



Edificios de apartamentos de altura media en la Habana. Evaluación*

Fecha de recepción: 9 de mayo de 2016 Fecha de aceptación: 19 de enero de 2017 Disponible en línea: 21 de agosto de 2017

Dania González Couret

Doctora en Ciencias

Profesora titular de La Universidad Tecnológica de La Habana

danía@arquitectura.cujae.edu.cu

Resumen El edificio de apartamentos de altura media resulta una solución apropiada para la vivienda urbana, ya que sin elevados costos de construcción y mantenimiento permite un buen aprovechamiento del suelo urbano. La redensificación de las áreas urbanas consolidadas mediante la inserción de nuevos edificios de vivienda permite aprovechar la infraestructura y servicios existentes, y reducir las distancias. No obstante, el aumento del uso del suelo y las densidades conspiran en contra del logro de ambientes interiores apropiados. El presente artículo ofrece los principales resultados de una investigación desarrollada entre 2000-2010, encaminada a evaluar las soluciones de diseño de los edificios de apartamentos en La Habana, en particular aquellos ubicados en zonas urbanas compactas, a partir de la integración de requerimientos de economía y calidad, como referencia para los nuevos edificios de vivienda a proyectar y construir en la trama urbana consolidada de la ciudad.

Palabras clave edificio de apartamentos; diseño arquitectónico; economía; calidad; evaluación

* El artículo de investigación *Edificios de apartamentos en La Habana* resume los resultados de varias investigaciones desarrolladas y conducidas por Dania González Couret durante más de diez años, en el cual se han involucrado estudiantes de pregrado y posgrado, cuyos temas de tesis han tributado a los resultados de la investigación.

Mid-Rise Apartment Buildings

in Havana. An Evaluation

Abstract The mid-rise apartment building is an appropriate solution for urban housing, since it allows for a good use of urban land as they do not represent high construction and maintenance costs. The re-densification of consolidated urban areas through the insertion of new residential buildings makes possible to take advantage of existing infrastructure and services, and reduce distances. However, increased land use and densities conspire against the achievement of appropriate indoor environments. This article presents the main results of a research project carried out between 2000-2010 aimed at evaluating the design solutions of apartment buildings in Havana –particularly those located in compact urban areas– based on the integration of economic and quality requirements, which would act as a reference for new housing buildings to be projected and built in the consolidated urban fabric of the city.

Keywords apartment building; architectural design; economy; quality; evaluation

Prédios de apartamentos de altura mediana

em Havana. Avaliação

Resumo O prédio de apartamentos de altura média resulta uma solução apropriada para a habitação urbana, pois sem elevados custos de construção e manutenção é possível um bom aproveitamento do solo urbano. A redensificação das áreas urbanas consolidadas mediante inserção de novos prédios de habitação pode tirar vantagem da infraestrutura e serviços existentes, e reduzir as distâncias. Contudo, o aumento de uso do solo e as densidades conspiram contra conseguir ambientes interiores apropriados. O presente artigo apresenta os principais resultados de pesquisa desenvolvida entre 2000-2010 encaminhada a avaliar soluções de design dos prédios de apartamentos em Havana, em particular aqueles localizados em zonas urbanas compactas, a partir da integração de requerimentos de economia e qualidade, como referencia para os novos prédios de habitação a projetar e construir na trama urbana consolidada da cidade.

Palavras chave prédio de apartamentos; desenho arquitetônico; economia; qualidade; avaliação

Introducción

La problemática urbana actual se debate entre extremos que se relacionan, por una parte, con el bajo aprovechamiento del suelo urbano en los proyectos de vivienda de interés social, por lo general de baja altura¹ o la consolidación progresiva de asentamientos informales vulnerables, y por otra con la carrera por la altura en edificios hoteleros, de negocios o residenciales de lujo. Sin embargo, ninguno de los dos extremos es válido como modelo de referencia para un hábitat urbano sustentable².

Por esta razón, el edificio de apartamentos de altura media resulta una solución apropiada para la vivienda urbana, ya que sin elevados costos de construcción y mantenimiento permite un buen aprovechamiento del suelo como recurso no renovable, lo cual constituye un principio esencial de sustentabilidad.

La redensificación de las áreas urbanas consolidadas mediante la inserción de nuevos edificios de vivienda es un elemento clave para la sustentabilidad, ya que permite aprovechar la infraestructura y los servicios existentes, así como reducir las distancias. No obstante, el aumento del uso del suelo y las densidades conspiran en contra del logro de ambientes interiores apropiados que no requieran de iluminación artificial, lo cual también condiciona la sustentabilidad de las soluciones.

Por otro lado, el abandono de la ciudad tradicional por nuevos desarrollos periféricos —al

estilo de la urbanización abierta del movimiento moderno en la segunda mitad del siglo XX en Cuba— hizo a los arquitectos olvidar la práctica de diseñar y construir edificios de apartamentos en los lotes largos y estrechos de la trama urbana histórica, de forma tal que, cuando se reanudó su proyección en los años ochenta, las soluciones resultaron de inferior calidad que las de sus predecesores (González, 2009).

