

# La recuperación de edificaciones mediante soluciones compuestas en el Centro Histórico de La Habana\*

*Abel Pérez Zúñiga*

El Centro Histórico de La Habana y su sistema de fortificaciones integran la Lista del Patrimonio de la Humanidad desde 1982, por acuerdo de la Sexta Sesión del Comité Intergubernamental de Protección del Patrimonio Cultural y Natural de la UNESCO. Con anterioridad, en el año 1978, había sido declarado Monumento Nacional, y más recientemente, en 1993, Zona Priorizada para la Conservación, ambas por leyes y decretos nacionales.

En La Habana Vieja se ha realizado un enorme trabajo encaminado a rescatar el patrimonio edificado, buscando diferentes alternativas y asimilando nuevas experiencias técnicas para llevar a cabo la tarea de intervenir en numerosas edificaciones, exponentes de diferentes estilos arquitectónicos y épocas de construcción.

El Centro Histórico tiene una extensión de 2,14 km<sup>2</sup>, y existen 3370 edificaciones, una gran mayoría de las cuales posee un valor ambiental, siendo exponentes de diversos estilos y épocas. La quinta parte de las mismas se considera de gran valor patrimonial. Un porcentaje elevado de los inmuebles presentan aún un alto grado de deterioro estructural, de los cuales uno de los componentes más afectados es la forjado horizontal, donde coexisten diferentes sistemas constructivos como la vigas de madera y tablazón, vigas de madera y losas de barro y vigas metálicas y losas de hormigón o cerámica.

Las principales causas de las afectaciones estructurales suelen ser las sobrecargas, intervenciones incorrectas y, en la mayoría de los casos, la falta de mantenimiento. A todo el proceso patológico esto se une las deficiencias de origen de algunos sistemas, presentando dificultades no sólo en su comportamiento a flexión, sino también ante las vibraciones que imponen las cargas de carácter variable.

A nivel mundial se reporta el uso difundido de soluciones estructurales donde actúan de forma conjunta diferentes materiales y son numerosos los sistemas constructivos que aplican esos conceptos. Sus ventajas son notables: se racionaliza el uso de ambos materiales y se proporciona mayor capacidad resistente y rigidez. A la combinación de dos o más materiales en una única sección estructural en la que se aprovechan al máximo las características de cada uno de ellos se le conoce como “construcción compuesta”, concepto general aplicable a disímiles casos de proyectos de construcción de obras nuevas o de rehabilitación de edificaciones. Puede ser empleado en diferentes tipologías estructurales y combinaciones de materiales: hormigón-acero, hormigón-madera, acero - madera u hormigón-hormigón, entre otras.

En la rehabilitación de edificaciones, la utilización de soluciones estructurales compuestas es beneficiosa cuando se presenta la disminución de la capacidad resistente de los elementos de los forjados,

\* Cómo citar este artículo: Pérez Z., A. (2010). La recuperación de edificaciones mediante soluciones compuestas en el Centro Histórico de La Habana. En: *Apuntes* 22 (2):198-203.



*Edificio con deterioro en su estructura horizontal.*  
Fotografía:  
Abel Pérez.

El artículo presenta los resultados de la investigación realizada para la tesis de maestría del autor, brindando además informaciones sobre la actualidad del tema tratado y sus posibilidades de generalización en el contexto nacional. Se vincula la aplicación de nuevas tecnologías constructivas con la intervención del patrimonio edificado, tema que forma parte de la tesis de doctorado que actualmente realiza el autor.

Recibido: 10 de julio de 2009

Aceptado: 10 de febrero de 2010

## La recuperación de edificaciones mediante soluciones compuestas en el Centro Histórico de La Habana

The use of composite construction in rehabilitation of buildings in the historic centre of Havana

O uso da construção composta na reabilitação dos edifícios no Centro Histórico de Havana

Abel Pérez Zúñiga

abelpzuniga@yahoo.es

Oficina del Historiador de La Habana, Cuba

Ingeniero Civil. Master en Conservación y Explotación de Edificaciones. Especialista en restauración y rehabilitación de obras de arquitectura de la Dirección de Proyectos de la Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. Profesor adjunto de la Facultad de Ingeniería Civil del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría ISPJAE y del Colegio San Gerónimo de la Universidad de La Habana. Miembro de la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba UNAICC. Publicaciones en la Revista Ingeniería Civil Cuba, Ponencia publicada en las memorias del IX Congreso Latinoamericano de Patología y XI Congreso de Control de la Calidad en la Construcción. ALCONPAT. (Asociación Latinoamericana para el Control, Patología y Recuperación de las Construcciones), en Quito, Ecuador.

