Vincular el equipo a la estructura a través de un tirafondo para impedir desplazamientos durante la extracción.
- Riel: Permitir el desplazamiento de la máquina y la broca para lograr la perforación.
- Máquina: Hacer girar a la broca con cierta revolución de manera de lograr la perforación.
- Broca: Penetrar en el hormigón. Está compuesta por unos dientes adiamantados de resistencia suficiente para la perforación.
- Recipiente de agua a presión: Proveer de agua a la broca. Con esto se logra disminuir el calor por rozamiento entre la broca y el hormigón.<sup>42</sup>

Para determinar la resistencia del hormigón de una obra pueden extraerse probetas directamente de los elementos estructurales. Estas probetas se extraen mediante perforadoras tubulares con las que se obtienen testigos cilíndricos cuyos extremos se cortan posteriormente con una sierra de disco. Es recomendable que el diámetro de la probeta sea igual o mayor de 10 cm (algunas normas establecen el mínimo en 75 mm), y que su altura sea por lo menos el

<sup>42</sup> Joaquín Daniele, Extracción, Ensayo a compresión simple y análisis de resultados de testigos de hormigón de diferente diámetro, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, febrero 2018



## Capítulo II

doble del diámetro. Las bases de las probetas cilíndricas deben tallarse y enfrentarse con mortero de azufre o pulir la superficie. Hay que tener en cuenta que la resistencia obtenida con probetas cilíndricas de 10 x 20 cm es mayor que la obtenida con probetas normales enmoldadas. Ya extraídos los testigos es necesario preparar sus bases para que sean paralelas y de superficie regular. De esta manera se logra tener una distribución de cargas uniforme y así evitar concentraciones de tensiones al momento del ensayo.<sup>43</sup> (Ver figura 2.13)



Figura 2.13. Muestras extraídas por la ENIA con la máquina extractora de testigo.

### 2.3 Diseño de los ensayos propuestos y valoración de los resultados obtenidos

A partir de la muestra seleccionada para realizar los ensayos, estos se ejecutan consecutivamente en el orden en que se ha explicado su funcionamiento, de acuerdo a las características específicas de cada método que así lo exigen.

#### 2.3.1 Detector de armaduras Profometer 5 +

Los elementos analizados con el detector de acero fueron las columnas, vigas y losas. Para la detección de acero en las columnas se realizó a toda la altura de la misma, se utiliza el detector en cuatro caras libres y en otras columnas solo en una o dos caras libres según la posición del elemento y su unión con muros, que impiden la detección del acero. En las columnas seleccionadas las mediciones se hicieron buscando primero desde un extremo hacia el otro haciéndolos coincidir en el sentido tanto longitudinal como transversal. Para las vigas analizadas solo se estudió tres de sus caras (cara del fondo y dos caras

<sup>43</sup> Ibídem

## Capítulo II

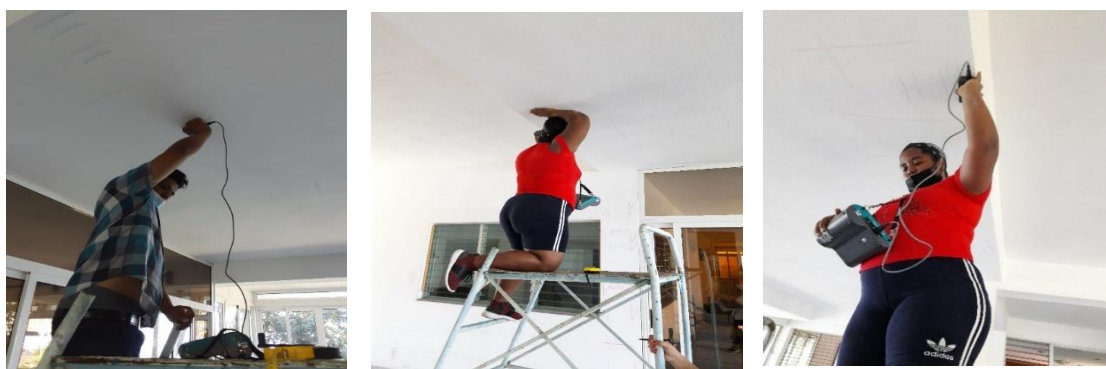
laterales), buscando primero desde un extremo hacia el otro haciéndolos coincidir en ambos sentidos y en el caso de las losas se le realizó una de sus caras. (Ver figura 2.14)



Véase la presencia de acero longitudinal y transversal en columnas.



Búsqueda de aceros longitudinal y transversal en las vigas



Búsqueda de aceros en ambas direcciones de trabajo de las losas

Figura 2.14. Uso del detector de armadura en los diferentes elementos estructurales.

Todas las columnas analizadas son del primer nivel. Se seleccionaron 7 para determinar la existencia de acero. Los elementos seleccionados fueron E6, D7, D (entre los ejes 6-7), D (entre los ejes 5-6), C (entre los ejes 6-7), F6, y F7. con secciones transversales de 300x0.300mm. (Ver tabla 2.3 y anexo 2.8)

## Capítulo II

Tabla 2.3. Resultados de los aceros en columnas.

Nivel	Ubicación	Sección (mm)	Acero longitudinal		Aceros transversales	Recubrimiento neto (mm)
			cantidad	Diámetro Ø (mm)	Diámetro/ Espaciamiento (mm)	
Primer nivel	D6-7	300x300	4 aceros	11.9-23.3	Φ(7-18.5) 450-500	38-62
	D5-6	300x300	4 aceros	24.6	No dio Ø CDG 450-500	59-79
	C6-7	300x300	4 aceros	9.9-20.7	φ (7 -9.7) 450-500	47-58
	F6	300x300	4 aceros	19.9-21	Φ(14.9-21.5) 450-500	36-41
	F7	300x300	4 aceros	24.3-26	Φ(21.9-25.5) 450-500	47-54
	E6	300x300	4 aceros	15.8-16.4	Φ(7-8.7) 450-500	23- 32
	D7	300x300	4 aceros	7 -19.5	Φ(7-12.9) 450-500	20- 65

Se ensayaron 3 vigas tres todas del primer nivel, para determinar la existencia de acero. Los elementos seleccionados fueron E5-6, E6-7 y D5-6, con secciones de 300x320mm (Ver tabla 2.4 y anexo 2.9)

Tabla 2.4. Resultados de los aceros en vigas.

Nivel	Ubicación	Sección (mm)	Acero longitudinal		Aceros transversales	Recubrimiento neto (mm)
			cantidad	Diámetro Ø (mm)	Diámetro/ Espaciamiento (mm)	
Primer nivel	E6-7	320x320	4 aceros	7.4-7.6	φ (6.9-9.4) 200-350 -500	54 -74
	D5-6	320x320	4 aceros	8.911.5	φ (14.9-20.3) 200-350 -500	55-74
	E5-6	320x320	4 aceros	10-16.5	Φ(8.9-11.3) 200-350 -500	52-64

## Capítulo II

Se ensayaron 2 losas ubicadas en el primer nivel, para determinar la existencia de acero. La primera 5-7/E-D y la segunda 5-6/D-C, con secciones de 6270x8000mm y un espesor de 100mm (Ver tabla 2.5 y anexo 2.10).

Tabla 2.5. Resultados de los aceros en losas.

Nivel	Ubicación	Sección (mm)	Acero en la dirección de trabajo de la losa	Acero en la dirección perpendicular al trabajo de la losa	Recubrimiento neto (mm)	
			Espaciado	Espaciado		
			Diámetro/ Espaciamiento (mm)	Diámetro/ Espaciamiento (mm)		
Primer nivel	D-E/5-7	3576x7420	φ17.5-27 290-300	φ 13-27.6 290-300	27.2-48	
	C-D/5-6	2664x3715	17.6-27.2 290-300	18-19.5 290-300	28 -31	

### 2.3.2. Ultrasonido del hormigón o instrumento ultrasónico. Pundit Lab

El ensayo de ultrasonido del hormigón se realizó a dos de los testigos extraídos. Siempre que los resultados de velocidad de la onda no difieran en 50m/s se realizan dos mediciones en el mismo punto. (Ver figura 2.15 y tabla 2.6 y 2.7)



Figura 2.15. ultrasonido del hormigón por método indirecto en piso y por el método directo en los testigos 1 y 2.