La presente ponencia ofrece los principales resultados de una investigación desarrollada entre 2000-2010, encaminada a evaluar las soluciones de diseño de los edificios de apartamentos en La Habana, en particular aquellos ubicados en zonas urbanas compactas, a partir de la integración de requerimientos de economía y calidad, como referencia para los nuevos edificios de vivienda a proyectar y construir en la trama urbana consolidada.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en tres etapas independientes, cada una de ellas con resultados parciales específicos:

La primera etapa se llevó a cabo entre 2000 y 2002, encaminada a evaluar modelos urbanos residenciales y tipologías arquitectónicas de edificios de vivienda desde el punto de vista de la satisfacción de los requerimientos de economía

1 Los edificios altos no resultan apropiados para el hábitat de la población de bajos ingresos, pues debido a los elevados costos de mantenimiento que no pueden ser asumidos por los habitantes, el deterioro de los edificios se acumula y en ocasiones debe optarse por su demolición.

2 Los modelos urbanos de baja densidad desaprovechan el suelo como recurso no renovable y promueven la extensión de la mancha urbana y el aumento de las distancias, con el consecuente consumo de energía y contaminación que originan los medios de transporte; mientras, la explotación de edificios altos requiere sistemas tecnológicos complejos, costosos y consumidores.

y calidad, expresados en el equilibrio entre el aprovechamiento del suelo urbano y la calidad del ambiente interior. Para ello se identificaron las variables, parámetros e indicadores que condicionan la economía y la calidad de los modelos urbanos (Figura 1) y las tipologías arquitectónicas, así como la conveniencia del aumento o disminución de sus valores, los cuales se comportan de forma compleja y contradictoria. Por tanto, el enfoque metodológico de la investigación en esta etapa se encaminó a encontrar los rangos en los que los indicadores evaluados no presentaran valores extremos o contradictorios, sino intermedios y equilibrados.

Se seleccionaron como objeto de estudio nueve modelos urbanos de la ciudad de La Habana según criterio de expertos, significación nacional y comportamientos extremos de algunas de las variables. Se trabajó con una muestra de cada uno de ellos que permitió estimar los valores de los indicadores a considerar en los casos en que estos datos no estaban disponibles. Las áreas seleccionadas para el estudio se corresponden con zonas netamente residenciales, sin presencia de espacios públicos, áreas verdes o avenidas principales

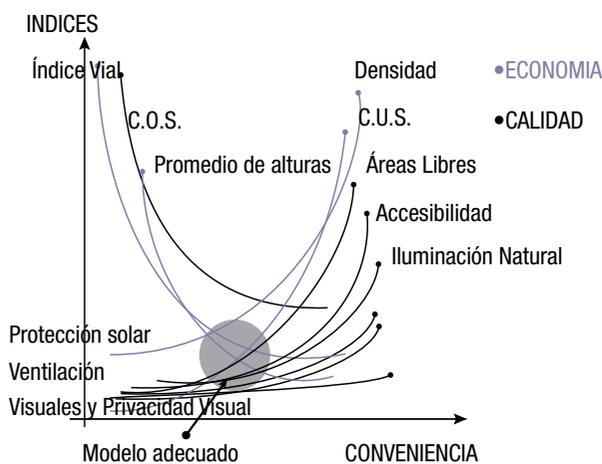


Figura 1. Indicadores de economía y calidad de los modelos urbanos

Fuente: Armas y Morales (2000)

que desvirtúen los valores estimados. Los indicadores obtenidos en los modelos se ordenaron según el grado de conveniencia, asignando una puntuación de 1 a 9 a cada uno por variable, de manera que los casos que presentaron más indicadores en los rangos de valores intermedios resultaron los de mejor comportamiento integral. Sobre la base de los modelos con una mejor evaluación integral se propuso rangos de indicadores urbanos cuyo cumplimiento permite garantizar un adecuado uso del suelo, preservando un ambiente interior apropiado para las condiciones del clima cálido y húmedo de Cuba.

La calidad potencial que permite la solución urbana se complementa con el diseño arquitectónico del edificio que determina, en última instancia, la relación interior-exterior y con ello, las condiciones ambientales interiores (iluminación, ventilación natural, privacidad y visuales). Por tanto, a continuación del estudio de los modelos urbanos —empleando el método ya descrito que parte de considerar la economía y la calidad como variables contrapuestas y en equilibrio— se desarrolló una investigación acerca de edificios de apartamentos en la ciudad de La Habana (González, 2003). Aunque el presente artículo se refiere en principio a los edificios de altura media (hasta cinco plantas, que no requieren ascensor), en esta primera etapa de la investigación también se incluyeron edificios altos de hasta 20 plantas.

Este estudio se llevó a cabo en dos partes, una primera en la cual se evaluaron de manera general las soluciones de volumen y espacio en una muestra de 94 edificios, clasificados según su tipología. Algunos constituyen proyectos típicos que se construyeron en diversos lugares de la ciudad durante las décadas del sesenta y del setenta. Los doce edificios que resultaron mejor evaluados desde el punto de vista económico fueron seleccionados como casos de estudio, para verificar, mediante un trabajo experimental de campo, su calidad ambiental interior real. Para ello se realizó una observación participante y entrevistas a

sus habitantes, con vistas a evaluar el ambiente térmico, la ventilación y la iluminación natural.

La segunda etapa de la investigación, desarrollada entre 2004 y 2005, se concentró en las zonas urbanas compactas, dado su valor cultural, centralidad, importancia en el proceso de rehabilitación integral de la ciudad, y las contradicciones, así como dudas y confusiones existentes entre los propios especialistas con respecto a las soluciones de diseño e indicadores para un mejor aprovechamiento del suelo que garantice condiciones ambientales interiores apropiadas en las viviendas. Como objeto de estudio se tomó el municipio Centro Habana que constituye la primera expansión de la ciudad fuera de las murallas del

centro histórico colonial, con una trama urbana compacta, y que sigue siendo hasta hoy, el centro comercial de la ciudad (Figura 2).

