

## Las cubiertas, ¿cubren? Parte I

Ada E. Portero,  
Ricardo  
Machado y  
Daymel Mazón



Provincias en las que se realizó el estudio.

La comunicación que se presenta a continuación menciona resultados parciales de una investigación comenzada por la Facultad de Arquitectura de la Cujae desde 1994. Se aportan datos obtenidos de más de cincuenta trabajos de Diploma, Maestrías y Doctorados que han estudiado algunas soluciones empleadas en los sistemas constructivos de techos y cubiertas en Cuba, las alteraciones más comunes que las ocasionan y sus causas, posibles soluciones a los problemas, durabilidad y malas prácticas en edificios de viviendas desarrollados desde el siglo XVIII hasta el siglo XX. La investigación realizada ha compilado datos de más de cuatro provincias y siete municipios de todo el país. Se valoran las coincidencias y diferencias en los problemas más comunes encontrados en las ochocientas setenta y tres edificaciones de vivienda que se han estudiado.

Palabras clave: conservación, patrimonio.

This paper presents the partial results of an investigation carried out at the School of Architecture at CUJAE since 1994. It gives data obtained from more than fifty research papers that include Diploma, Master and Doctorate theses which have provided different solutions for ceiling and cover building systems in Cuba. This paper also shows the most common causes to the problems of durability, and bad building conditions in dwelling buildings constructed from XVIII to XX century, together with their possible solutions. Through this investigation, data from more than four provinces and seven municipalities have been collected. The most common similarities and differences found in the eight hundred seventy three buildings under study have been analyzed.

Key words: heritage, conservation.

**ADA ESTHER PORTERO RICOL.** Arquitecta. Máster en Ciencias. Doctora en Ciencias Técnicas. Profesora Titular de Tecnología de la Construcción, Rehabilitación y Mantenimiento de Edificaciones. Decana de la Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria José Antonio Echeverría. La Habana, Cuba.

E-mail: adap@arquitectura.cujae.edu.cu

**RICARDO MACHADO JARDO.** Arquitecto. Profesor Instructor de Tecnología de la Construcción, Rehabilitación y Mantenimiento de Edificaciones. Secretario Docente de la Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria José Antonio Echeverría. La Habana, Cuba.

E-mail: rmjardo@arquitectura.cujae.edu.cu

**DAYMEL MAZÓN.** Arquitecto. Trabaja en obras de rehabilitación patrimonial en el Centro Histórico de La Habana, Cuba.

### INTRODUCCIÓN

Sin dudas, la vivienda es la tipología más extendida dentro del fondo construido en cualquier asentamiento humano. Sin embargo es también la que se encuentra en peor estado técnico y un mayor grado de deterioro por la falta de mantenimiento o por intervenciones constructivas inadecuadas.

Los techos y cubiertas son los elementos constructivos más afectados hoy en día por la falta de estanqueidad, el uso inadecuado y el deterioro por la antigüedad de los elementos o la falta de mantenimiento.<sup>1</sup>

Algunos autores han profundizado sobre este problema que ha sido tema de investigación a lo largo de más de dos décadas por la Facultad de Arquitectura, tanto en pregrado como en sus cursos de posgrado.<sup>2-4</sup>

En la actualidad se están realizando diferentes planes de viviendas en el país, donde las soluciones de las cubiertas y entresijos no son satisfactorias y en un período corto de tiempo, muy inferior al de su vida útil, comienzan a presentar problemas, principalmente filtraciones.

En las viviendas existentes que han sido intervenidas, tanto por los propietarios como por el Estado, en muchas ocasiones los resultados no han sido efectivos debido a:

- Desconocimiento de las acciones y (o) proyecto adecuados para realizar la intervención.
- La no utilización de las normas vigentes para techos y cubiertas.
- El empleo de materiales no compatibles en las soluciones de impermeabilización.
- Alteración del funcionamiento de la cubierta debido a una inadecuada intervención.
- La selección de un sistema de impermeabilización más económico inicialmente pero que requiere un mayor mantenimiento y posee una menor vida útil lo cual, a largo plazo, encarece la solución.
- La incorporación de nuevas e inadecuadas funciones (viviendas, palomares, gimnasios) no contempladas inicialmente en el diseño de la cubierta.

Desde tiempos remotos se considera a la cubierta el elemento constructivo de cerramiento más importante. Se ubica en la parte superior de la obra para protegerla de los agentes externos, principalmente de la radiación solar y la penetración de la lluvia. Es imprescindible que cumpla una serie de parámetros como la estanqueidad, aislamiento térmico, resistir las dilataciones y contracciones derivadas de su ubicación a la intemperie y ser lo suficientemente resistente para soportar los efectos del viento. Las cubiertas al presentar problemas deterioran rápidamente otros elementos constructivos lo cual demuestra su importancia para la conservación del espacio construido.