### Resumen

En el Centro Histórico de La Habana existen numerosas edificaciones con un alto grado de deterioro, en las cuales uno de los componentes más afectados es la estructura horizontal. En el presente artículo se exponen los conceptos de la construcción compuesta y las ventajas de su utilización en la recuperación de edificaciones. Se presenta la experiencia cubana en el desarrollo de esta tipología estructural y las amplias posibilidades que ofrece en la rehabilitación estructural de forjados horizontales de diferentes tipologías. Se expone la experiencia de recuperación de una edificación con la aplicación de estos conceptos, así como las perspectivas de continuar profundizando en el desarrollo de esta tecnología.

**Palabras Clave:** Centro histórico, La Habana, construcción compuesta, rehabilitación estructural.

**Descriptores:** La Habana, Cuba; conservación y restauración de sitios históricos, construcciones compuestas, optimización estructural.

### Abstract

In the Historical Center of Havana, there is a large amount of buildings with a high grade of damages and the horizontal structure is one of the more affected elements. In this article the concepts of composite constructions are set forward, as well as the advantages of their use in the recovery of buildings. The Cuban experience in the development of this typology is presented, and also its wide possibilities in the structural rehabilitation of different kinds of horizontal frames. It is introduced the experience of rehabilitation in one building, in which this concepts were applied, as well as the perspectives of coming after in the study of this technology.

**Key Words:** Historic Center, Havana (Cuba), Composite Constructions, Structural Rehabilitation.

**Key Words Plus:** La Habana, Cuba; Conservation and Restoration of History Sites, Composite Construction, Structural optimization.

### Resumo

No centro histórico de Havana, há uma grande quantidade de edifícios com uma classe elevada dos danos e a estrutura horizontal é um dos elementos mais afetados. Neste artigo os conceitos de construções compostas são ajustados para diante, assim como as vantagens de seu uso na recuperação dos edifícios. A experiência cubana no desenvolvimento desta tipologia é apresentada, e igualmente suas possibilidades largas na reabilitação estrutural de tipos diferentes de frames horizontais. É introduzida a experiência da reabilitação em uma que constrói, em que este os conceitos eram aplicados, assim como as perspectivas da vinda em seguida no estudo desta tecnologia.

**Palavras chaves:** Centro histórico, Havana (Cuba), construções compostas, reabilitação estrutural, patrimônio.

**Palavras chaves descritor:** Havana, Cuba, conservação e restauro de sítios históricos, construções de otimização estrutural em compósito

\* Los descriptores y key words plus están normalizados por la Biblioteca General de la Pontificia Universidad Javeriana.

el incremento de las cargas debido al cambio de uso de las edificaciones y por motivos funcionales, tales como deformaciones, vibraciones e incapacidad de redistribuir las cargas gravitatorias entre los distintos elementos componentes.

Con referencia a la utilización en Cuba de los conceptos de la construcción con estructuras compuestas resulta significativa la investigación realizada por el Grupo de Estructuras de la Universidad de Camagüey, así como la creación de la Red del Conocimiento en Construcción Compuesta, integrada por entidades académicas—Instituto superior Politécnico José Antonio Echeverría ISP-JAE—, de proyecto, y todas aquellas relacionadas con ese campo. Este grupo ha desarrollado un Sistema de Herramientas para el Cálculo de Estructuras Compuestas (SECOM), integrado por cuatro subsistemas: normas, metodologías, métodos simplificados y programas de computación, aplicados a tres tipologías básicas: vigas compuestas de alma llena —con o sin lámina—, vigas compuestas de celosías —con o sin lámina— y losas compuestas con láminas colaborantes.

El SECOM tiene como logro fundamental la elaboración de las primeras normas aprobadas en el país para el cálculo de estructuras compuestas, aprobadas por el Ministerio de la Construcción, que resumen las investigaciones teóricas y experimentales desarrolladas por este grupo. Este sistema de herramientas y las normas ramales constituyen los únicos soportes técnicos para la elaboración de proyectos que incluyan estructuras compuestas en el país y hasta ahora, su uso limita al cálculo de estructuras nuevas, no incluyendo las estructuras a rehabilitar con los conceptos de la construcción compuesta.

El tema de la vinculación de las estructuras compuestas con la rehabilitación de edificaciones ha tenido ya aplicaciones prácticas en diferentes países de Europa, como España e Italia, diseñándose diferentes soluciones de rehabilitación de forjados horizontales de madera y metal. Un ejemplo de esto lo constituyen los trabajos de rehabilitación de forjados de vigas metálicas y losas de hormigón con la utilización de los pernos de la firma Tecnaria.

