



Catálogo de soluciones para viviendas
tipología III ante el viento. Tesis de diploma:
Mario C. Carbajo y Yosiel Ledesma 2012

Obdulio Coca Rodríguez

Protección ante el viento de techos de asbesto cemento en viviendas

Wind Protection of Asbestos- Cement Roofs in Houses

RESUMEN: Los techos ligeros, principalmente los de asbesto cemento, han tenido un uso extendido en Cuba, en naves industriales, almacenes, facilidades temporales y sobre todo en lo que este trabajo centra su atención: las viviendas unifamiliares de una sola planta. Estas cubiertas presentan, en general, altos índices de daños por el efecto de los vientos extremos, provocados por ciclones y tornados. Se presenta un estudio del comportamiento del viento sobre estas edificaciones, identificación de las zonas del techo de mayor susceptibilidad y propuestas de soluciones que pueden contribuir a incrementar su resistencia ante los vientos extremos, adicionales a las establecidas en las normas de construcción y montaje para techos de asbesto cemento.

PALABRAS CLAVE: techos ligeros, asbesto cemento, soluciones constructivas, ciclones tropicales y tornados.

ABSTRACT: Light roofs, especially those made of asbestos-cement have been widely used in Cuba. Their use includes a wide range of building types, such as industrial facilities, warehouses, temporary facilities and that which is the focus of this paper: the one-story single-family home. These coverings have a high incidence of damage as a result of high winds produced by hurricanes and tornadoes. This paper presents a study of how the force of the wind acts on these buildings, the identification of points on the roof more susceptible to damage and a proposal of solutions - in addition to stipulations in the building code on the assembly of these roofs - to increase their resistance.

KEYWORDS: light roofs, asbestos-cement, constructive solutions, tropical cyclones and tornadoes.

RECIBIDO: 16 agosto 2020

APROBADO: 1 noviembre 2020

Introducción

La utilización del asbesto cemento como material para techos de viviendas ha sido un tema controvertido y cuestionado. Se alude a su poca resistencia ante el impacto de los vientos extremos; a que es un material que ocasiona problemas de confort térmico en el interior de la vivienda; especialmente en un país localizado en una zona de alta recurrencia de ciclones tropicales, de clima cálido-húmedo, donde son frecuentes las altas temperaturas a lo largo de todo el año. Se cuestiona también el uso de este material, por las propiedades tóxicas cancerígenas de las fibras de asbesto, especialmente durante la perforación, el corte y la fractura en los procesos de montaje y ante el impacto de los fuertes vientos y proyectiles arrastrados por estos. Sin embargo, su ligereza, facilidad y rapidez de montaje, bajo costo y disponibilidad para su adquisición en caso de rotura por eventos naturales, propicia y justifica la amplia extensión de su uso en naves industriales, almacenes, facilidades temporales para obras de construcción y en viviendas.

Según el Censo de población y viviendas¹, de un total de 3 620 152 de las casas y apartamentos en Cuba, tanto en zonas rurales como urbanas, 1 650 491 tienen techos ligeros que representan 46% y 788 770 son de láminas de asbesto cemento para un 22 %.

El cambio hacia un techo pesado representaría una gran inversión, de ahí que en el presente trabajo se propongan soluciones más económicas que incrementen la resistencia de los techos de asbesto cemento existentes ante el efecto de los fuertes vientos.

En Cuba las viviendas construidas con techos ligeros² se clasifican como tipología constructiva III o IV en dependencia de si los muros de cierres exteriores están contruidos con ladrillos, bloques de hormigón o madera. Estas características constructivas, así como la calidad con que se ejecutan, las hacen más vulnerables ante los fuertes vientos.

Otro aspecto que incrementa los daños sobre este tipo de vivienda es su inserción en los asentamientos poblacionales utilizando la tipología arquitectónica de vivienda aislada.

La capacidad de resistencia de estos techos ha sido motivo de preocupación e investigación en diferentes momentos. Por ejemplo, en el año 1985 el huracán Kate de categoría 3, que recorrió las provincias desde Camagüey hasta La Habana, afectó miles de viviendas y objetivos económicos con cubiertas de asbesto cemento, a partir de lo cual se realizó un estudio de las causas que originaron la rotura de las mismas con énfasis en los problemas constructivos. [1]

La Universidad Tecnológica de la Habana no ha estado ajena a estas investigaciones. En una entrevista realizada al Doctor en Ciencias Carlos Llanes Burón, director del Centro de Estudios de la Construcción y Arquitectura Tropical (CECAT), el especialista expuso, como resultados de los estudios realizados, los problemas de la calidad de los techos de asbesto cemento, entre ellos, el incumplimiento de las normas, la falta de preparación de la fuerza constructiva, el uso no adecuado de los materiales requeridos, así como problemas de resistencia de las tejas probadas en el laboratorio de dicho centro. [2]

La combinación de tres huracanes en el 2008; Gustav, Ike y Paloma, produjeron en Cuba cifras record de daños en el sector de la vivienda³, con un total de 530 015. La mayor parte de los daños producidos por los fuertes vientos fueron en los techos ligeros. En octubre de 2012 el huracán Sandy

[1] Rodríguez Capo F. Cubiertas de asbesto cemento. La Habana: Centro de Información de la Construcción; 1986.

[2] Valle, Amaury Ed. ¿Cómo levantar viviendas resistentes a huracanes? Juventud Rebelde [Internet] 22 octubre 2016. Disponible en: <http://www.juventudrebelde.cu/cuba/2016-10-22/como-levantar-viviendas-resistentes-a-huracanes/imprimir>.