Tabla 2.6. Resultados de los ensayos con el ultrasonido en los testigos 1 y 2

Testigos	Elementos	Medición 1		Medición 2	
		Longitud	Velocidad	Longitud	Velocidad

## Capítulo II

Testigo 1	Columna	13,7cm	4521m/s	13,7cm	4492m/s
Testigo 2	Columna	13,7cm	4858m/s	13,7cm	4858m/s

Tabla 2.7. Evaluación de la del hormigón mediante la velocidad de pulso

Velocidad de pulso m/s	Condición del Hormigón
Más de 3000	Buena
De 2500 a 3000	Regular
Menos de 2130	Pobre

### 2.3.3. Carbonatación

Para efectuar el ensayo de carbonatación, se realizó mediante una solución de indicador ácido-base llamado fenolftaleína al 1%. El indicador fue vertido sobre la oquedad de donde se extrajo el testigo 1 perteneciente a la columna C-7 (Ver figura.2.16 y tabla 2.8).



Figura.2.16. Ensayo de carbonatación.

Tabla 2.8. Resultados del ensayo de carbonatación.

Nivel	Identificación de la Muestra	Profundidad de carbonatación (mm)	Coloración del indicador a esa profundidad
Primer Nivel	B/C-7	35	incolore

## Capítulo II

De los resultados mostrados en la tabla anterior se observa que **hay presencia de carbonatación en el hormigón**, variando desde 2,8 hasta 3,5cm de profundidad en el elemento columna, medidos desde el borde externo hacia el interior del elemento.

### 2.3.4. Lupa de contacto. Regla poliéster transparente

Se levantaron y se realizaron mediciones en 5 fisuras identificadas, tres en columnas y dos en vigas. En el sótano columna F-11 cara A y cara B, y viga F/J-12. En el primer nivel dos en las columnas J-8 y A/B-8 (Ver figura 2.17, tabla 2.9 y anexo 2.11)



Figura 2.17. Levantamiento y medición de fisuras

Tabla 2.9. Medición de fisuras

Ubicación de las fisuras	Medición 1	Medición 2	Medición 3
Columna-sótano F-11 cara A	0.9 mm	1.2 mm	0.3 mm
Columna-sótano F-11 cara B	0.4 mm	1.7 mm	1.2 mm
Viga- sótano F/J-12	0.4 mm	4.0 mm	1.4 mm
Columna- Primer Nivel J-8	2.0 mm	1.7 mm	1.3 mm
Columna- Primer Nivel A/B-8	1.4 mm	1.4 mm	0.7 mm

El ancho del daño en los elementos no supera los 6 mm, en las columnas las aberturas varían de 0.3 a 1.7 mm, y en la viga varia de 0.4 a 4.0 mm.

### 2.3.5. Máquina extractora de Testigos HILTI 00-130

## Capítulo II

Para este tipo de ensayo se extrajeron dos testigos en las columnas ubicadas en los ejes A-8 y B/C-7 del primer nivel y un testigo en el muro C/D-6/7 situado en el sótano.

La extracción de testigos se realizó con el empleo de la máquina extractora de testigos, se evitó afectar el acero de los elementos, así como impedir dañar la barrena de corte de la máquina extractora de testigos; siendo el Laboratorio de la ENIA el encargado de los ensayos para determinar la resistencia a la compresión de los testigos extraídos. Los ensayos de resistencia se realizan según NC 724: 2015: Ensayos del Hormigón. Resistencia del Hormigón en Estado Endurecido. (Ver figura 2.18 y tabla 2.10 y 2.11).



Figura 2.18. Testigos siendo ensayados.

Tabla 2.10. Descripción tacto visual de los testigos.

No del testigo	Muestras	Diámetro del árido	Descripción.
1	A-8 1 <sup>er</sup> nivel	25 mm	Color blanco con oquedades tanto en el árido grueso como en la muestra de hormigón compuesta por arena de río (granos redondeados) y algo de segregación del árido
2	B/C-7 1 <sup>er</sup> nivel	25 mm	Color blanco con oquedades compuesta por arena de río (granos redondeados) y segregación del árido.
3	C/D-6/7 Muro sótano	25 mm	Color gris oscuro con oquedades y segregado.

## Capítulo II

Tabla 2.11. Resultados de los ensayos de la extracción de testigos

Identificación	Ubicación	Peso (g)	∅(cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura (KN)	Resistencia a compresión (MPa)
A-8 1 <sup>er</sup> nivel	Columna	1115.23	6.8	13.6	36.29	60000	16.53
B/C-7 1 <sup>er</sup> nivel	Columna	1146.30	6.8	13.6	36.29	58000	15.98
C/D-6/7 Muro sótano	Muro	955.36	6.8	12.0	36.29	48000	13.22

Podemos concluir que las resistencias obtenidas para las columnas no son altas (15,98 y 16,53 MPa) pero sin embargo corresponden a hormigones que se elaboraban en la época de construcción, presentan buena homogeneidad (véase resultados de ultrasonido del hormigón en tabla 2.6). La combinación de varios ensayos ED y END en un mismo testigo (testigo 1) nos hace concluir que la columna tiene presencia de carbonatación en la parte externa (3,5cm medidos desde su parte externa) lo que sugiere una dureza del hormigón no respaldada por la resistencia obtenida. Esto concuerda con la descripción al tacto visual que se hace del hormigón: color blanco con oquedades tanto en el árido grueso como en la muestra de hormigón compuesta por arena de río (granos redondeados) y algo de segregación del árido.



## Capítulo II

---

### Conclusiones parciales del capítulo II

- Se realizaron varias visitas a la obra, a la cual, con una observación visual directa, se le realizó un levantamiento de lesiones diagnosticadas por el método de Tejera y el cual arrojó como resultado que el edificio se encuentra en un estado técnico REGULAR el cual necesita una REHABILITACIÓN MEDIA.
- Las lesiones que mayor manifestación presentan en la edificación son manchas de humedad, pérdida de recubrimientos, aceros expuestos con altos niveles de corrosión y agrietamientos. Las posibles causas de las patologías detectadas están asociadas a años de explotación sin mantenimiento, infiltración de aguas superficiales, los fenómenos naturales y el entorno agresivo cerca del litoral.
- Las técnicas y características del equipamiento prevén la calidad del ensayo, así como la confiabilidad en cada uno de los resultados obtenidos.
- Las mediciones realizadas con el detector de armadura columnas permitieron identificar presencia de refuerzo longitudinal, diámetros y valores de recubrimientos, concluyendo así que en las columnas podemos encontrar 4 barras acero longitudinales con diámetros aproximado que varía de  $\phi$  7-24.6 mm, con un recubrimiento que varía de 20-79mm. Los cercos aparecen espaciados aproximadamente de 450-500mm, con diámetro aproximado que varía de  $\phi$  7-15.9 mm con recubrimiento de 21-69mm.

Las vigas estudiadas presentan 4 barras acero longitudinales con diámetro aproximado que varía de  $\phi$  7.4-7.6 mm con un recubrimiento de 54-74 mm, aunque en las caras A en el medio no daba buena señal asumimos que la losa baja su nivel y no permite la correcta detección. Los cercos aparecen espaciados más cerca en los extremos y en el medio de la viga llegan a tener aproximadamente 300mm de separación uno del otro, con diámetros que van desde  $\phi$  6.9-9.4 mm con recubrimiento de 36 mm a 57 mm.

## Capítulo II

---

- Las losas presentan acero en la dirección de trabajo de la losa con diámetro que varía de  $\phi 17.5-27.2\text{mm}$  y Acero en la dirección perpendicular al trabajo de la losa espaciado a 290-300mm con recubrimiento que varía de 27.2-48.
- El ensayo con el Ultrasonido del hormigón se realizó a dos testigos extraídos en dos columnas del primer nivel, la evaluación del Pulso Ultrasónico, dio buena calidad relativa en los valores de condición del hormigón.
- El ensayo de carbonatación en el hormigón, aporta que variando desde 2,8 hasta 3,5cm de profundidad en el elemento columna, medidos desde el borde externo hacia el interior del elemento manifiesta la presencia de carbonatación en el elemento.
- El ancho del daño en los elementos analizados por fisuración no supera los 6 mm, en las columnas las aberturas varían de 0.3 a 1.7 mm, y en la viga varia de 0.4 a 4.0 mm.
- Los testigos obtenidos con la Máquina extractora de Testigos HILTI 00-130 a dos columnas del primer nivel y un muro del sótano arrojaron como resultados de los ensayos de la resistencia a compresión que la calidad del hormigón es baja, teniendo en cuenta que es una edificación con bastante grado de deterioro y mucha falta de mantenimiento.



# Conclusiones Generales

# **Conclusiones generales**

---

## **Conclusiones generales**

Después de culminada esta investigación se arriba a las siguientes conclusiones:

La falta de conocimiento de las particularidades y de las características físicas y estructurales conjuntamente con las exigencias del equipamiento, apunta a la selección de ensayos destructivos y no destructivos en el edificio.