En Cuba existen grandes posibilidades del uso de los conceptos de la construcción compuesta en las obras de rehabilitación de edificaciones. Esto permitiría reutilizar elementos que han perdido parte de su capacidad resistente, vinculándolos con nuevos materiales, sin necesidad de



**Figura 1:** Límites del centro histórico La Habana Vieja dentro de la Ciudad de La Habana.  
**Fuente:** Plan Maestro. Oficina del Historiador de La ciudad.

sustituir las estructuras originales dañadas, por lo que ya se vienen realizando algunos estudios teóricos encaminados a encontrar soluciones que se ajusten a las características propias de los forjados que se encuentran en nuestros centros históricos.

En todos los casos la utilización de un refuerzo con secciones compuestas debe estar avalada por la realización de un estudio diagnóstico estructural previo que certifique el estado de los elementos y su capacidad resistente.

Como aplicación práctica, relacionada con esos antecedentes, se puede mencionar el rescate de la edificación ubicada en Paula 201-203 e/ Habana y Compostela, donde el entresijo existente de perfiles metálicos y losas de hormigón se rehabilitó adicionándose una losa de



**Figura 2:** Vista de edificios representativos de diferentes estilos y técnicas constructivas en la Plaza Vieja del Centro Histórico.  
**Fuente:** Plan Maestro. Oficina del Historiador de La ciudad.



**Figura 3:** Edificio del sistema constructivo de vigas metálicas y losas de hormigón con alto grado de deterioro estructural.  
**Fotografía:** Abel Pérez.

**Figura 4:**  
Secuencia de rehabilitación de la edificación ubicada en la calle Paula entre Habana y Compostela. Habana Vieja.  
**Fotografía:**  
Abel Pérez.



hormigón aligerada con elementos de poliestireno expandido.

Como elemento novedoso de la solución fueron tomadas en cuenta las tensiones de adherencia entre los elementos existentes y los nuevos, sin la colocación adicional de elementos de conexión soldados a las vigas de acero, con el consiguiente ahorro de tiempo, recursos materiales y fuerza de trabajo. La construcción de la solución compuesta supuso un notable ahorro (47%) de los costos de construcción y montaje con respecto a la variante inicial de sustitución total del forjado.

El caso tuvo repercusión en la prensa nacional a raíz del otorgamiento del Premio Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba 2006 y el Premio Relevante en el xv Forum Nacional de Ciencia y Técnica al Grupo de Estructuras de la Universidad de Camagüey, dado que en la solución aplicada fueron tomados en cuenta, de forma creativa, los principios generales recogidos en las Normas Ramales del MICONS que forman parte del SECOM. Además el trabajo fue presentado en el ix Congreso Latinoamericano de Patología que se celebró en Quito, Ecuador en el 2007.

Para potenciar la aplicación de soluciones compuestas a la rehabilitación de edificaciones se hace necesario profundizar en los estudios teóricos y realizar ensayos destructivos que los validen. Se deben realizar, además, evaluaciones

de factibilidad técnico ejecutiva de variantes de refuerzos estructurales para diferentes sistemas constructivos para poder incluir estos conceptos en las soluciones de los proyectos técnico ejecutivos.

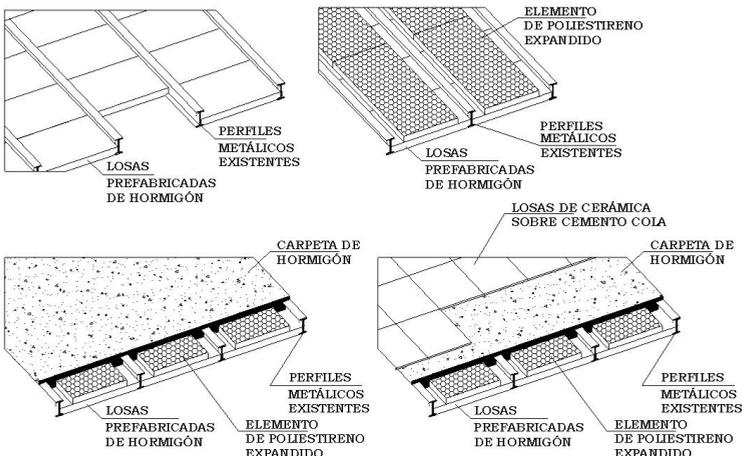
Con el objetivo de realizar estudios de investigación y desarrollo de métodos de aplicación práctica que conllevarían a ahorrar materiales y reutilizar elementos existentes en las edificaciones de valor histórico, ya se dan los pasos necesarios para la creación de un grupo científico que de respuesta a la necesidad de optimizar soluciones a través de la aplicación de los conceptos de la construcción compuesta.