La clasificación de las cubiertas difiere según los diferentes autores. Esta organización está dada por la gran variedad de características, tanto estructurales, funcionales como estéticas, que constituyen parámetros para su clasificación.

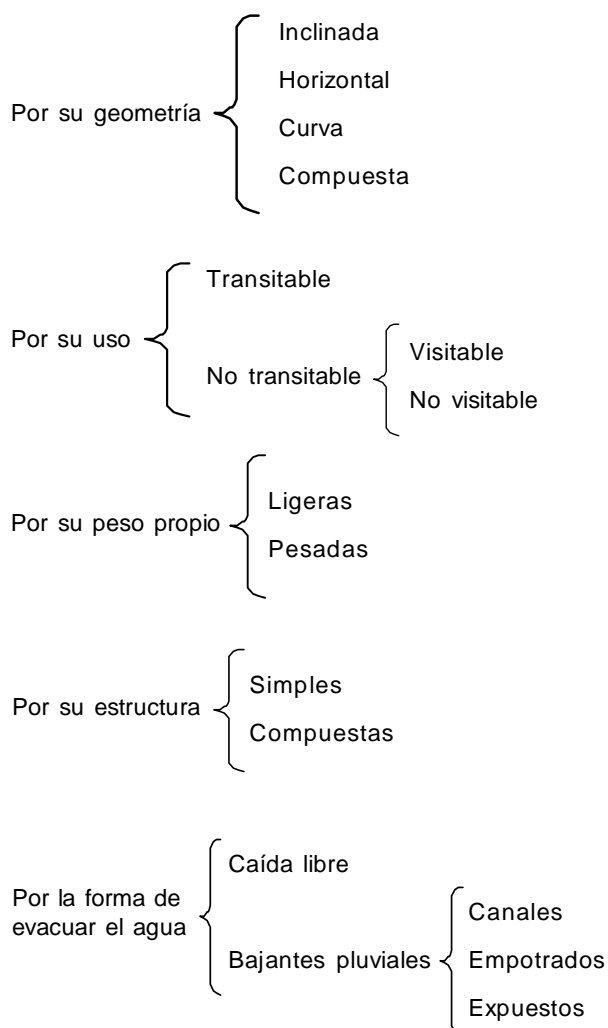
En este trabajo se aporta una clasificación que involucra las propuestas de los autores estudiados que se relacionan en el texto, pero que tiene a su vez, características propias que las identifican y propone ajustes necesarios para esta investigación. Se utiliza un grupo de parámetros funcionales como son la estructura, el uso y la forma de evacuar el agua; y otro grupo de parámetros morfológicos, geometría, materiales que lo componen y peso.

La mayoría de los autores, concuerdan en su clasificación en algunos parámetros de igual manera como puede ser por su forma geométrica. Sin embargo, se agrega a los tres tipos comunes de cubierta: inclinada, horizontal y compuesta, las curvas que se consideran por muchos autores como un ejemplo de mixta. Sin embargo, la complejidad geométrica de estas, su amplia utilización y variedad de soluciones obliga a considerarla como un grupo independiente, y no como un subgrupo.

En cuanto a la clasificación que sigue la forma de evacuar las aguas, algunos autores clasifican las cubiertas según la caída libre, las de tragantes empotrados o expuestos, las de canales y gárgolas. No obstante, las gárgolas son una solución que combina canales para la recolección de las aguas evacuadas al final por la acción de la gravedad a través de las aberturas en los muros, por lo que este subgrupo se integra a la clasificación de evacuación de las aguas por canales.

#### CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS CUBIERTAS

Las cubiertas se clasifican por su geometría, uso, peso específico, estructura y forma de evacuar el agua de la siguiente forma:



<sup>1</sup> Ada E. Portero: "Recomendaciones para la conservación de los sistemas constructivos de entresijos y cubiertas que se desarrollaron desde el siglo XVII hasta el siglo XIX en las edificaciones de viviendas del Centro Histórico de La Habana". Tesis para la obtención del grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas, Tutor: Dr. Arq. Rubén Bancroff, Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana, septiembre 2000. pp. 5 y 6.

<sup>2</sup> Adalberto Montesino: "Propuestas de soluciones de cubiertas inclinadas aplicables a edificios de vivienda". Trabajo de Diploma. Tutor: Arq. José M. Rodríguez Matienzo, Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana, año 1988.

<sup>3</sup> Gustavo Maure; E. Toledo; A. Díaz: "Impermeabilización de cubiertas".

<sup>4</sup> Marieta, Llanes: "Método de evaluación de soluciones constructivas para viviendas. Caso de estudio. Inserción de edificios de viviendas en zonas compactas de Ciudad de la Habana". Tesis para la obtención del grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas, Tutor: Dr. Arq. José Flores, Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana.