Después de concluido el diagnóstico de lesiones realizado, se identifica que las causas fundamentales del grado de deterioro que presenta la edificación es debido al tiempo de explotación, el abandono por más de 5 años, la falta de mantenimiento y el desbordamiento continuo del tanque elevado.

Se comprobó la importancia de los estudios previos para el diagnóstico estructural (ED y END) para priorizar y garantizar la efectividad de las acciones de intervención en edificios patrimoniales.

Los ensayos destructivos y no destructivos realizados con el equipamiento del Laboratorio del CEPAV son fundamentales y permiten conocer las características de los materiales (hormigón y acero) de los diferentes elementos estructurales, lo que permitirá un correcto y acertado diagnóstico estructural.

Los resultados obtenidos a partir de la realización de cada uno de los ensayos a los elementos estructurales que conforman el edificio, avalan criterios que son necesarios a tener en cuenta para una correcta implementación y montaje seguro en la propuesta de intervención de dicha obra.



# Recomendaciones

## **Recomendaciones**

---

- Que los ensayos destructivos y no destructivos sean tomados en cuenta en el diagnóstico estructural para un cambio de uso seguro.
- Tomar en cuenta los estudios realizados en las acciones del proceso de intervención en el proyecto ejecutivo del futuro hotel.
- Que se le haga un estudio de monitoreo a las fisuras del edificio para evaluar sus comportamientos.
- Que el resultado de este trabajo se relacione y establezca como base para estudios en edificios similares con estas mismas características surgidos en la década de 1950.
- Interrelacionar este estudio con otros proyectos de extensión que se realicen en la zona del litoral costero, que tribute a facilitar el trabajo en proyectos de intervención, tomando como referentes las características físicas y estructurales de este inmueble.



# Bibliografía

## Bibliografía

---

1. Acaena Jaime Cairó: Manual de usuario para el Laboratorio integrado de tecnologías avanzadas para la conservación del patrimonio del oriente de Cuba. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniería Civil, Santiago de Cuba.
2. Álvarez Rodríguez, Odalys: Generalidades y conceptos básicos, en Patología, Diagnóstico y Rehabilitación de Edificaciones (La Habana, Cuba, s.f.).
3. Cabrera González Beatriz, Laboratorios de ensayos para la realización de los estudios previos, Tesis en opción al título de Ingeniero Civil. Santiago de Cuba, junio de 2018. Capítulo 1: 1.4. Pág. 22
4. Chanfón Olmos Carlos. Fundamentos teóricos de la restauración. México. Facultad de Arquitectura, UNAM. 1996 (Colección Arquitectura Núm. 10). p. 4
5. Corrales Sánchez Anabelis, Recomendaciones generales para la conservación y rehabilitación del patrimonio del Movimiento Moderno de la vivienda individual moderna en los repartos Vista Alegre y Rajayoga de Santiago de Cuba, Tesis presentada en opción al título de Ingeniera Civil, Facultad de Construcciones. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, 2015, pág. 52-53.
6. DOCOMOMO-Cuba, Revista Científica de La Facultad de Arquitectura del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría "Arquitectura y Urbanismo", XXI. No. 1 (2000), 5960.
7. Eduardo Vidaud Quintana: "Evaluación física y patológica de obras de concreto armado: estado del arte...aplicaciones a la evaluación de estructuras dañadas por sismo", en V Conferencia Internacional de Peligrosidad, Riesgo Ecológico, Ingeniería Sísmica y de Desastres, 2016.
8. Enciclopedia Broto de Patologías de la construcción, LINKS, Conceptos generales y fundamentos, Materiales de hormigón, estudios previos, pág. 38.
9. Fuentes Lara, Manuel: Catálogo para el laboratorio integrado de tecnologías avanzadas para la conservación del patrimonio del Oriente de Cuba Tesis en opción al título de Ingeniería Civil, 2014, pág.



## Bibliografía

---

10. Fundamentos teóricos de la restauración. México. Facultad de Arquitectura, UNAM. 1996 (Colección Arquitectura Núm. 10). p. 4
11. Germann Instruments: "Catalog-NDT-2010".
12. Guía de Ontario para Ingenieros Profesionales, LINKS, Evaluación de la condición estructural de edificios existentes y estructuras designadas, Evaluación de la condición estructural.
13. Joaquín Daniele, Extracción, Ensayo a compresión simple y análisis de resultados de testigos de hormigón de diferente diámetro, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, febrero 2018
14. Manuel Fuentes Lara: "Catálogo para el Laboratorio Integrado de Tecnologías Avanzadas para la Conservación del patrimonio del Oriente de Cuba", Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniería Civil, Santiago de Cuba, 2014
15. Manuel Fuentes Lara, González Fernández Mayra Mónica, "Catálogo de equipos e instrumentos para ensayos no destructivos, Laboratorio Integrado de Tecnologías Avanzadas para la Conservación del patrimonio del Oriente de Cuba", Facultad de construcciones, Santiago de Cuba, 2014, p 17
16. Manuel Valcuende Payá, Intervención en estructuras de hormigón, El Patrimonio Mundial del Oriente de Cuba Acciones universitarias, integradas, para su salvaguarda, Tomo I, editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2014.
17. Márquez, Aleida, Propuesta de Ordenamiento ambiental de Cayo Granma en el Manejo Integrado Costero, Tesis presentada en opción al grado de Máster, Centro de Estudios Multidisciplinarios ce Zonas Costeras (CEMZOC), Santiago de Cuba, 2004, p.27.
18. Martínez Jiménez, Pedro. Propuesta de recuperación arquitectónica con fines de alojamiento turístico en la zona residencial costera de ciudadamar, Tesis presentada en opción al título de Arquitecto, Universidad de Oriente, Facultad de Construcciones, 2010.

## **Bibliografía**

---

19. Mesanza Moraza, Amaia: Técnicas no destructivas aplicadas al patrimonio construido. Escuela Politécnica Superior de Ávila. Universidad de Salamanca, 201
20. Milene Soto Suárez, María Teresa Muñoz Castillo y Flora Morcate Labrada: "La conservación del patrimonio edificado, una responsabilidad social desde la Universidad", Revista de la Facultad de Arquitectura de La Habana, XXXV.No.2, IPSJAE, 2014, p.103.
21. Nelma de Almeida Rute Dalava, Comportamiento estructural sismorresistente de las viviendas individuales modernas en Santiago de Cuba, Tesis presentada en opción al grado académico de master en habitat y medio ambiente en zonas sísmicas, Facultad de Construcciones. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, 2013.
22. Proceq SA: "Manual de Operación: Pundit Lab "Instrumento Ultrasónico", 2011.
23. Proceq SA: "Manual de Operación. Sistema de Detección de Barras. Modelo S", Suiza, 2011.
24. Ramírez Blanco, Manuel J. El Patrimonio Mundial del Oriente de Cuba, Acciones Universitarias Integradas para su salvaguarda, Tomo II (España: Universidad Politécnica de Valencia, 2014), pág. 393.
25. Rodríguez Joa, Mariela, Ciudadamar Yacht Club, p.1.
26. Socarrás Pérez, Eldrin, Propuesta de revitalización del antiguo club militar y su entorno, Trabajo de diploma, Universidad de Oriente ,2008
27. Tejera Garófalo, Pedro. *Método de diagnóstico de edificaciones existentes*. El Patrimonio Mundial del Oriente de Cuba, Acciones universitarias, integradas para su salvaguarda. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. 2015

### **Documentos consultados en Internet:**

## Bibliografía

---

1. <https://www.eea.csic.es/laac/investigacion-laac/conservacion-y-restauraciondel-patrimonio-historico-arquitectonico-y-arqueologico/>,  
accedido 20 septiembre de 2022.
2. «Ensayos destructivos», <https://www.-infinitiaresearch.com>>ensayos destructivos, accedido 15 de septiembre de 2022
3. «Ensayos no destructivos», <https://www.monografia.com>>tecnologia, accedido 7 de octubre de 2022.
4. Enrique Alario Catalá: "Técnicas No Destructivas para diagnóstico de elementos constructivos": <https://enriquealario.com/tecnicas-de-ensayo-no-destructivas/>, accedido 13 octubre de 2022.
5. «Manual de ensayos destructivos», <https://es.scribd.com/doc/131922442/>, accedido 13 octubre de 2022.
6. «Manual de ensayos destructivos», <https://es.scribd.com/doc/131922442/>, accedido 12 agosto 2022.
7. Métodos de ensayos insitu utilizados en la evaluación de estructuras de hormigón armado,  
<http://www.camicon.ec/wpcontent/uploads/2015/11/ENSAYOS-NO-DESTRUCTIVOS-EN-LAEVALUACIÓN-DEL-HORMIGÓN.pdf>, accedido 27 septiembre 2022
8. «¿Qué es el diagnóstico estructural?», <https://www.certicalia.com>>tramites>Diagnósticoestructural, accedido 7 de septiembre de 2022.
9. SGS Tecnos: "Laboratorio de Ensayos aplicados a Patrimonio. Patrimonio Histórico", 2014, Editorial Electrónica:<http://www.sgs.es/~media/Local/Spain/Documents/Brochures/SGSFicha%20END%20Patrimonio%20Historico-ES-12.pdf>, accedido 24 septiembre.
10. «Tipos de laboratorios», <https://www.funciones-laboartoro.blogspot.com>>laboartoro, accedido 15 de septiembre de 2022.