Este grupo de trabajo científico denominado “Aplicaciones de la construcción compuesta en la rehabilitación de edificaciones”, como expresión de la alianza estratégica entre el Grupo de Estructuras de la Universidad de Camagüey y la Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana, tendrá como centro de su actividad el desarrollo de acciones de ciencia e innovación tecnológica que favorezcan la aplicación de diferentes alternativas de construcción compuesta en la rehabilitación del Centro Histórico de la Ciudad de La Habana, además de implementar la colaboración interregional e interdisciplinaria entre ambas ciudades y universidades.

Paralelamente se realizarán acciones encaminadas a la búsqueda de financiamiento que se dirigirán a la obtención de softwares de cálculo, la realización de ensayos relacionados con las diferentes soluciones propuestas, la obtención de bibliografía técnica especializada y la creación de una base de datos técnica en soporte digital para consulta de proyectistas e investigadores.

Finalmente, la utilización de los conceptos de construcción compuesta en la rehabilitación de edificaciones, además de innegables ventajas tecnológicas y económicas, supone importantes impactos en diferentes esferas de la sociedad: la asimilación sostenible de una tecnología que permite incrementar la capacidad resistente y la rigidez de las secciones estructurales en la rehabilitación de edificaciones de alto impacto social y de beneficio a la calidad de vida de la población, la recuperación, protección y rescate del patrimonio edificado y del fondo habitacional, un impacto positivo en el entorno ambiental urbano, al posibilitar la recuperación de edificios deteriorados, a través del uso racional de los recursos y la

**Figura 5:**  
Propuesta de sección compuesta mediante tensiones de adherencia y elementos aligerantes de poliestireno expandido.  
**Fotografía:**  
Abel Pérez.



reutilización de los materiales de construcción del edificio intervenido y el incremento de la calidad de la formación de pregrado y postgrado en el ámbito de la conservación del patrimonio edificado.

## Referencias

- Bretones, J. y otros (1992). El recrecido con hormigón como técnica de intervención en forjados metálicos. En *el Congreso Internacional. Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y edificación*. Canarias: CICOP Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio.
- Calavera, J. (1998). *Cálculo, Construcción y Patología de Forjados de Edificación*. España: Instituto Técnico de Materiales y Construcciones.
- De Las Cuevas, J. (2001). *500 de Construcción en Cuba*. Madrid: Editorial Chavin.
- Grupo de Estructuras. (2004). *Sistema de Herramientas para el Cálculo de Estructuras Compuestas*. Cuba: Facultad de Construcciones. Universidad de Camagüey.
- Larrúa, R. (2003). Cálculo de entrepisos compuestos. Algunas consideraciones. *Revista CIMENTOS*. Año 4, No.7 La Habana: CENCSUT. MICONs.
- Pérez, A. (2006). Rehabilitación estructural de forjados de edificaciones mediante secciones compuestas de acero y hormigón. Tesis de maestría. La Habana: Facultad de Arquitectura. ISPJAE.
- Pérez, A. (2007). Rehabilitación estructural de forjados de edificaciones mediante la utilización de secciones compuestas de acero y hormigón. Experiencias en el Centro Histórico de La Habana. *IX Congreso Latinoamericano de Patología y XI Congreso de Control de la Calidad en la Construcción*. Quito: ALCONPAT.
- Oficina del Historiador de la Ciudad. (2006). *Plan Maestro*. Una experiencia singular. Valoraciones sobre el modelo de gestión integral de la Habana Vieja. La Habana: Ed. Boloña.
- Tápanes, E. (1992). El Patrimonio Edificado en Ciudad de La Habana. Deterioros Fundamentales. En *el Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación*. Canarias: CICOP Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio.
- Tejera, P. y Pérez, L. (1998). Fichas Técnicas para la reparación de edificaciones. España: Publicaciones de la Universidad de Alicante.
- NC 53. (2003). Elaboración de Proyectos de Construcción. Edificaciones. Cargas Características y de Cálculo. La Habana: MICONs Ministerio de la Construcción.
- NR 080. (2004). Cálculo de entrepisos compuestos de hormigón y acero con vigas de alma llena sometidos a cargas estáticas. Código de buenas prácticas. Cuba: MICONs.