Se trabajó con una muestra de 91 edificios de apartamentos seleccionados a partir de recorridos establecidos atravesando los diferentes sectores tipológicos identificados (Figura 3), que fueron clasificados según su tipología volumétrica-espacial. Teniendo en cuenta la relación interior-exterior, así como las dimensiones y proporciones de los espacios de transición y su orientación, fueron escogidos 38 espacios localizados en 18 edificios, para un trabajo de campo donde se realizaron mediciones del ambiente térmico, luminoso y sonoro interior, así como encuestas a los



Figura 2. Vista de una calle de Centro Habana

Fuente: elaboración propia

habitantes para registrar sus percepciones y compararlas con los resultados objetivos de las mediciones (González, 2006).

Con base en la insuficiente calidad ambiental interior que se comprobó en los espacios existentes estudiados, se elaboraron nuevas propuestas volumétrico-espaciales para edificios multifamiliares en el sector de Centro Habana, teniendo en cuenta una caracterización de los lotes disponibles. La propuesta consistió en volúmenes edificadas con una dimensión de dos crujías³ de profundidad, ubicados de forma transversal al eje longitudinal del lote largo y estrecho que predomina en esta zona urbana, y separados entre sí por patios interiores (Figura 4). El comportamiento de la iluminación natural interior en estas soluciones fue verificado mediante simulación automatizada para definir la amplitud necesaria de los patios en función de la altura de los edificios y el ancho del lote, con el objetivo de garantizar los grados mínimos de iluminación natural interior requeridos (González, Zorrilla y Gómez, 2006). A estos resultados se sumaron los trabajos experimentales encaminados a proponer diseños de conductos especializados de iluminación y

ventilación natural para viviendas en zonas compactas, desarrollados entre 2001 y 2007 (González, 2002), y que consistieron en mediciones de iluminación natural y velocidad del aire en el interior de los conductos para garantizar el caudal de ventilación higiénica, realizados en modelos a escala de laboratorio y en un prototipo a escala natural.

La tercera etapa de la investigación tuvo lugar entre 2007 y 2010, y en ella el estudio se extendió a tres zonas urbanas de la ciudad, identificadas según criterio de expertos (Figura 5). A partir de recorridos establecidos, se seleccionó una muestra de 91 edificios en Centro Habana, 96 en El Vedado y 77 en Miramar, que fue caracterizada según la tipología volumétrico-espacial, y evaluada a partir de los rangos de indicadores establecidos con anterioridad. La influencia de los espacios de transición interior-externo en la iluminación natural fue estimada mediante simulación automatizada, y su incidencia en el ambiente térmico interior fue valorada a partir de mediciones de temperatura y humedad relativa en 66 interiores seleccionados en función del tipo de espacio de transición con el exterior y su orientación (González, 2013).

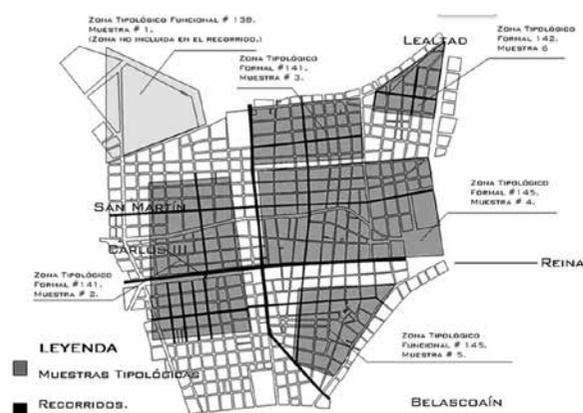


Figura 3. Plano de Centro Habana, sectores tipológicos y recorridos para la selección de la muestra

Fuente: Chiong y Luaces (2005)

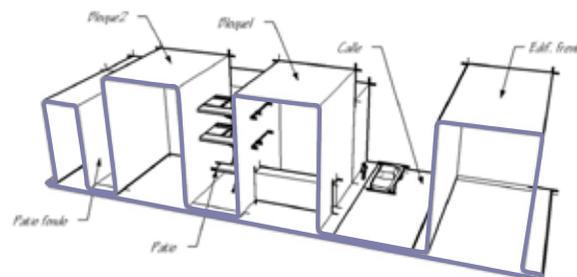


Figura 4. Esquema de la solución volumétrico-espacial propuesta para nuevos edificios de vivienda en lotes largos y estrechos

Fuente: Gómez (2005)

3 Se refiere a un módulo espacial y estructural cuya dimensión en edificaciones de vivienda suele estar entre 3 m y 4,50 m.