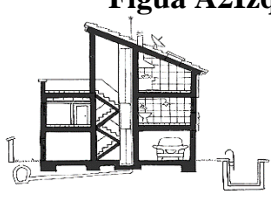

### Lugares visitados para búsqueda de información

1. Visita a Archivo Histórico Municipal.



**Alexos**

## ANEXO 2.1. Ficha técnica levantamiento de lesiones

 <p><b>Figura A2Izq</b></p>	<p><b>ESTRUCTURA</b> A- 2.ESTRUCTURA VERTICAL</p> <p><b>FICHA DE INSPECCIÓN. RECOGIDA DE DATOS</b></p>	 <p><b>Figura A2der</b></p>
--	--	--

©ESQUEMA DE ANALISIS

### DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA

#### Características

<b>Muros de carga</b>	Tapial	<b>Columnas</b>	Madera	Piedra
	Adobe		Metálicas	
	Mampostería		Ladrillo macizo	Ladrillo hueco
	Ladrillo macizo		Ladrillo hueco	
	Bloque de mortero		<b>Hormigón armado</b>	
	<b>Bloque de hormigón ligero</b>			
Hormigón armado				

#### Datos complementarios

Las Columnas o muros se encuentran	Vista	<b>Revestidos</b>	Ocultos
De las paredes	<b>Altura:3,10</b>		Grosor:0.15- 0.20m
Dimensiones de las Columnas: <b>0,30x0,30m 0,32x0,32m</b>			
Juntas estructurales			
Protección contra el fuego			

#### Modificaciones del estado original

	SI	NO
Existencia de apuntalamientos .		
Ampliación o remonta de la edificación. Modificación de cargas.		

Año modificación....

### ESTADO DE CONSERVACIÓN

**Nivel de daño 4: Buen estado aparente**  %

Sin necesidad de intervención.  
No se detectan ni se conocen problemas por esta causa.  
No se aprecian humedades.

**Nivel de daño3: Lesiones leves**  %

Microfisuras y fisuras estabilizadas que necesitan intervenciones superficiales que no ponen en peligro el correcto funcionamiento estructural. Necesidad de intervenciones superficiales.  
Humedades parciales por problemas puntuales de filtraciones o fugas.

**Nivel de daño2: Lesiones graves**  %

Grietas estabilizadas o fisuras no estabilizadas por retracción.  
Necesidad de intervenciones puntuales.  
Lesiones importantes que hacen necesaria una intervención de refuerzo y sustitución por desórdenes estructurales.  
Humedades notables por problemas generales de filtraciones, capilaridad o fugas.

**Nivel de daño1: Lesiones muy graves**  %

Desplomes y abombamientos importantes. Necesidad de una reparación estructural con intervenciones generalizadas.  
Grietas importantes por compresión y/o esfuerzo cortante que necesitan intervenciones urgentes.  
Lesiones que ponen en peligro la estabilidad del edificio.  
Graves problemas de humedades y penetración de agua, con necesidad de intervención inmediata.

### LESIONES MAS PROBABLES

Los defectos en la estructura pueden, además, apreciarse por el deterioro en otros elementos constructivos.

#### Localización

**Paramentos estructurales, de cerramiento o divisorias.**  
**Uniones entre los diferentes elementos estructurales.**

Juntas estructurales.

Puntos de soporte de Columnas.

Pavimentos y elementos constructivos en contacto con el terreno.

Zonas húmedas. Zonas de conducción de agua o desagüe.

#### comprobar

**Estabilización de los defectos.**

Sistemas de trabazón y rigidización.

Continuidad y ascensión de humedad en los muros y Columnas en contacto con el terreno.

**Exposición de la estructura a agentes agresivos.**

**Condiciones de utilización.**

#### LESIONES

**Fisuras y grietas verticales.**

**Fisuras y grietas horizontales.**

**Fisuras y grietas inclinadas o a 45°.**

Fisuras y grietas formando arcos de descarga.

Hundimientos, asentamientos.

Desplomes o deformaciones.

Degradaciones y erosiones del material.

**Presencia de humedades.**

**Carbonatación del hormigón.**

Presencia de cloruros.

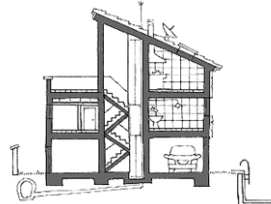

**Corrosión. Estado de las soldaduras.**

Fendas longitudinales por desecación.

Pudrición por contacto con la humedad.

Ataque de insectos xilófagos.

## ANEXO 2.2. Ficha técnica levantamiento de lesiones

<b>Figura A3Izq</b> 	<b>ESTRUCTURA</b> <b>A-3. ESTRUCTURA HORIZONTAL</b>  <b>FICHA DE INSPECCIÓN. RECOGIDA DE DATOS</b>	
--	---	---

© ESQUEMA DE ANALISIS

### DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA

#### Características

Bóveda		
De ladrillo	tabicadas	a sardinell
De piedra		
Losa unidireccional		
Viguetas	Cerámica armada	
	Hormigón armado	pretensado
	Acero	
	Madera	
Bovedillas	Cerámica prefabricada	
	Cerámica in situ	
	Hormigón	
Solera de ladrillos cerámicos		

Losa bidireccional			
Losas macizas de hormigón armado			
Losa reticular	Casetones de hormigón	cerámicos	recuperables
Vigas			
Hormigón armado	planas	de canto	mixtas
Acero			
Madera	Madera laminada		

#### Datos complementarios

La estructura horizontal se encuentra	vista	revestida	oculta
Dimensiones en metro	canto	luz	interrejes (intercolumnio)
Existencia de sistema de Protección contra el fuego	SI	NO	
Sobrecargas previsibles según el uso	Viviendas	Locales	Garaje

#### Modificaciones del estado original

	SI	NO
Existencia de apuntalamientos.		x
Existencia de huecos para la unión de plantas.		x
Ampliación de la edificación. Modificación de cargas.		x
Modificaciones de las distribuciones interiores.		x

Año modificación....

#### ESTADO DE CONSERVACIÓN

**Nivel de daño 4: Buen estado aparente**  %

Sin necesidad de intervención.  
No se detectan ni se conocen problemas por esta causa.  
No se aprecian humedades.

**Nivel de daño 3: Lesiones leves**  %

Deformaciones estabilizadas y localizadas que provocan fisuras en las Losas o en los paramentos verticales que no ponen en peligro el correcto funcionamiento de las Losas.  
Necesidad de intervenciones puntuales.  
Humedades parciales por problemas puntuales de filtraciones, condensación, o fugas.

**Nivel de daño 2: Lesiones graves**  %

Deformaciones importantes de forma generalizada que provocan grietas en las Losas y/o paramentos verticales.  
Necesidad de intervenciones puntuales.  
Lesiones importantes que hacen necesaria una intervención de refuerzo y sustitución pro desórdenes estructurales.  
Humedades notables por problemas generales de filtraciones, capilaridad, condensación, o fugas.

**Nivel de daño 1: Lesiones muy graves**  %

Lesiones que ponen en peligro la estabilidad general de las Losas anulando su capacidad portante. Necesidad de una intervención generalizada o urgente.  
Lesiones que ponen en peligro la estabilidad del edificio.  
Graves problemas de humedades y penetración de agua, con necesidad de intervención inmediata.

#### SÍNTOMAS A OBSERVAR

Los defectos en la estructura pueden generar el deterioro en otros elementos constructivos.

##### Localización

Paramentos estructurales, de cerramiento o divisorias.  
Cabeza de vigas, en entregas.

Zonas sobrecargadas. Zonas de momento máximo.  
Uniones entre los diferentes elementos estructurales.  
Zonas húmedas. Zonas de conducción de agua o desagüe.