Los criterios específicos sobre esta clasificación y la fundamentación del mismo se pueden encontrar en uno de los trabajos de diploma,<sup>5</sup> que se ofrecen en la bibliografía de este documento en la Parte 2. Además, en este trabajo se aportan, de forma detallada, muchos de los datos que se mencionan, pero que por ser un resumen apretado de toda la investigación realizada, no es posible especificarlos todos.

### Breve evolución de las cubiertas en Cuba

Las primeras cubiertas realizadas por los aborígenes y los colonizadores eran inclinadas, simples, no transitables y ligeras, conformadas por guano que evacuaban la lluvia por caída libre. En el siglo XVII las cubiertas reciben la influencia de las tipología sevillana y se sustituye el guano por la teja de cerámica, primero curva y luego plana, pero las cubiertas continuaron siendo inclinadas, no transitables y ligeras, aunque se complejizan por el conjunto de elementos que conforman las armaduras de madera. La evacuación de las aguas se

hace por bajantes expuestos para recolectarlas para uso doméstico.

En el siglo XIX surgen las cubiertas de viga y tablazón y viga y losa por tabla las cuales existen hasta la actualidad. Estas cubiertas son planas, transitables, pesadas, complejas, la evacuación de las aguas será inicialmente por bajantes expuestos que posteriormente serán empotrados.

Comenzado el siglo XX coexisten todos los tipos de cubiertas. A principios de siglo proliferan las cubiertas planas de viga y losa y hormigón armado, las cuales sean transitables o no, transitables-visitables, pesadas, complejas que evacuan el agua de las diferentes formas expuestas con anterioridad. A mediados del siglo se desarrollan cubiertas curvas: bóvedas y paraboloides hiperbólicos de hormigón. Paralelamente se mantienen las cubiertas inclinadas con materiales ligeros con planchas metálicas y plásticas que evacuan el agua por caída libre. En este período surgen las láminas de fieltros saturados y una amplia variedad de productos como mantas, resinas y pinturas que serán utilizados como impermeabilizantes.



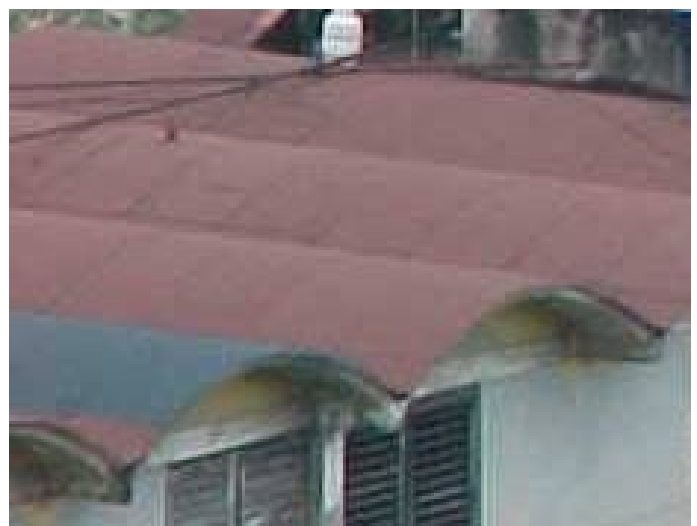
Batey aborígen.



Cubierta no transitable no visitable. (Foto de los autores)



Viga y tablazón.



Losa curva de hormigón.

### Sistema de soporte

Se define como soporte al elemento o elementos estructurales encargados de recibir las cargas del sistema de impermeabilización y transmitirla a los muros o columnas trabajando como un sistema, llamado sistema estructural.

La clasificación de los sistemas de soporte también es diversa, aunque los autores coinciden en clasificarlos por su forma estructural. (L. López; A. Ayala; A. Álvarez; A. Portero). En todos los casos se clasifican los sistemas de soportes en tradicionales donde se incluyen los entramados de vigas, excluyendo las viguetas y bovedillas y el sistema LAM. Estos dos tipos de soportes son incluidos en la clasificación dentro de entramados de vigas por ser soluciones que cumplen los conceptos de este tipo de funcionamiento, pero son producidos con hormigón armado.

En el caso de las losas curvas se añade la solución con bloques de suelo cemento, utilizados en varios asentamientos de bajo costo para construir bóvedas. Igualmente en el trabajo se aporta la clasificación de los soportes constructivos, pues en lo adelante ayudará a la mejor comprensión de la organización que se hace del estudio, así como para integrar según la necesidad de esta investigación las diferentes clasificaciones de los autores que se mencionan.

### Sistemas de Impermeabilización

Son los sistemas encargados de cumplir las funciones de protección y estanqueidad para proteger del agua, el viento, la radiación solar o la humedad.