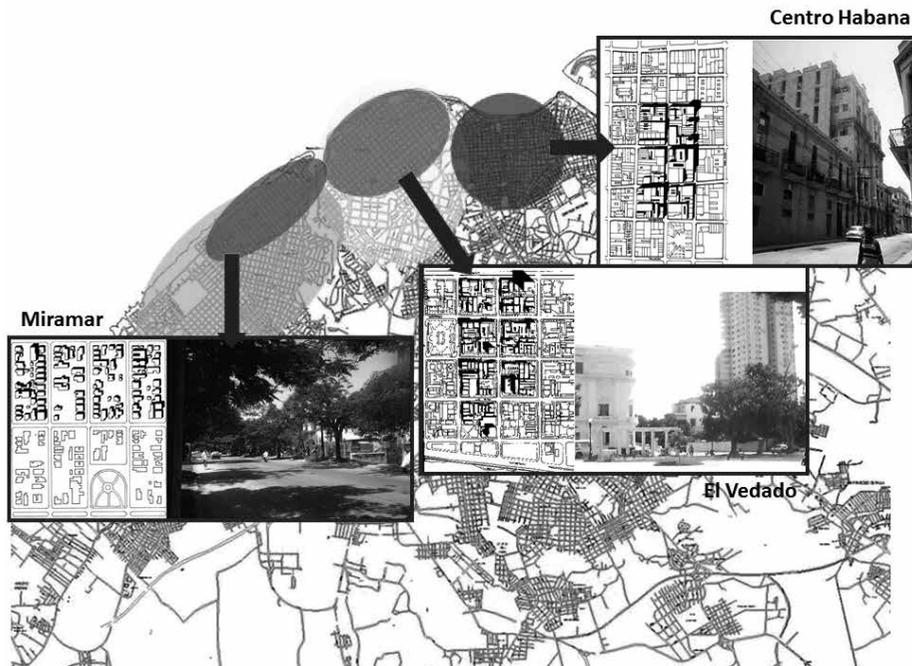


Figura 5. Contextos urbanos seleccionados: Centro Habana, El Vedado y Miramar

Fuente: elaboración propia

Resultados y discusión

Modelos urbanos

Las variables evaluadas que caracterizan la economía de las soluciones urbanas fueron la densidad, el coeficiente de utilización del suelo (CUS), el promedio de pisos y el índice vial; mientras que las que reflejan la calidad potencial que estas ofrecen para el logro de condiciones ambientales interiores apropiadas en el microclima de La Habana fueron el coeficiente de ocupación del suelo (COS), la ventilación e iluminación natural, la protección solar, visuales, privacidad, posibilidad de acceso e índice de espacios libres. Los

rangos de indicadores propuestos a partir de los modelos urbanos con un mejor comportamiento integral aparecen en la Tabla 1.

Tipologías arquitectónicas

Para clasificar los edificios estudiados de acuerdo con su solución volumétrico-espacial, se tomó en cuenta la forma de agrupación de las viviendas en torno a una circulación general de acceso (Figura 6): concentradas (viviendas pareadas o más de dos viviendas conectadas por una circulación vertical), y de corredor (central o lateral).

En cuanto al edificio, como variables de las cuales depende la economía de la solución volumétrico-

Tabla 1. Indicadores urbanos propuestos

Densidad Hab. /Ha	270 - 470
Coefficiente de Ocupación del Suelo (COS)	0.25 - 0.60
Coefficiente de Utilización del Suelo (CUS)	0.70 - 1.80
Áreas libres	0.25 - 0.70
Índice vial	0.10 - 0.15
Promedio de alturas (número de pisos)	2.40 - 4.10

Fuente: Gómez (2001)

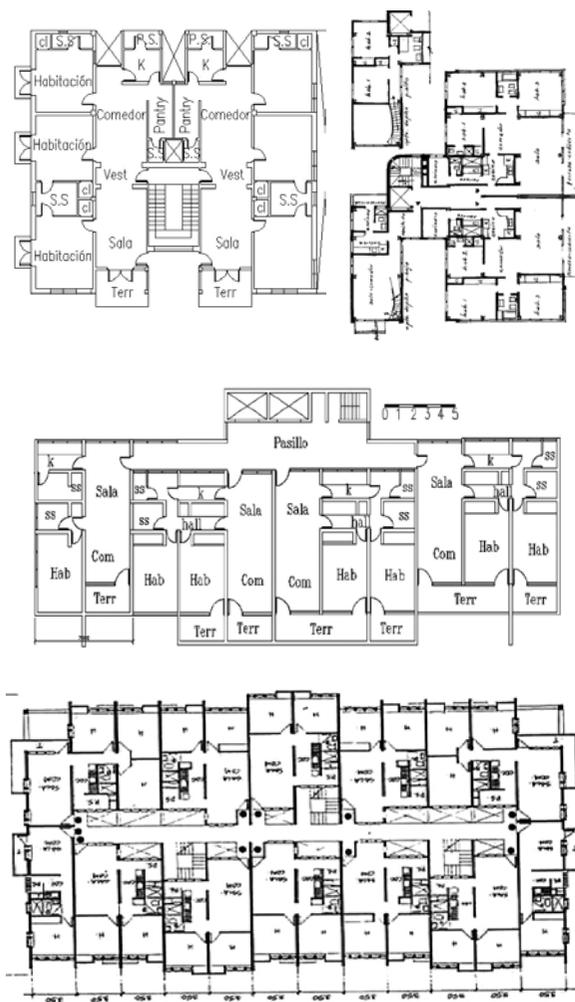


Figura 6. Tipología volumétrico-espacial según relación de las viviendas con la circulación de acceso

Fuente: elaboración propia

espacial se tuvieron en cuenta el número de plantas, la relación entre el perímetro y la superficie construida, la proporción entre superficie construida y superficie de terreno, y la superficie de circulación general con respecto a la construida.