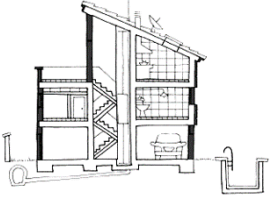

##### En general, se comprobará

Estabilización de los defectos.  
Sistemas de trabazón y rigidización.  
Continuidad y filtraciones de humedad.  
Exposición de la estructura a agentes agresivos.  
Condiciones de utilización.

##### Lesiones

Flechas excesivas.  
Fisuras y grietas verticales.  
Fisuras y grietas horizontales.  
Fisuras y grietas inclinadas o a 45°.  
Deformaciones.  
Apoyos insuficientes.  
Presencia y manchas de humedad.  
Degradaciones y erosiones del material.  
Carbonatación del hormigón.  
Presencia de cloruros.  
Corrosión.  
Estado de las soldaduras.  
Fendas longitudinales por desecación.  
Putridión por contacto con la humedad.  
Ataque de insectos xilófagos.

## ANEXO 2.3. Ficha técnica levantamiento de lesiones

<b>Figura B1Izq</b> 	<b>B. FACHADAS</b> <b>B.1 CERRAMIENTOS</b>  <b>FICHA DE INSPECCIÓN. RECOGIDA DE DATOS</b>	<b>Figura B1der</b> 
--	--	--

©ESQUEMA DE ANALISIS

### DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA

#### Características

Paredes	Tapial	
	Adobe	
	Mampostería	
	Ladrillo macizo	Ladrillo hueco
	Bloques de mortero	
Paneles pesados	Hormigón armado	
	Hormigón alveolado	

#### Datos complementarios

Orientación de las fachadas	N	E	S	O
	N	N	S	S
Existencia de aislamiento térmico o acústico	E	O	E	O
	SI		NO	

#### Modificaciones del estado original

	SI	NO
Las modificaciones de los elementos de fachada, pueden ser causa de lesiones y perjudicar la imagen externa del edificio.		x
Ampliación de la edificación.		x
Modificación de cargas.		x
Alteración de la composición original de la fachada.		x
Aberturas para la entrada de luz		x

Año modificación...

### ESTADO DE CONSERVACIÓN

**Nivel de daño 4: Buen estado aparente** %

Sin necesidad de intervención.  
No se detectan ni se conocen problemas por esta causa.  
No se aprecian humedades.

**Nivel de daño 3: Lesiones leves** %

Necesidad de una limpieza y restauración ligera del cerramiento.  
Microfisuras y fisuras estabilizadas que no ponen en peligro la estabilidad del cerramiento, y que requieren una reparación superficial o puntual.  
Tabique pluvial, necesidad de reparaciones puntuales.  
Humedades parciales por problemas puntuales de filtraciones, condensación, o fugas.

**Nivel de daño 2: Lesiones graves** 30%

Necesidad de una limpieza y rehabilitación intensa del cerramiento.  
Grietas estabilizadas o fisuras no estabilizadas y que requieren reparaciones notables o generalizadas.  
Bajante pluvial. Sustitución de anclajes o piezas hasta un 60%.  
Humedades notables o generalizadas.

**Nivel de daño 1: Lesiones muy graves** %

Desplomes, abombamientos o grietas importantes, que requieren una intervención generalizada.  
Lesiones que ponen en peligro la estabilidad de la fachada o elementos de esta.  
Necesidad de una intervención inmediata.  
Necesidad de rehacer o hacer el bajante pluvial.  
Graves problemas de humedades y penetración de agua, con necesidad de intervención inmediata.

### SÍNTOMAS A OBSERVAR

#### Localización

Uniones entre los diferentes elementos constructivos.  
Anclajes de elementos prefabricados.  
Encuentros y remates del bajante pluvial.  
Zonas de conducción de agua o desagüe.  
Contacto del cerramiento con el terreno.

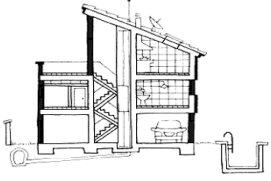

#### En general, se comprobará

Estabilización de los defectos.  
Sistemas de trabazón.  
Continuidad y ascensión de humedad en los zócalos de la fachada.  
Exposición de la fachada a agentes agresivos.  
Condiciones de utilización.

#### LESIONES

Acumulación anómala de suciedad.  
Pérdida de color.  
Fisuras y grietas verticales.  
Fisuras y grietas horizontales.  
Fisuras y grietas inclinadas o a 45°.  
Fisuras y grietas formando arcos de descarga.  
Hundimientos, asentamientos.  
Desplomes o deformaciones. Pandeos.  
Abombamientos.  
Degradaciones y erosiones del material o juntas.  
Presencia y manchas de humedades  
Carbonatación del hormigón.  
Presencia de cloruros.  
Bajante pluvial

## ANEXO 2.4. Ficha técnica levantamiento de lesiones

<p><b>Figura B3Izq</b></p> 	<p><b>B. FACHADAS</b> B.3 REVESTIMIENTOS</p> <p><b>FICHA DE INSPECCIÓN. RECOGIDA DE DATOS</b></p>	<p><b>Figura B3der</b></p> 
--	---	--

©ESQUEMA DE ANALISIS

### DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA

<b>Características</b>			
Revestimientos continuos		Piedra natural artificial	
Soporte	Revoque de cal	Enchapes Cerámicos	
	Revoque de cemento	Paneles ligeros	
Monocapa		Fijación	
Acabado superficial	Pintura a la cal	con mortero	
	Pintura plástica	anclajes de acero inoxidable de aluminio	
	Pintura al silicato		
	Estucado a la cal		
	Estucado esgrafiado		
	Morteros con resinas		

### Datos complementarios

Orientación de la fachada			
Existencia de aislamiento térmico o acústico	SI	NO	
Dimensiones en metro	Piezas de enchapes	zócalo	dinteles
Diferenciación de revestimientos	pañó ciego	zócalo	

### Modificaciones del estado original

Las modificaciones de los elementos de fachada, pueden ser causa de lesiones y perjudicar la imagen externa del edificio.

	SI	NO		
Alteración de la composición original de la fachada.		x		
Alteración de la composición y elementos originales de la planta baja.		x		
Cambios en los aplacados, de forma no generalizada.		x		
Pintado sobre	estucos	piedra natural	piedra artificial	morteros monocapa

Año modificación....

### ESTADO DE CONSERVACIÓN

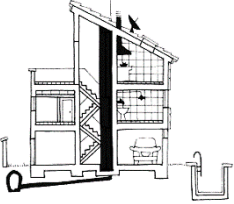

### SÍNTOMAS A OBSERVAR

<b>Nivel de daño 4: Buen estado aparente</b>	%
Sin necesidad de intervención. No se detectan ni se conocen problemas por esta causa. No se aprecian humedades.	
<b>Nivel de daño 3: Lesiones leves</b>	20%
Necesidad de una limpieza y restauración ligera de la piel superficial. Limpieza y reparación localizada inferior al 10% de enchapes cerámicos. El soporte está en buen estado o necesita un 10% de reparación. Humedades parciales por problemas puntuales de filtraciones, condensación, o fugas.	
<b>Nivel de daño 2: Lesiones graves</b>	%
Necesidad de una limpieza y restauración intensa del acabado. Limpieza y reparación de hasta un 60% de aplacados cerámicos, piedra natural o artificial. El soporte requiere hasta un 60% de reparación. Humedades notables o generalizadas.	
<b>Nivel de daño 1: Lesiones muy graves</b>	%
El estado de degradación es grave, caída de piezas generalizada etc. Necesidad de una intervención inmediata o reparación o sustitución superior al 60% del revestimiento o aplacado. Graves problemas de humedades y penetración de agua, con necesidad de intervención inmediata.	

<b>Localización</b>
Uniones entre los diferentes elementos constructivos. Encuentros de distintos materiales y acabados. Uniones entre piezas, y encuentros de complicada geometría.
<b>Zócalo de la fachada.</b> Zonas húmedas. Zonas de conducción de agua o desagüe.
<b>En general, se comprobará</b>
Estabilización de los defectos. Sistemas de anclajes y traba. Continuidad y ascensión de humedad en los zócalos de la fachada.
<b>Exposición de la fachada a agentes agresivos.</b> <b>Condiciones de utilización.</b>
<b>LESIONES</b>
Acumulación anómala de suciedad.
<b>Pérdida de color.</b>
<b>Pérdida de adherencia o degradación del soporte.</b>
Fisuras y grietas.
<b>Roturas y falta de piezas.</b>
Desplomes y abombamientos.
Degradaciones y erosiones del material o juntas.
Presencia y manchas de humedades.