Los tipos de sistemas se clasifican de diferentes maneras atendiendo al tipo de material y al tipo de adherencia al soporte. Los diferentes autores consultados clasifican los sistemas de impermeabilización de acuerdo con parámetros muy variados. (J. Rodríguez; L. Pérez; P. González.; G. Maure.). En general todos los autores coinciden en identificar dos grandes grupos, los productos bituminosos y los no bituminosos.

Para la clasificación de los sistemas de impermeabilizante se tomaron los criterios de adherencia del producto al soporte, el estado del material a aplicarse y la composición de producto impermeabilizante. En este trabajo se aporta también una tabla con la clasificación que se asume en la investigación realizada para facilitar el entendimiento y finalmente la organización de los tratamientos que se proponen.

Todas las tablas con las clasificaciones y organización preliminar que se muestran son importantes para tener en cuenta en los análisis posteriores de los deterioros y sus causas. A partir de la violación del comportamiento de cada una de las partes o elementos que conforman la edificación, es que aparecen los deterioros de forma precoz en el mismo. De ahí, el valor de conocer cada elemento, su forma de trabajo, y características generales para emplearlo en el proyecto de obra nueva o renovación de que se trate.

### Condiciones climáticas

La mayor parte de Cuba presenta un clima cálido tropical estacionalmente húmedo, con influencia marítima y rasgos de semicontinentalidad. En el país se reporta también la presencia de otros tipos climáticos como en las zonas más altas de los principales sistemas montañosos o el observado en la franja costera sur de las provincias de Santiago de Cuba y

Guantánamo, el cual clasifica como tropical relativamente seco con pocas lluvias.

### CLASIFICACIÓN DE LOS SOPORTES CONSTRUCTIVOS

Los soportes constructivos se clasifican por entramado de vigas, losa plana, losa nervada y losa curva.

Entramado de vigas	{	Armadura de madera
		Viga y tablazón
		Losa por tabla
		Viga y losa
		Vigueta y bovedilla
		Sistema LAM
Losa plana	{	Losas hormigonadas in situ
		Losas canal de ferrocemento
		Losas prefabricadas
Losa nervada	{	Sistema Lift-slab
		Sistema girón
Losa curva	{	Losa de hormigón armado
		Bóveda de suelo cemento

La acción de los agentes atmosféricos actúa directamente sobre la durabilidad y funcionamiento de las cubiertas. "La ubicación de las cubiertas (al exterior de los edificios) hace que las mismas constituyan elementos afectados intensamente por los agentes del intemperismo".<sup>6</sup>

El comportamiento de los agentes atmosféricos describe las condiciones predominantes en una región o lugar, estas condiciones están determinadas por el conjunto de acciones combinadas de todos los fenómenos meteorológicos que

<sup>5</sup> Liudmila López y Osmany Bedevía: "Compatibilización de los sistemas de impermeabilización tradicionales con algunos materiales que se introducen en el país". Trabajo de Diploma. Tutores Dra. Arq. Ada Portero y MSc. Arq. Ayán Díaz de Villalvilla, Facultad de Arquitectura, ISPJAE. La Habana, octubre. 1998. p. 2.

<sup>6</sup> Isolina Vallejo; Diana Reyes: "Tendencias actuales en la explotación y mantenimiento y reparación de cubiertas construidas con sistema I.M.S., Gran Panel y SP-79". Trabajo de Diploma, Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana, 1986