Tabla 2. Indicadores arquitectónicos propuestos

INDICADORES	RANGO RECOMENDABLE	MÁXIMO	MÍNIMO
Frente / Profundidad (F/P)	0.4 - 0.5	1	
Perímetro / Superficie Construida (Pm/SC)	0.2 - 0.25	0.35	
Superficie Construida / Superficie de Terreno (SC/ST)	0.6 - 0.65		0.4
Superficie de Circulación General / Superficie Construida (SCg/SC)	0.05 - 0.15		0.2

Fuente: Armas y Morales (2000)

Respecto a la vivienda se consideraron la superficie construida y la de circulación, la presencia de núcleo húmedo y la proporción entre el frente y la profundidad. La calidad de la solución de diseño depende en lo fundamental de la correlación entre el perímetro y la superficie construida a escala del edificio, así como del número de crujiás y la relación del espacio de la vivienda con el exterior por intermedio de los espacios de transición.

Se denomina en esta investigación “número de crujiás” de la vivienda o del apartamento a la cantidad de espacios interiores —compartimentados o no— en secuencia a lo largo de un eje perpendicular a los planos de fachada, de manera que, cuando en edificios profundos, el espacio interior de los apartamentos se estructura en más de dos crujiás o módulos espaciales, se afecta la relación con el exterior de aquellos que no quedan vinculados con las paredes que constituyen la envolvente del edificio, y con ello, su ambiente interior en términos de visuales, iluminación y ventilación natural. La variable que más afecta la calidad del ambiente interior es la cantidad de crujiás, que determina las posibilidades de interacción con el exterior de cada espacio interior.

Los edificios que presentaron un mejor comportamiento de los indicadores económicos evaluados se corresponden con las tipologías de corredor y circulación vertical interna, a pesar de que en ningún caso la evaluación de los requerimientos de calidad ambiental interior resultó satisfactoria por completo. No obstante, estos se tomaron como base para proponer los rangos recomendables o límites mínimos y máximos

admisibles para el logro de soluciones volumétrico-espaciales que permitan un buen aprovechamiento del suelo manteniendo una calidad ambiental interior aceptable.

A partir del trabajo de campo realizado al final de la primera etapa de la investigación, que permitió verificar la calidad ambiental real de los espacios interiores, quedó demostrado mediante la observación y la medición, y corroborado por las opiniones de los habitantes, que los patinejos (Figura 7) crean más problemas que los que resuelven, por lo cual, su uso no resulta recomendable. Se conoce como “patinejo” o “caja de aire” a un espacio abierto por la parte superior, de dimensiones reducidas (menos de 2 m x 2 m), donde predomina la altura, al cual tributan los interiores de las viviendas en los diferentes pisos del edificio. Se emplean en general en los diseños con carácter especulativo, para permitir la relación de los espacios interiores con el exterior en lotes largos y estrechos con un alto COS. Estos espacios de transición interior-exterior favorecen la ventilación, pero a la vez permiten la transmisión de ruidos y olores al igual que las visuales entre unas viviendas y otras, afectando su privacidad, razón por la cual la mayoría de los habitantes mantienen cerradas las ventanas que dan a ellos. No obstante,



Figura 7. Patinejo en edificio de apartamentos en Centro Habana
Fuente: Chiong y Luaces (2005)

por sus proporciones no garantizan los grados mínimos requeridos de iluminación natural.

Es preferible por ello el empleo de grecas o indentaciones⁴ como espacios de transición interior-exterior. Se trata en este caso de irregularidades en el volumen edificado que permiten aumentar el perímetro y, por tanto, la superficie de la envolvente exterior expuesta por la cual los espacios interiores se relacionan con el exterior (Figura 8). Pero a diferencia del patinejo, la greca o indentación no solo queda abierta por la parte superior, sino por uno de sus laterales, lo cual favorece la iluminación, la ventilación, las visuales y la privacidad.

En el edificio América, de estilo *art decó* en Centro Habana (Figura 9), las grecas como transición interior-exterior permiten un ambiente interior apropiado en todos los espacios interiores, a pesar de tratarse de una tipología de corredor central.

La conveniencia de evitar el uso de patinejos hace no recomendable el empleo de la tipología de edificio donde a los apartamentos se accede por galerías internas, o incluso, externas, ya que estas afectan la privacidad. La profundidad de estos edificios los hace más económicos, ya que permiten un mejor aprovechamiento del suelo,



Figura 8. Greca como espacio de transición interior-exterior en un edificio de apartamentos en Centro Habana
Fuente: Chiong y Luaces (2005)

4 Se refiere a irregularidades en el contorno del edificio, que generan un mayor perímetro y favorecen una mejor relación de los espacios interiores con el exterior (Figura 8).

lo cual por lo general obliga al uso de patinejos como única vía de relación interior-exterior. Esta situación puede mejorar si en lugar de patinejos se emplean grecas como en el edificio de la Figura 9, lo cual reduce la economía de la solución por el incremento del perímetro.

Por el contrario, las unidades conectadas por escaleras presentan mayores potencialidades para lograr una adecuada calidad ambiental interior, con buenos indicadores económicos, siempre que la cantidad de crujías garantice la relación directa de todos los espacios con el exterior, de manera que se evite la presencia de patinejos. No obstante, si por determinadas razones su uso fuera inevitable, deben emplearse estos como iluminación complementaria en espacios no compartimentados cuando la iluminación natural sea unilateral y la profundidad mayor que 4,50 m. En ese caso, es conveniente que a cada patinejo solo tribute una vivienda por piso, y que a él no se vinculen espacios generadores de olores (cocinas y baños) en conjunto con otros de función principal (estar, comedor y dormitorio), protegiendo, además, la privacidad visual entre ventanas. Para mejorar la iluminación en las cocinas vinculadas a patinejos, la conexión con el exterior debe ser directa y no por medio de espacios para lavar y tender la ropa. Por otro lado, las superficies interiores de los patinejos deben

ser de colores claros y mantenerse limpias para una mayor reflexión de la luz hacia los espacios interiores.