## ANEXO 2.5. Ficha técnica levantamiento de lesiones

 <p><b>Figura D2Izq</b></p>	<p><b>D. INSTALACIONES</b> D.2 RED DE EVACUACIÓN</p> <p><b>FICHA DE INSPECCIÓN. RECOGIDA DE DATOS</b></p>	 <p><b>Figura D2der</b></p>
--	---	--

### DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA

#### Características

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">Colgada del forjado</td><td></td></tr> <tr><td>Enterrada en el subsuelo</td><td></td></tr> <tr><td>Dispone de fosa séptica</td><td></td></tr> <tr><td>Dispone de cámara de bombeo</td><td></td></tr> </table>	Colgada del forjado		Enterrada en el subsuelo		Dispone de fosa séptica		Dispone de cámara de bombeo		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Aguas residuales</th></tr> <tr><td rowspan="5">Bajantes</td><td>Cerámica vidriada</td></tr> <tr><td>Fibrocemento</td></tr> <tr><td>PVC</td></tr> <tr><td>Polipropileno</td></tr> <tr><td>Fundición</td></tr> <tr><td rowspan="5">Albañales</td><td>Fibrocemento</td></tr> <tr><td>Hormigón</td></tr> <tr><td>Fibra de vidrio</td></tr> <tr><td>PVC</td></tr> <tr><td>Fundición</td></tr> <tr><td rowspan="5">Arquetas</td><td>Polipropileno</td></tr> <tr><td>vistas</td><td>registrables</td></tr> <tr><td>Fábrica de ladrillo</td></tr> <tr><td>Fibrocemento</td></tr> <tr><td>Hormigón</td></tr> <tr><td rowspan="2">Fosa séptica</td><td>Fibra de vidrio</td></tr> <tr><td>PVC</td></tr> </table>	Aguas residuales		Bajantes	Cerámica vidriada	Fibrocemento	PVC	Polipropileno	Fundición	Albañales	Fibrocemento	Hormigón	Fibra de vidrio	PVC	Fundición	Arquetas	Polipropileno	vistas	registrables	Fábrica de ladrillo	Fibrocemento	Hormigón	Fosa séptica	Fibra de vidrio	PVC	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Aguas pluviales</th></tr> <tr><td rowspan="5">Bajantes</td><td>Cerámica vidriada</td></tr> <tr><td>Fibrocemento</td></tr> <tr><td>PVC</td></tr> <tr><td>Polipropileno</td></tr> <tr><td>Fundición</td></tr> <tr><td rowspan="5">Canalones</td><td>Cobre</td></tr> <tr><td>Aluminio</td></tr> <tr><td>Cerámica vidriada</td></tr> <tr><td>Fibrocemento</td></tr> <tr><td>PVC</td></tr> <tr><td rowspan="4">Canalones</td><td>Polipropileno</td></tr> <tr><td>Fundición</td></tr> <tr><td>Zinc</td></tr> <tr><td>Cobre</td></tr> </table>	Aguas pluviales		Bajantes	Cerámica vidriada	Fibrocemento	PVC	Polipropileno	Fundición	Canalones	Cobre	Aluminio	Cerámica vidriada	Fibrocemento	PVC	Canalones	Polipropileno	Fundición	Zinc	Cobre
Colgada del forjado																																																						
Enterrada en el subsuelo																																																						
Dispone de fosa séptica																																																						
Dispone de cámara de bombeo																																																						
Aguas residuales																																																						
Bajantes	Cerámica vidriada																																																					
	Fibrocemento																																																					
	PVC																																																					
	Polipropileno																																																					
	Fundición																																																					
Albañales	Fibrocemento																																																					
	Hormigón																																																					
	Fibra de vidrio																																																					
	PVC																																																					
	Fundición																																																					
Arquetas	Polipropileno																																																					
	vistas	registrables																																																				
	Fábrica de ladrillo																																																					
	Fibrocemento																																																					
	Hormigón																																																					
Fosa séptica	Fibra de vidrio																																																					
	PVC																																																					
Aguas pluviales																																																						
Bajantes	Cerámica vidriada																																																					
	Fibrocemento																																																					
	PVC																																																					
	Polipropileno																																																					
	Fundición																																																					
Canalones	Cobre																																																					
	Aluminio																																																					
	Cerámica vidriada																																																					
	Fibrocemento																																																					
	PVC																																																					
Canalones	Polipropileno																																																					
	Fundición																																																					
	Zinc																																																					
	Cobre																																																					

#### Datos complementarios

Situación del sifón de salida

#### Modificaciones del estado original

La incorporación de nuevas instalaciones puede ser la causa de modificaciones en elementos constructivos y de abandono de antiguas instalaciones.

	SI	NO
Modificación del material de la red de bajantes.		x
Desdoblamiento de red de evacuación; residuales y pluviales.		x
Instalaciones fuera de servicio; fosa séptica		x

Año modificación....

### ESTADO DE CONSERVACIÓN

<p><b>Nivel de daño 4: Buen estado aparente</b></p> <p>Sin necesidad de intervención. No se detectan ni se conocen problemas por esta causa. No se tienen noticias de pérdidas ni atascos.</p>	%
<p><b>Nivel de daño 3: Lesiones leves</b></p> <p>La instalación es correcta, trazado y dimensionamiento, pero presenta defectos localizados que deben repararse: grapas, juntas y pequeñas roturas.</p>	20%
<p><b>Nivel de daño 2: Lesiones graves</b></p> <p>Hay importantes defectos de forma generalizada; atascos, deformaciones, roturas, etc., que exigen una intervención importante, con sustitución de hasta un 60% de las piezas.</p>	%
<p><b>Nivel de daño 1: Lesiones muy graves</b></p> <p>El estado de degradación es grave, anulando el correcto funcionamiento de la red. Debe procederse a su sustitución.</p>	%

### SÍNTOMAS A OBSERVAR

#### Localización

Anclajes y fijaciones.  
Codos, reducciones...  
Arquetas, sifones...

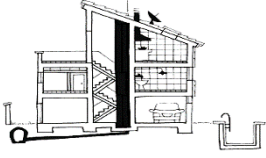

#### En general, se comprobará

Cumplimiento de normativa.  
Verificación de la estanqueidad.  
Sistemas de anclaje y fijación.  
Alteraciones de las condiciones de evacuación.  
Condiciones de utilización y mantenimiento.

#### LESIONES

Pérdidas o fugas.  
Rotura de piezas.  
Mal estado de anclajes y fijaciones.  
Mal estado de sellados y juntas.  
Presencia de hongos y/o plantas.  
Corrosión de elementos metálicos.  
Ruidos y vibraciones.

## ANEXO 2.6. Ficha técnica levantamiento de lesiones

<p>Figura D3Izq</p> 	<p><b>D. INSTALACIONES</b> D.3 RED DE ELECTRICIDAD</p> <p><b>FICHA DE INSPECCIÓN.</b> RECOGIDA DE DATOS</p>	<p>Figura D3der</p> 
---	---	---

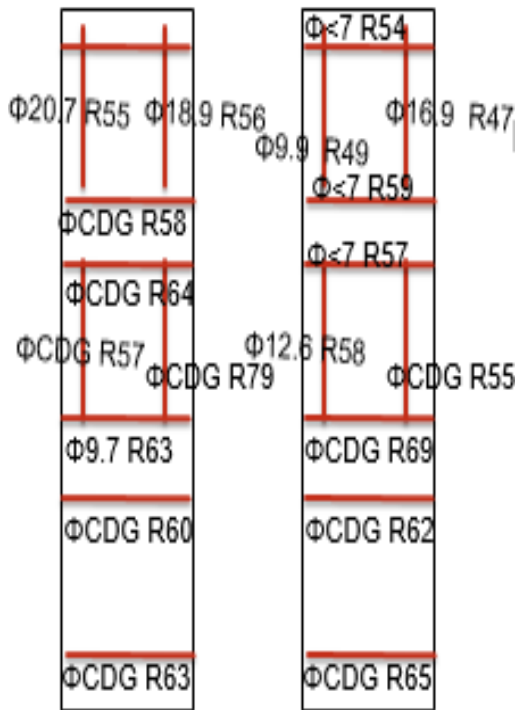
### DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA

Características									
Red primaria		Comunitaria		Iluminación, escalera y zonas comunes	Lámparas fluorescentes	Red secundaria			
Red de Tierra					Lámparas incandescentes	Nivel de electrificación	Mínimo		
CGP					Lámparas de bajo consumo		Medio		
Producción con placas fotovoltaicas					Encendido automático		Elevado		
Grupo electrógeno					Temporizador	Red interior	Especial		
Apertura remota de puertas de garaje					Lámparas fluorescentes protegidas	Vista	Empotrada		
Contadores centralizados					Lámparas fluorescentes sin proteger	Canalizada			
Contadores en las viviendas					Encendido automático	Tubo	PVC	Acero	Polietileno
Montantes, tipología y material protección					Temporizador	Sin protección			
Empotrados	Vistos	Canalizados				ICPM	ID	PIA	
Tubo	PVC	Acero	Polietileno						
Sin protección									
Datos complementarios									
Localización toma de tierra									
Localización y acceso a la CGP									
Potencia máxima, contratación y voltaje		Garaje	Ascensor	Escalera	Viviendas	Locales			
Empresa suministradora, de mantenimiento y revisiones									
Fecha de la última revisión.									
Modificaciones del estado original									
La incorporación de nuevas instalaciones puede ser la causa de modificaciones en elementos constructivos y de abandono de antiguas instalaciones.									
Incorporación de nueva instalación		vista	empotrada						
Instalación empotrada fuera de servicio		SI	NO						
Año modificación...									
ESTADO DE CONSERVACIÓN			SÍNTOMAS A OBSERVAR						
<b>Nivel de daño 4: Buen estado aparente</b> <input type="text"/> %			<b>Localización</b> Caja general de protección. Cajas de fusibles. <b>Mecanismos de accionamiento.</b>						
Sin necesidad de intervención. No se detectan ni se conocen problemas por esta causa.			<b>En general, se comprobará</b> <b>Nivel de seguridad.</b> Cumplimiento de normativa. Sistemas de anclaje y fijación. Condiciones de suministro. <b>Condiciones de utilización y mantenimiento.</b>						
<b>Nivel de daño 3: Lesiones leves</b> <input type="text"/> <b>23%</b>			<b>LESIONES</b> Pérdidas de aislamiento. Incumplimiento de las separaciones mínimas con las instalaciones de gas. <b>Mal estado de las conexiones.</b> Rotura de mecanismos de accionamiento. <b>Mal estado de anclajes y fijaciones.</b> <b>Corrosión de elementos metálicos.</b> Suministro incorrecto. Distancias de seguridad en baños. Disparo del ID.						
El estado de la red de distribución es correcto y las secciones de los hilos son las adecuadas. No se conocen problemas por falta de tensión. Se debe proceder a la reparación o sustitución de mecanismos de accionamiento, cajas de fusibles y conexiones.									
<b>Nivel de daño 2: Lesiones graves</b> <input type="text"/> %									
El estado de la red de distribución es defectuoso y las secciones de los hilos insuficientes. Hay problemas de falta de tensión en las épocas de mayor consumo. Debe procederse a la sustitución de hasta un 60% de los hilos, de los montantes, cajas y mecanismos. No se dispone de puesta a tierra. No se dispone de aislamiento de los hilos.									
<b>Nivel de daño 1: Lesiones muy graves</b> <input type="text"/> %									
El estado de degradación es grave, anulando el correcto funcionamiento y uso normalizado de la red. Debe procederse a su sustitución por falta de seguridad.									

## ANEXO 2.7. Ficha técnica levantamiento de lesiones

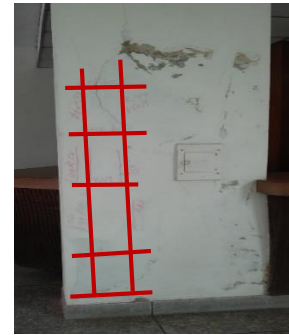
Tabla A2. Puntuación ponderada en función de los niveles de daños.										
				% estimado de daños	<10	<30	<60	<70	>70	
				Niveles de daño	IV	III	II	I	∞	
Fichas				Partes componentes	Puntuación Ponderada					
A.1				Cimentación	<b>17</b>	10	7	5	0*	
A.2				Estructura vertical	<b>14</b>	<b>10</b>	6	4	0*	
A.3	A.5			Estructura horizontal	<b>24</b>	19	<b>10</b>	5	0**	
100n/(n+1)	100/(n+1)									
A.4	E.2			Escaleras y rampas	<b>4</b>	3	1	1/2	0	
80%	20%									
B.3	F.1		F.2	Terminaciones	10	<b>7</b>	4	2	0	
60%	10%	30%								
C.	C.1		C.2	Cubierta	<b>8</b>	5	3	2	0	
	90%		10%							
B.5		F.3		Carpintería	<b>7</b>	5	3	2	0	
60%		40%								
D1	D2	D3	F.4	F.5	Instalaciones	<b>7</b>	<b>5</b>	3	2	0
30%	30%	20%	10%	10%						
B.1	B.2		B.4 40%	Fachadas	6	<b>4</b>	2	1	0	
40%	20%									
60%										
E.1		E:3		pavimentos/áreas exteriores	<b>3</b>	2	1	1/2	0	
70%		30%								
TOTAL					100	70	40	24	0	
0*: Inservible /Demolición										
0**: Justificar la sustitución por otro sistema										
Estimación del Estado Técnico										
<b>Puntuación: 58</b>				Estado Técnico	Actuación constructiva					
100 - 81				Muy Bueno	Mantenimiento					
80 - 61				Bueno	Rehabilitación Ligera					
<b>60 - 41</b>				<b>Regular</b>	<b>Rehabilitación Media</b>					
40 - 21				Mal	Rehabilitación Pesada					
20 - 0				Inservible	Desmontaje/Demolición					





Cara A

Cara B



**LEYENDA:  
Columna C6-7**

- Ø- Diámetro de la barra
- CDG- Cobertura demasiado grande
- R - Recubrimiento
- Acero en barras (longitudinales y transversales)



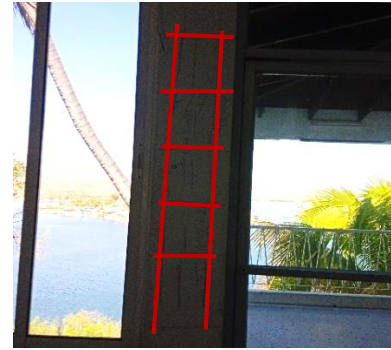
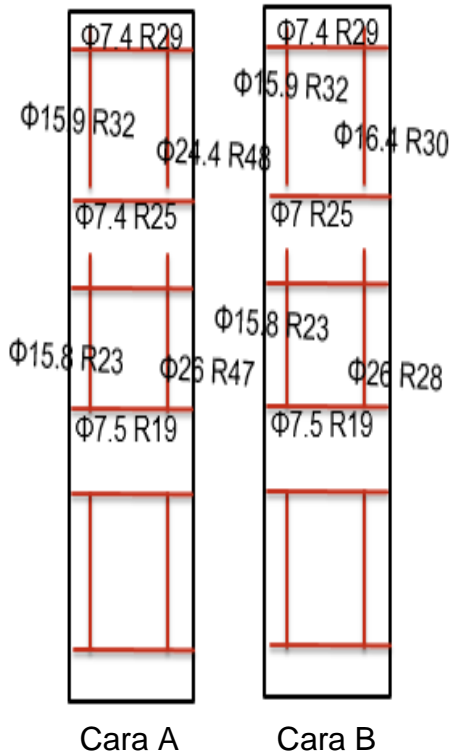
Cara A

Cara B



**LEYENDA:  
Columna F-6**

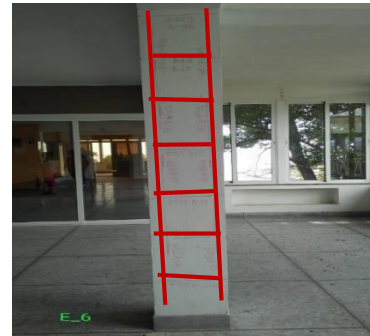
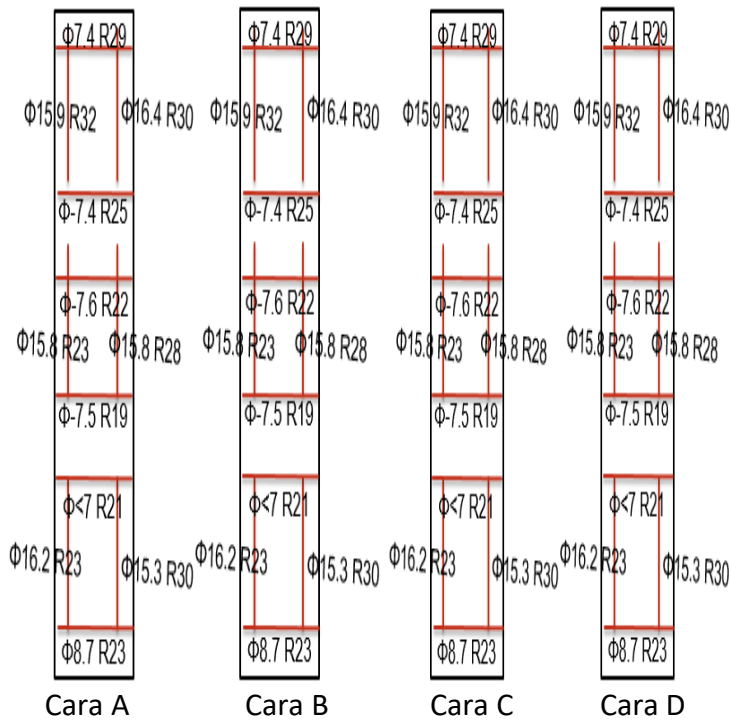
- Ø- Diámetro de la barra
- CDG- Cobertura demasiado grande
- R - Recubrimiento
- Acero en barras (longitudinales y transversales)