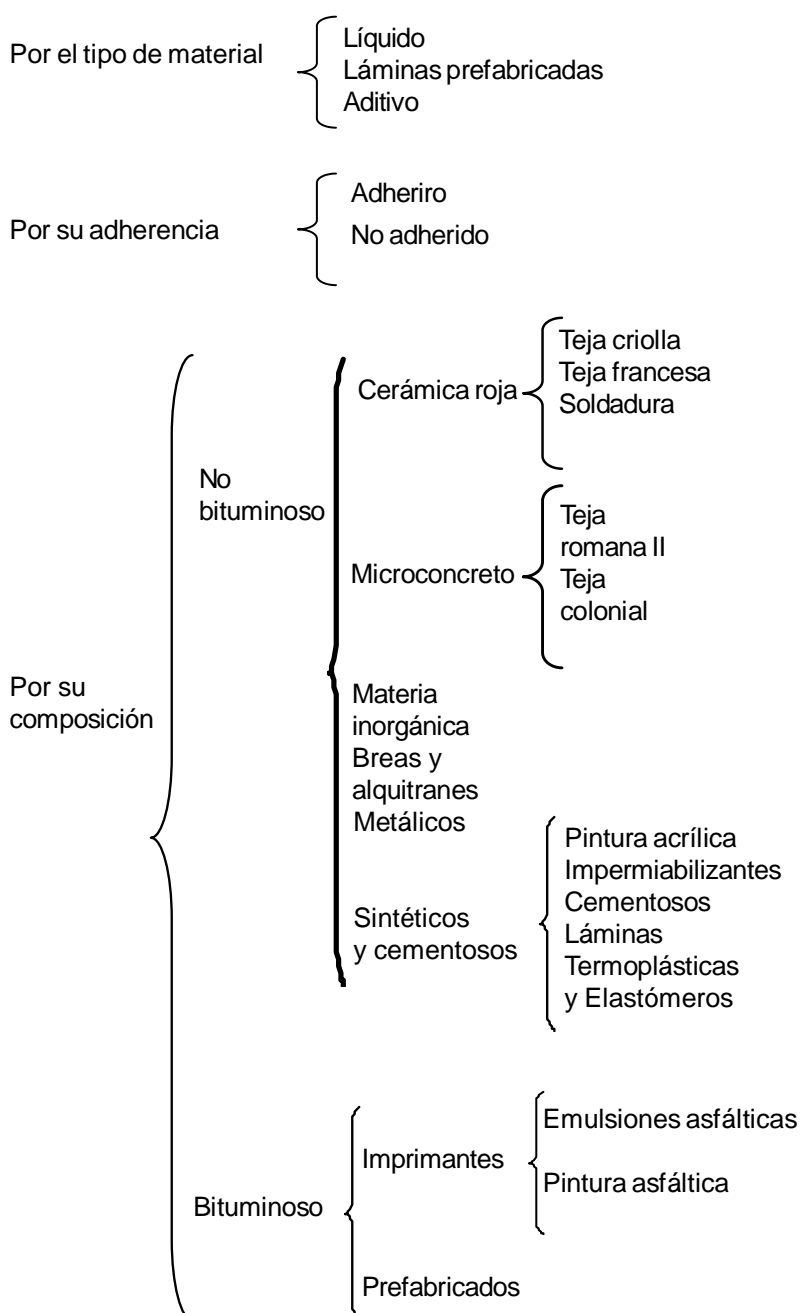
actúan sobre la atmósfera en un momento y lugar, su frecuencia, regularidad con que ocurre y distribución en las diferentes épocas.<sup>7</sup>

Las variantes climáticas que influyen en la conservación de los edificios son:

1. Precipitaciones.
2. Humedad.
3. Temperatura.
4. Viento.
5. Radiación solar.

#### CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

Los sistemas de impermeabilización se clasifican por tipo de material, adherencia y composición.



## 1. Precipitaciones

Se define como precipitación: "...el agua procedente de la atmósfera, y que en forma sólida (como el granizo y la nieve) o líquida (como el agua nieve y la lluvia) se deposita sobre la superficie de la tierra".<sup>8</sup>

En Cuba se definen dos períodos, uno de lluvias intensas (desde mayo a octubre) y otro seco (desde noviembre a abril). Conocer el dato de las precipitaciones es necesario para un adecuado diseño de la solución de evacuación de las aguas, fundamentalmente en cubiertas planas. Para ello se deben obtener datos totales de lluvia caída cada mes del año y evaluar la cantidad máxima para un período de veinticuatro horas.

Los mayores volúmenes de lluvia están asociados a algunos de los fenómenos meteorológicos más importantes (ciclones tropicales, frentes fríos, ondas tropicales, etcétera) o tienen su origen en el calentamiento diurno, ocurriendo casi siempre en horas de la tarde en forma de episodios de corta duración. En presencia de sistemas meteorológicos de gran escala pueden producirse períodos de grandes lluvias, sobre todo en los meses de mayo-junio y septiembre-octubre. Las precipitaciones "pueden llegar a 250 mm en los meses húmedos".<sup>9</sup>

## 2. Humedad

La humedad es "el contenido de agua que existe en la atmósfera como resultado de la evaporación de las superficies de agua, la humedad del terreno y la transpiración de las plantas...". La humedad del aire se expresa en humedad relativa, humedad absoluta, humedad específica y vapor de agua.

### Humedad relativa

"Es la relación entre la humedad contenida en un volumen dado de aire y el máximo contenido de humedad posible a esa temperatura." Se considera saturado cuando la humedad es del 100 % (cuando el volumen de aire tiene todo el vapor de agua que soporta). En Cuba la humedad relativa oscila entre "un 30 y 50 % al mediodía y un 90-100 % en la madrugada".<sup>10</sup>

La humedad relativa alcanza sus valores máximos en octubre y los valores mínimos en abril.

Los valores diarios de humedad alcanzan casi el punto de saturación (100 %) al final de la madrugada. Los valores mínimos se logran en las horas del mediodía entre 30 y 40 %.