En cualquier caso, siempre resultará preferible sustituir los patinejos por conductos especializados de iluminación y ventilación, que no afecten la privacidad. Los conductos de iluminación son dispositivos cerrados con superficies interiores reflectantes que permiten captar la luz natural de la bóveda celeste e introducirla en los espacios interiores como complemento de la iluminación natural lateral que entra a través de las ventanas en espacios con profundidades superiores a 4,50 m. No obstante, al ser cerrados, no permiten las visuales, no penetra en ellos el aire ni el ruido, y sus superficies se mantienen limpias y, por tanto, reflectantes.

Los conductos de ventilación pueden ser de un diámetro aproximado de 15 cm para garantizar la ventilación higiénica en baños de edificios hasta cuatro plantas. Su abertura hacia el interior en forma de rejilla cuyo cierre podría controlarse, no permite el paso de la luz, el ruido o las visuales, por lo que tampoco afecta la privacidad de las viviendas. En el extremo superior que sobresale cerca de 1,50 m por encima de la cubierta del edificio puede colocarse un dispositivo del tipo Venturi⁵ que provoque el movimiento del aire en el conducto por diferencia de presiones.

Planta Típica de los Apartamentos: 1 VESTÍBULO 2 HALL 3 ELEVADORES 4 SALA DE ESTAR 5 HABITACIÓN 6 COMEDOR 7 COCINA 8 BAÑO 9 COCINA - COMEDOR

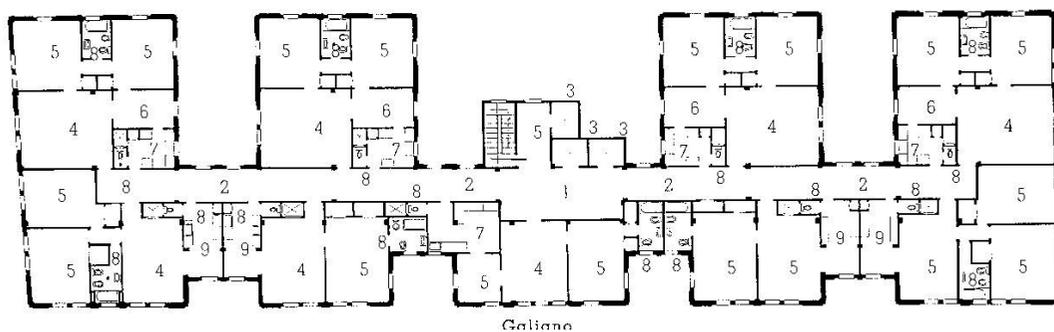


Figura 9. Edificio América

Fuente: Martín y Rodríguez (1998)

5 Se trata de un dispositivo de sección variable conectado al conducto, de manera que cuando es atravesado por el viento se genera una caída de presión que succiona el aire en el interior del conducto.

Zonas urbanas compactas

La diferencia esencial entre la clasificación tipológica empleada en los edificios de Centro Habana (zona urbana central compacta) con respecto a la general, antes usada para toda la ciudad, radica en la inclusión de la relación de las viviendas con el exterior, que resulta decisiva tanto en la caracterización de la solución volumétrica como en el comportamiento ambiental interior, por la compacidad del contexto urbano y el carácter medianero de los lotes. Las formas de relación interior-exterior de las viviendas encontradas en la muestra estudiada son: hacia la calle (en el menor de los casos), pasillo lateral o perimetral, patio interior o lateral, patinejo o greca.

Solo en 3 de los 38 espacios medidos (8%) se cumple el factor de día mínimo de 1,5 normado para viviendas (150 lux) durante la mañana y la tarde. Se trata en estos casos de espacios vinculados con calles principales de secciones de vía mayores de 9 m, aunque con soluciones de ventanas (materiales y colores) diferentes, lo cual indica que las proporciones del espacio exterior resultan más importantes que el tipo de ventana para la iluminación natural interior en estos contextos. En la tercera parte de los casos de estudio no se alcanza el factor de día normado de 1,5 ni en el punto de mayor iluminación. La uniformidad mínima de la iluminación natural, que influye en el bienestar visual y también en el consumo de energía, no se logra en los espacios estudiados, ni siquiera en aquellos donde se cumple el factor de día. De manera general, la percepción de las personas coincide con los resultados de las mediciones.

Es por ello que las soluciones propuestas para nuevos edificios en los lotes largos y estrechos característicos de la zona, están conformadas por volúmenes de dos crujías de profundidad, separados entre sí por verdaderos patios, por lo que la relación del espacio interior con el exterior será siempre directa hacia la calle o hacia un

patio interior semiprivado. Puede ser mediante un balcón, terraza u otro espacio abierto de la propia vivienda, pero nunca por un espacio colectivo de circulación general.

La amplitud de los patios requerida para cumplir el nivel de iluminación natural normados disminuye en la medida que aumenta el ancho del lote y es de 11 m para lotes de 5 m de ancho y viceversa (5 m cuando el lote este 11 m de ancho), con edificios de 4 pisos (Figura 10). Se demuestra que pueden obtenerse condiciones favorables del ambiente interior, en particular en la iluminación natural, con un indicador de Superficie Construida/Superficie de Terreno hasta 0,66 con edificios entre 2 y 4 plantas, manteniendo, sin embargo, altos valores de utilización del suelo (entre 2,1 y 2,3).