**LEYENDA:**

**Columna F-7**

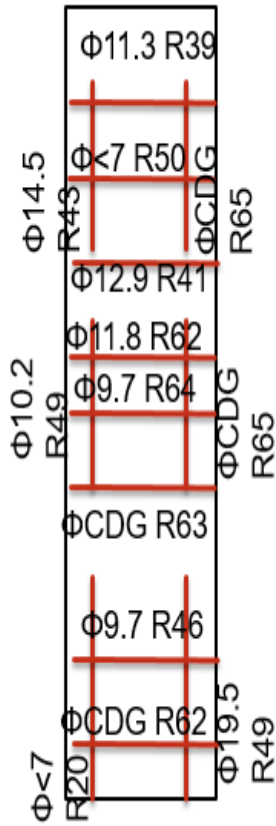
- Ø- Diámetro de la barra
- CDG- Cobertura demasiado grande
- R - Recubrimiento
- Acero en barras (longitudinales y transversales)



**LEYENDA:**

**Columna E-6**

- Ø- Diámetro de la barra
- CDG- Cobertura demasiado grande
- R - Recubrimiento
- Acero en barras (longitudinales y transversales)



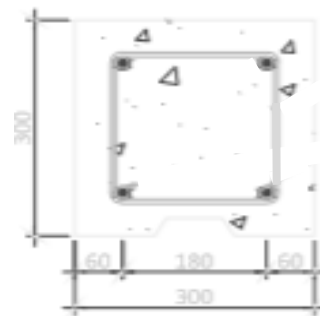
Cara A



**LEYENDA:**

**Columna D-7**

- Ø- Diámetro de la barra
- CDG- Cobertura demasiado grande
- R - Recubrimiento
- Acero en barras (longitudinales y transversales)



SECCIÓN COLUMNA  
ESC 1:10

## Anexo 2.9. Detección de acero en viga

		Φ25.6R57	Φ35 R57	Φ37 R56	Φ22 R53	Φ41 R30
		ΦCDG R60	ΦCDG R62	Φ35 R55	Φ23.9 R54	Φ27 R34
ΦCDG R55	Φ9 R57	Φ8 R51	Φ8 R51	Φ9 R57	Φ6.9 R51	Φ9.4 R36
			Φ9.4 R36		Φ7.1 R70	
					Φ7.6 R54	
					Φ7.6 R54	
					Φ8.4 R66	
					Φ7.6 R54	

Cara A



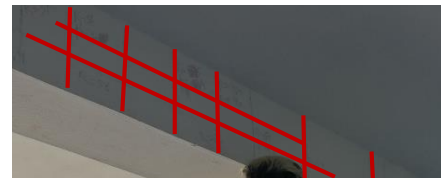
LEYENDA:  
 Ø- Diámetro de barra  
 CDG- Cobertura demasiado grande  
 R - Recubrimiento  
 ■ -Barras longitudinales  
 Viga - D6-7

		Φ25.6R57	Φ35 R57	Φ37 R56	Φ22 R53	Φ41 R30
		ΦCDG R60	ΦCDG R62	Φ35 R55	Φ23.9 R54	Φ27 R34
ΦCDG R55	Φ9 R57	Φ8 R51	Φ8 R51	Φ9 R57	Φ6.9 R51	Φ9.4 R36
			Φ9.4 R36		Φ7.1 R70	
					Φ7.6 R54	
					Φ7.6 R54	
					Φ8.4 R66	
					Φ7.6 R54	

Cara B

		Φ25.6R57	Φ35 R57	Φ37 R56	Φ22 R53	Φ41 R30
		ΦCDG R60	ΦCDG R62	Φ35 R55	Φ23.9 R54	Φ27 R34
ΦCDG R55	Φ9 R57	Φ8 R51	Φ8 R51	Φ9 R57	Φ6.9 R51	Φ9.4 R36
			Φ9.4 R36		Φ7.1 R70	
					Φ7.6 R54	
					Φ7.6 R54	
					Φ8.4 R66	
					Φ7.6 R54	

Cara A



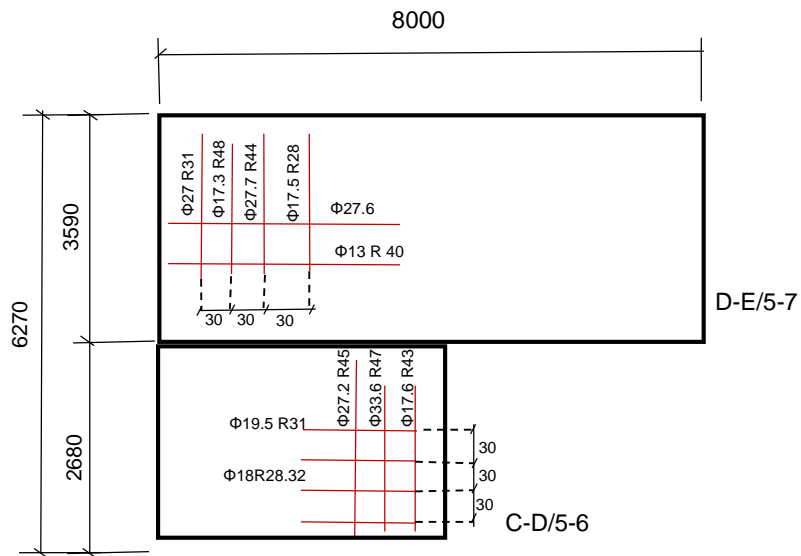
LEYENDA:  
 Ø- Diámetro de barra  
 CDG- Cobertura demasiado grande  
 R - Recubrimiento  
 ■ -Barras longitudinales  
 Viga - D6-7

		Φ25.6R57	Φ35 R57	Φ37 R56	Φ22 R53	Φ41 R30
		ΦCDG R60	ΦCDG R62	Φ35 R55	Φ23.9 R54	Φ27 R34
ΦCDG R55	Φ9 R57	Φ8 R51	Φ8 R51	Φ9 R57	Φ6.9 R51	Φ9.4 R36
			Φ9.4 R36		Φ7.1 R70	
					Φ7.6 R54	
					Φ7.6 R54	
					Φ8.4 R66	
					Φ7.6 R54	

Cara B


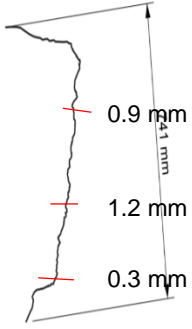

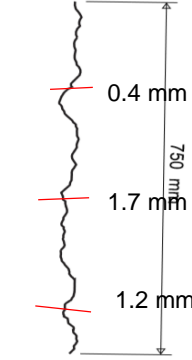

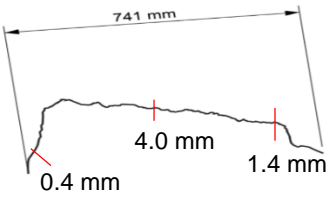


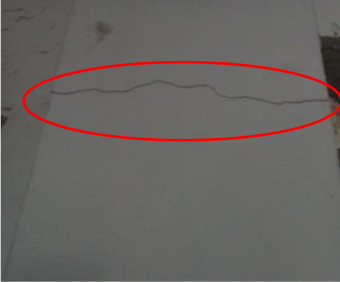
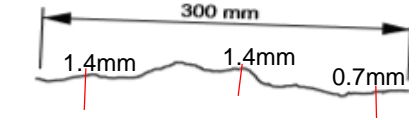


## Anexo 2.10. Detección de acero en losa



- LEYENDA:
- Ø- Diámetro de barra
  - CDG- Cobertura demasiado grande
  - R - Recubrimiento
  - -Barras longitudinales
  - Columna - D6-7

## Anexo 2.11. Levantamiento y medición de fisuras

		<p><b>Columna F-11 cara A</b></p>
		<p><b>Columna F-11 cara B</b></p>
		<p><b>Viga F/J-12</b></p>
		<p><b>Columna J-8</b></p>
		<p><b>Columnas A/B-8</b></p>