Actualmente con el cambio de costumbres y la introducción de numerosos equipos electrodomésticos en la vivienda, se crea un micro ambiente diferente que puede favorecer la humedad por condensación.<sup>11</sup>



### Presión de vapor

"Es la proporción de la presión atmosférica total que se debe únicamente al vapor de agua, variando desde una presión de 15-20 (o incluso más) milibares en regiones tropicales calida-húmedas. "

### 3. Temperatura

La temperatura está "determinada por la velocidad con que se calienta y se enfría la superficie de la tierra, variando apreciablemente de las zonas en sombra y las situadas al sol; de los terrenos con hierbas o pavimentados a los asfaltados. Para su análisis se obtienen los valores medios de las máximas y mínimas mensuales los que indican las variaciones diarias (entre el día y la noche)". En Cuba oscilan entre 5-10 °C.

La temperatura alcanza sus mayores valores en los meses de julio y agosto, los valores inferiores ocurren enero y febrero. En enero las temperaturas oscilan entre 25 y 26 °C en la costa sur de la región oriental. En el resto los valores oscilan entre 20 y 22 °C. En los meses de julio y agosto las temperaturas en el occidente y centro de la Isla se encuentra entre los 28 y 30 °C, en la zona oriental los valores superan los 32 °C.

Las variaciones diarias entre máximas y mínimas son de 14 °C aproximadamente.

### 4. Viento

Es el aire en movimiento. "Se considera un parámetro variable muy inestable, que fluctúa en cuestión de minutos o de horas, produciéndose cambios en su dirección según las condiciones atmosféricas. La variabilidad de este se expresa en dependencia de los parámetros velocidad, dirección (refiriéndose a la dirección de donde provienen) y variación probable (diaria o estacional) de los vientos predominantes. Además de forma diferente según la altura y la ubicación de los edificios".<sup>12</sup>

En Cuba imperan los vientos de componente este. De noviembre a abril predominan rumbos del primer cuadrante, debido a la influencia de los sistemas meteorológicos de la temporada invernal; mientras que en el verano los vientos giran más al sudeste, sobre todo con el retraimiento de la cuña anticiclónica. Las velocidades máximas del viento ocurren al paso de los frentes fríos, ciclones extratropicales, tormentas locales, huracanes, entre otros fenómenos. De interés resultan también los sistemas de vientos locales, con la presencia de un cinturón central convectivo y la influencia costera de las brisas de mar y tierra, que se refuerzan o debilitan en dependencia del flujo predominante del viento. La orografía es el factor de transformación fundamental del régimen normal del viento local. La influencia anticiclónica es mayoritaria durante todo el año, con valores más elevados y mayores gradientes de presión en los meses de invierno.

### 5. Radiación solar

La radiación solar es la energía radiante emitida por el Sol que llega a la superficie terrestre. "Está considerada como el factor dominante de todos los períodos climáticos por constituir la mayor fuente de energía de la tierra. En dependencia del emplazamiento geográfico, la altura y las condiciones climáticas, la radiación solar tendrá grandes variaciones.

Existen cuatro formas en las que puede influir la transferencia de calor por radiación sobre los edificios:

- Radiación directa del sol.
- Radiación difusa proveniente del cielo.
- Radiación reflejada en terrenos cercanos.
- Radiación producida por el calentamiento de terrenos y objetos próximos a la edificación.<sup>13</sup>

Por su posición geográfica, Cuba se encuentra situada en una latitud muy próxima al Trópico de Cáncer, lo que condiciona la recepción de altos valores de radiación solar durante todo el año. La radiación dura de once a trece horas diarias. La magnitud disminuye a medida que se aleja de la costa, alcanzándose el mínimo en las montañas. El promedio diario en la Isla es de diez horas diarias.

Es imprescindible en cada proyecto que se diseñe tener en cuenta las condiciones climáticas características para su zona de emplazamiento, pues cada microambiente diferente interactúa de forma particular. Son fundamentales en la selección del diseño y el material para cada cubierta estos criterios.

Se llama la atención, pues en estudios realizados sobre el empleo de materiales y sistemas de impermeabilización o soportes en Cuba, y su funcionamiento, se ha detectado la no adaptación de algunos a las condiciones de nuestro clima resultando inadecuados en cuanto a eficiencia y durabilidad de las soluciones.<sup>14</sup>

### Condiciones para el buen funcionamiento de las cubiertas

Las cubiertas para poder cumplir sus funciones de cierre superior de las edificaciones y su aislamiento y protección de los agentes externos deben cumplir una serie de parámetros como:

1. La estanqueidad.
2. La resistencia mecánica.

<sup>7</sup> Liudmila López y Osmany Bedevia: Ob. Cit. p.19.

<sup>8</sup> Precipitación." Microsoft® Encarta® 2006 [DVD]. Microsoft Corporation, 2005.

<sup>9</sup> Luis Delgado y Eduardo Hernández: *Diseño urbano para urbanización de bajo coste*. ONG. SUR, España, 1993. p. 17.

<sup>10</sup> Lucrecia Pérez: "Criterios sobre microambiente a escala urbana y en locales específicos de edificaciones".

<sup>11</sup> Luis Delgado y Eduardo Hernández: Ob. Cit. p. 18.