Mediante la investigación empírica de la tercera etapa se demostró que es posible el uso de conductos como complemento de la iluminación natural lateral en viviendas en zonas urbanas compactas, al menos de hasta cuatro plantas de altura, así como conductos para la ventilación natural higiénica de los baños. Esto permite priorizar la relación directa con el exterior de los espacios con función principal; disminuir la ocupación del suelo con respecto a las soluciones con patinejos; y evitar las afectaciones a la privacidad visual que estos generan.

También se demostró que resulta imposible garantizar las condiciones ambientales mínimas requeridas en espacios interiores (en lo fundamental en la iluminación natural), manteniendo los actuales COS que predominan en zonas compactas como Centro Habana (0,80-0,85), ni aun sustituyendo los patinejos por conductos especializados de iluminación y ventilación natural. No obstante, en caso de emplearse estos dispositivos, el COS propuesto (0,60) podría elevarse hasta 0,7 como máximo (González, 2000).

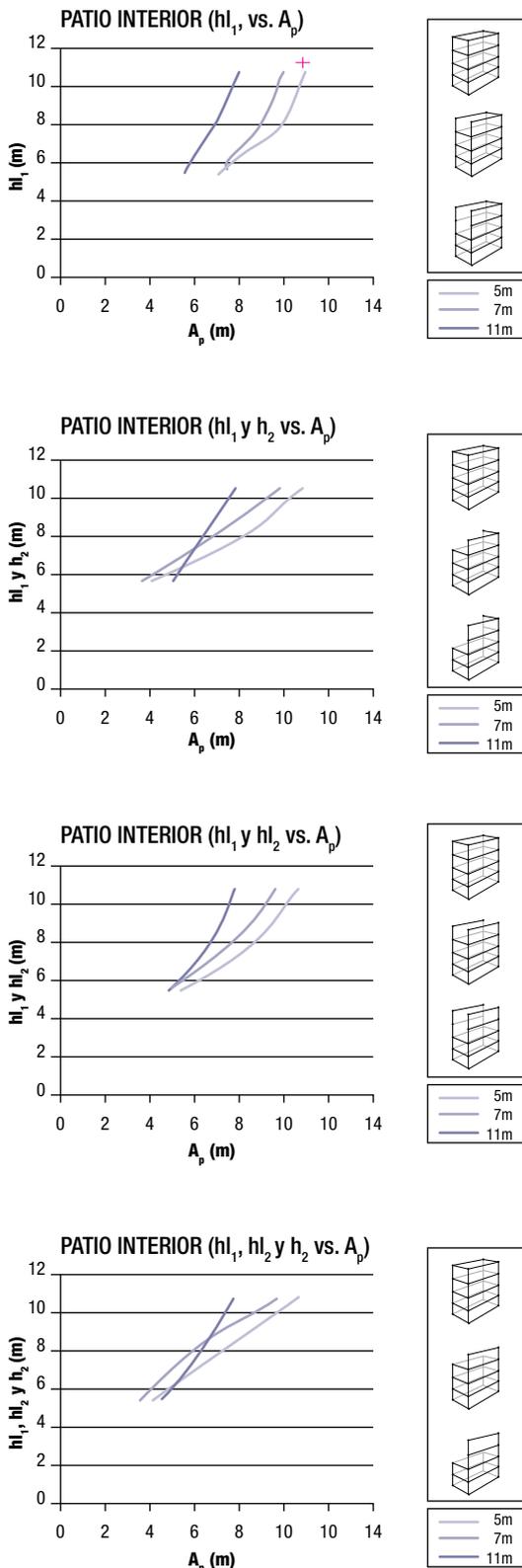


Figura 10. Patios interiores. Amplitudes requeridas de los patios interiores para satisfacer los requerimientos de iluminación natural dependientes de la altura de los volúmenes edificados y el ancho de los lotes.

Fuente: Gómez (2005)

Espacios de transición interior-exterio

Para evaluar la influencia de la solución volumétrico-espacial de los edificios de apartamentos en el ambiente térmico y luminoso interior, se clasificaron los espacios de transición interior-exterio según el tipo en corredores, patios y greca (Figura 11), cuya geometría se caracteriza por un sistema de ángulos que reflejan sus proporciones y la distancia entre la fachada exterior del espacio analizado y la superficie externa vertical frontal del volumen edificado más próximo.

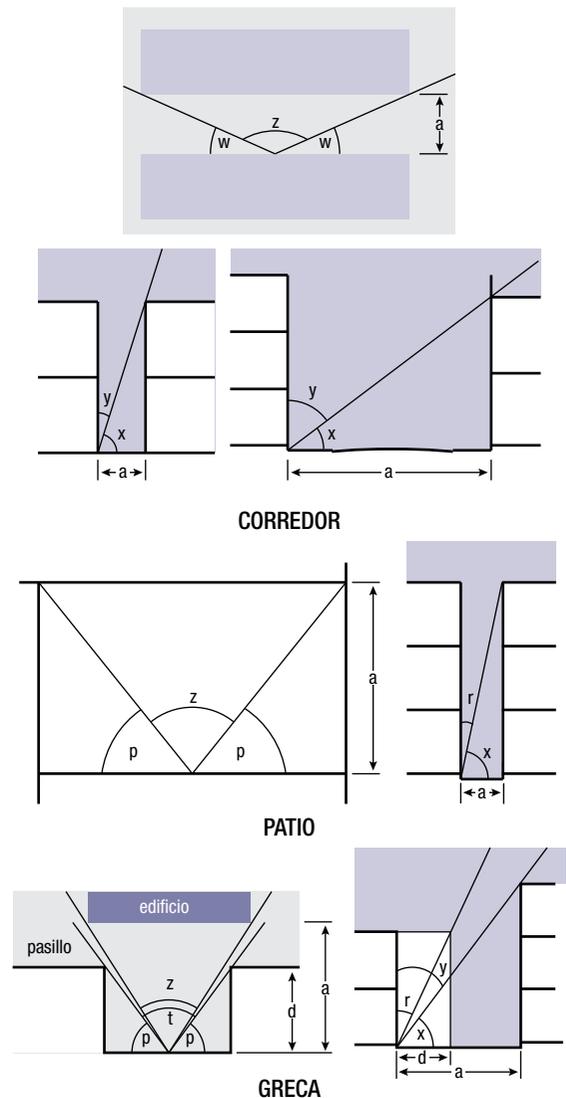


Figura 11. Tipo de espacio de transición: corredor, patio y greca

Fuente: Abreu (2009)

En ninguno de los espacios simulados se satisface el grado de iluminación requerido y en un solo caso se cumple la uniformidad. Los mayores porcentajes de reducción corresponden a los espacios del tipo patio. Espacios de transición con anchos inferiores a 10 m y ángulos verticales superiores a 60° reducen la iluminación interior en un 50 % con respecto a los locales que tributan a un exterior abierto.

Conclusiones

Las soluciones urbanas que presentan COS entre 0,25 y 0,60 m, índice vial de 0,10 a 0,15 y altura promedio entre 2,4 y 4,1 pisos permiten un adecuado aprovechamiento del suelo, a la vez que ofrecen potencialidades para el logro de ambientes interiores apropiados.

La tipología volumétrico-espacial de los edificios de apartamentos puede clasificarse de acuerdo con la relación de las viviendas con la circulación de acceso (pareadas, concentradas y de corredor central o lateral), y según la relación de los espacios interiores con el exterior mediante espacios de transición (corredores, patios y grecas).

Soluciones de diseño arquitectónico que logren un equilibrio entre la economía y la calidad de los edificios de apartamentos pueden lograrse con relación frente/profundidad entre 0,4 y 1,0; perímetro/superficie construida de 0,2-0,35; superficie construida/superficie de terreno entre 0,4 y 0,65; y superficie de circulación general/superficie construida de 0,05-0,2.

Los resultados de la evaluación de la calidad ambiental interior de edificios de apartamentos en La Habana indican la importancia del número de crujías y la conveniencia de evitar el uso de patinejos y tipologías de corredor.

En zonas urbanas compactas es recomendable el empleo de volúmenes edificados de dos crujías de profundidad, separados por patios entre

5 y 11 m de amplitud, en dependencia del ancho del lote y la altura de los edificios. Es posible llegar a una ocupación del suelo de 0,7 si se usan conductos de ventilación e iluminación natural.

Bibliografía

Abreu, D. (2009). *Evaluación de soluciones volumétrico-espaciales de edificios de apartamentos en la ciudad de La Habana mediante simulación automatizada de iluminación natural* (Tesis de diploma inédita). Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.

Armas, R. y Morales, B. (2000). *Estudio de modelos urbanos para zonas residenciales en la ciudad de La Habana*. (Tesis de diploma inédita). Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.

Chiong, Y. y Luaces, Y. (2005). *Evolución tipológica de los edificios multifamiliares en Centro Habana. Comportamiento ambiental*. (Tesis de diploma inédita). Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.

Gómez, H. (2005). *Iluminación natural en nuevos edificios de vivienda en Centro Habana. Simulación automatizada y recomendaciones de diseño*. (Tesis de diploma inédita). Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.

Gómez, R. (2001). *Economía y calidad de los edificios multifamiliares de vivienda en la ciudad de La Habana*. (Tesis de Maestría inédita). Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.

González, D. (2000). Vivienda progresiva en el Centro Histórico de Matanzas. En R. Tapia. (ed.), *Hábitat popular progresivo. Vivienda y urbanización* (pp. 73-82). Santiago: Cyted.

González, D. (junio-julio, 2002). *Light and Ventilation Conduits for Architecture in Compact Urban*

Areas. Conferencia presentada en el World Renewable Energy Congress VII, Colonia, WREC.

González, D. (noviembre, 2003). *Land Use Vs Indoor Environment*. Conferencia presentada en la 20th International Conference Passive Low Energy Architecture, Santiago, PLEA.

González, D. (septiembre, 2006). *Housing Indoor Environment in the Historical Urban Tissue. Study Case: Havana*. Conferencia presentada en la 25th International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Ginebra, PLEA.

González, D. (2009). Medio siglo de vivienda social en Cuba. *INVI*, 24(67), 69-94.

González, D. (febrero, 2013). Influence of Architectural Design on Indoor Environment in Apartment Buildings in Havana. *Renewable Energy*, 50, 800-811.

González, D., Zorrilla, A. y Gómez, H. (2006). *Housing Daylight in Urban Centres. Study Case: Havana*. Recuperado de http://plea-arch.org/ARCHIVE/2006/Vol1/PLEA2006_PAPER821.pdf

Martín, M. y Rodríguez, E. (1998). *La Habana. Guía de Arquitectura*. Sevilla: Junta de Andalucía.