<sup>12</sup> Lucrecia Pérez: Ob. Cit. p. 20.

<sup>13</sup> Ídem.

<sup>14</sup> INV, informe vivienda 2004, 2005 y MICONs, Comité de Impermeabilización, Documento de trabajo en fotocopia 2005, 2006.

3. El aislamiento (térmico, acústico e hidrotérmico).
4. Incombustibilidad.
5. Seguridad.

### 1. La estanqueidad

La estanqueidad consiste en la propiedad de evitar la penetración del agua por la cubierta hacia el interior. Para ello "debe asegurarse la impermeabilización en las zonas de unión al soporte y con los muros de cerramientos por ser estos puntos vulnerables".<sup>15</sup>

Para lograr esta adecuada protección contra el agua y la humedad se deben seguir una serie de factores como:

- Una rápida evacuación de las aguas.
- No acumulación de estas a una cota mayor de la 0,00 del edificio.
- Evitar las juntas abiertas, las fisuras o la porosidad en las superficies de protección.
- Especificar en todo caso las exigencias de uso, frecuencia de revisión, mantenimiento, reparación y sustitución.<sup>16</sup>

### 2. Resistencia mecánica

Es la resistencia mecánica la propiedad de soportar cualquier acción ejercida por agentes externos como "acciones dinámicas, estáticas y eólicas" o las deformaciones en los elementos de la cubierta producto del propio peso y las sobrecargas.<sup>17</sup>

### 3. El aislamiento (térmico, acústico e hidrotérmico)

El aislamiento es la acción o efecto de aislar. En el caso de las cubiertas debe proteger principalmente de las temperaturas, el ruido y la humedad.

El aislamiento térmico es "el encargado de limitar la transmisión de temperatura a través de una masa".<sup>18</sup> La utilización de determinadas soluciones de impermeabilización pueden definir el mayor o menor grado de aislamiento térmico que presenten los espacios interiores de la edificación.

El aislamiento acústico determina la protección "a los ruidos aéreos o de impactos según la función que realicen."

La propiedad de evitar que "se originen humedades por condensación en la superficie o el interior de la masa del soporte"<sup>20</sup> es lo que se conoce como aislamiento hidrotérmico".

### 4. Incombustibilidad

Los materiales que conforman la cubierta deben ser resistentes al fuego definiendo en las normas su composición y espesores.

### 5. Seguridad

En el caso de las cubiertas transitables o no transitables-visitables por el régimen de explotación a que son sometidas requieren de protecciones como barandas o muros con una altura que impidan accidentes.

### Otros aspectos generales

El diseño es una etapa muy importante dentro del ciclo de vida de la edificación de forma general y de manera particular para las cubiertas, pues en esta etapa se establecen los parámetros de funcionamiento, eficiencia y durabilidad, a partir de la selección o definición de los materiales y los demás elementos o indicadores que intervienen en el comportamiento de las partes.

Desde la etapa de diseño se debe tener en cuenta las condiciones de trabajo, y mantenimiento, tanto preventivo como sistemático de las cubiertas para favorecer la eficiencia y durabilidad.

Para mayor profundidad en el estudio de estos indicadores y su influencia en el ciclo de vida de las edificaciones, se pueden consultar los trabajos realizados para optar por el grado de Doctor en Ciencias de los especialistas Dr. Arq. Pedro Tejera, Dr. Arq. Lucrecia Pérez, Dr. Arq. Obdulio Coca, Dr. Arq. Gabriela Pettersen, Dr. Arq. Ada Esther Portero, Dr. Arq. Idannis Monteagudo, Dr. Ing. Maria Luisa Rivada, Dr. Ing. Odalys Rodríguez.

Para realizar un análisis de la durabilidad y costo de las distintas soluciones de impermeabilización es necesario primeramente definir una serie de conceptos.

La **durabilidad** según el *Diccionario de Real Academia Española* se define como la cualidad de durar mucho. Sin embargo, para la arquitectura la **durabilidad** es un "término que se emplea en el ciclo de vida de los materiales y productos que incluye desde la fase de proyecto hasta la demolición y el reciclaje, se trata de una estrategia técnico-económica para evitar desperdicios, ahorrar recursos materiales y energéticos".<sup>21</sup>

Relacionado con este concepto está el de **vida útil** que es "el número de años en que el inmueble presta servicio según la función para la cual fue diseñado con plenas garantías de estabilidad constructiva".

Los elementos componentes poseen una **durabilidad natural** definida como "rango de durabilidad de los elementos sin acciones constructivas especiales o reparaciones, ciclo de vida útil del material, elementos o componente, sin considerar acciones adicionales de mantenimiento sistemático recomendado en caso".

En el *DRAE* se define **costo** como "la cantidad que se da o se paga por algo" en este caso sería por los materiales, la mano de obra, el equipamiento entre otros gastos.

La **eficiencia** "está relacionada con eficiente, eficaz, que produce el efecto que se desea", según *DRAE*. "En cuanto a las soluciones constructivas se pueden relacionar como soluciones eficientes las que cumplen los requisitos o parámetros para lo que fueron creadas, debiendo evaluarse los mismos para poder constatar el rango de la eficiencia de la solución".<sup>22</sup>

Los materiales de construcción poseen diferente vida útil. Principalmente dado por la calidad de estos materiales

existen variaciones importantes entre los producidos hasta inicios de los años 90 del siglo XX y posteriormente dado principalmente por la calidad de sus componentes.

A continuación se muestra los distintos elementos componentes y su vida útil a partir de una compatibilización de los diferentes autores que han abordado este tema como son el ingeniero Manuel Babé, la doctora arquitecta Ada Portero, la arquitecta Jacqueline Domínguez, y los arquitectos José Rodríguez y Oscar Hernández.<sup>23-26</sup>

### Vida útil de los elementos componentes

Elementos componentes	Vida útil	
	Elementos anteriores a 1990 (años)	Elementos posteriores a 1990 (años)
Cubierta de viga y tablazón	60 - 80	50 - 60
Vigas y tablas de madera	100	50 - 60
Cubierta de losa por tabla	80-100	50-60
Cubierta de viga y losa	50-70	
Tejas criolla	50-60	10-25
Tejas francesas	35	33
Soladura	40-60	15-20
Instalaciones hidráulicas. Conductos	30-60	
Instalaciones sanitarias. Conductos	30-60	
Mortero de juntas	30-40	10-15
Mortero de asiento	30-40	10-15
Impermeable cementoso	5	2-3
Lamifal	12	
Enrajonado	90	10-20
Fieltro bituminosos	5-10	
Laminas de asbesto cemento	22,5	
Viguetas y bovedilla	40-50	
Losas y vigas de hormigón	80-85	70-80
Pinturas impermeables	3-5	

En esta parte introductoria se han abordado de forma general algunos criterios y conceptos tenidos en cuenta

durante toda la investigación realizada, de forma muy sintética, y que se podrán profundizar en los documentos que se ponen a disposición en la bibliografía según el interés específico de cada especialista.

### Cierre de la Parte I

En esta primera parte del documento se han ofrecido las generalidades y la introducción de la comunicación que se está poniendo en manos de los especialistas que lo consulten.

En la segunda parte de este trabajo se ofrecerá el desarrollo del documento. Se brindarán todos los datos sobre el diagnóstico técnico y los resultados de forma explícita sobre las ochocientos setenta y tres edificaciones de vivienda estudiados en los siete municipios de las cuatro provincias del país identificadas. También se hará un análisis crítico de los tratamientos inadecuados que se realizan y las pérdidas que se ocasionan, pormenorizando el porqué no se deben seguir empleando y qué hacer en su lugar. Todo el estudio se apoya en esquemas, gráficos, fotos, mapas, que se brindan de forma general en este documento.

Cuando se habla de cubierta en este trabajo, se refiere al último nivel de cobertura o cubrición de un inmueble. Se incluye el sistema de impermeabilización afín o utilizado en cada caso. Cuando se divide, para facilitar su estudio con caracteres específicos, se refiere: soporte constructivo de cubierta y sistema de impermeabilización, como partes independientes que forman un sistema que funciona como un ente coherente, la cubierta. Se hace esta aclaración para no traer dudas a los lectores pues existen muchos manejos diferentes en este campo. En la segunda parte se relacionará la bibliografía consultada.

<sup>15</sup> Liudmila López y Osmany Bedevia: Ob. Cit. p. 25.

<sup>16</sup> José Rodríguez, Oscar Hernández, José Flores y Ada Portero: *Manual informativo sobre diseño constructivo e impermeabilización de cubiertas*, Manuscrito sin editar, 1989, p. 25.

<sup>17</sup> Liudmila López y Osmany Bedevia: Ob. Cit. p. 20.

<sup>18</sup> Ídem. p.6.

<sup>19</sup> Ídem. p.6.

<sup>20</sup> Ídem. p.6.

<sup>21</sup> Ada Portero: Ob. Cit.

<sup>22</sup> Ídem.

<sup>23</sup> Manuel Babé: "Mantenimiento y rehabilitación de Edificios" ISPJAE

<sup>24</sup> Ada Portero: Ob. Cit.

<sup>25</sup> Jacqueline Domínguez: "Recomendaciones para el mantenimiento preventivo y la reparación de entresijos y cubiertas de madera. Caso de estudio: viviendas de la Habana Vieja". Trabajo de Diploma. Tutora: Dra. Arq. Ada Portero, Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana, Julio 2002.

<sup>26</sup> José Rodríguez, Oscar Hernández, José Flores y Ada Portero: Ob. Cit.