¹ Tabla V12. Casas y apartamentos ocupados con residentes permanentes por zona de residencia según materiales predominantes en techo, piso y paredes exteriores. P401. 2012. ONEI Oficina Nacional de Estadística e Información. República de Cuba. Informe nacional. Censo de población y viviendas. Cuba, 2012. Disponible en: <http://www.onei.gob.cu/node/13001>.

² Formados por planchas de asbesto cemento, metálicas o entablados inclinados recubiertos con tejas árabes, francesas, papel de techo y guano

³ Instituto Nacional de la Vivienda. Afectaciones climatológicas en la vivienda. Parte 11. 20 de septiembre de 2008.

de categoría 2 provocó daños en 171 380 viviendas en Santiago de Cuba, lo que representó el 50,2% del fondo habitacional del territorio, y el 78% de estos daños se produjeron en pérdida total o parcial de los techos [3]. En octubre de 2016 el huracán Matthew, de categoría 4 afectó a 9 210 viviendas en el municipio Baracoa de las cuales el 76% perdió parcial o totalmente el techo. [4] Estas cifras ponen de manifiesto la susceptibilidad que estos elementos constructivos tienen ante los fuertes vientos.

Los techos ligeros, al romperse por efecto de fuertes vientos, constituyen un riesgo para la propia edificación, las personas que la habitan, e incluso para otras viviendas cercanas, pues sus fragmentos vuelan a altas velocidades, convirtiéndose en proyectiles que pueden llegar a romper puertas, ventanas, otros techos, e incluso incrustarse en paredes de bloques o ladrillos. Este trabajo tiene el objetivo de presentar soluciones que incrementen la resistencia de los techos de láminas acanaladas de asbesto cemento ante vientos extremos con soluciones prácticas, materiales poco costosos, y técnicamente factibles.

Desarrollo

Las experiencias han demostrado que el problema principal de la vulnerabilidad de las viviendas de Tipología III radica en la poca resistencia de sus techos. A partir de lo establecido en las normas para techos ligeros, este trabajo propone algunas soluciones de protección que las complementan, en cuanto a reforzamiento de las partes más vulnerables para reducir el efecto de los fuertes vientos.

La información se obtuvo a través de la revisión documental y el análisis de información en publicaciones científicas, notas de prensa, informes de organismos, y otros, que han abordado y aportado datos sobre la actuación del viento en las edificaciones y sus efectos, así como el comportamiento histórico de los daños producidos a causa de ciclones tropicales y tornados sobre techos de asbesto cemento en viviendas.

Es difícil medir el porcentaje de los daños en las diferentes partes de los techos ocasionados por algún evento hidro- meteorológico, ya que la Oficina Nacional de Estadísticas e Información de Cuba (ONEI) solo cuantifica si los daños fueron parciales o totales.

Este trabajo recomienda el riguroso cumplimiento de las normativas existentes de construcción y montaje de techos de asbesto cemento para garantizar la máxima calidad en las obras de nueva construcción y pone el énfasis en soluciones para las obras construidas, que compensen errores constructivos y de materiales; y atenúen los efectos del viento sobre los techos ligeros de tejas onduladas de asbesto cemento aplicables también a láminas metálicas, con el propósito de reducir daños.

Algunas de las soluciones que se proponen se basan en paliativos aplicados por la población, mejorados técnicamente. Otras variantes complementan las anteriores, ofreciendo una gama nueva de propuestas. El presente trabajo es el resultado del ordenamiento y estructuración de investigaciones guiadas por el autor de conjunto con estudiantes de arquitectura, tanto en proyectos de curso⁴, como en tesis de diploma.⁵

Análisis de los principales efectos del viento sobre techos ligeros. Criterios de diseño

Los vientos que producen daños sobre las edificaciones son principalmente los que alcanzan velocidades superiores a los 118 km/h, que se enmarcan dentro de la categoría de huracanes⁶. Esto se manifestó en los daños

[3] Palomares Calderón E. La recuperación de Sandy se adentra en su etapa más compleja. Granma [Internet] 24 octubre 2014. Disponible en: <https://www.granma.cu/cuba/2014-10-24/la-recuperacion-de-sandy-se-adentra-en-su-etapa-mas-compleja>.

[4] Más de nueve mil viviendas afectó Matthew en Baracoa. ACN [Internet] 09 octubre 2016. Disponible en: <http://historico.cubainformacion.tv/index.php/en-portada/71211-gobierno-cubano-anuncia-ayudas-para-la-reconstruccion-de-viviendas-tras-huracan-matthew>.

⁴ Marcell Pulido Ballart, Reynier Sotolongo Madan, Leandro Pacheco Torres, Omar Martín Herrera. Proyecto VIII 5to año, Facultad de Arquitectura, curso 2010-2011.

⁵ Mario C. Carbajo y Yosiel Ledesma. Catálogo de soluciones para viviendas tipología III ante el viento. Tesis de diploma, Facultad de Arquitectura, 2012.

⁶ Según tabla Saffir Simson.

provocados por los huracanes Gustav, Ike, Paloma, Sandy y Matthew en los techos, por solo citar algunos de los últimos eventos.

Las viviendas de tipologías III y IV tienen su más alta presencia en poblados, zonas rurales y en las periferias urbanas. Las zonas residenciales de poblados y algunos repartos, se caracterizan por tener poca compacidad, las edificaciones se encuentran aisladas, con una o dos plantas como máximo, estructuradas en manzanas con espacios libres entre edificaciones y centros de manzana. [5]

La rugosidad urbana tiene influencia en la velocidad del viento, lo que se manifiesta en diferentes niveles: en zonas de centro de ciudad la velocidad del viento es menor, condicionada por las características de la superficie y la densidad y altura de las barreras físicas, mientras en las zonas rurales y libres de obstáculos, se produce un aumento de éste. [6]

La poca compacidad de la masa edificada incrementa la permeabilidad al viento, en detrimento de las edificaciones. El flujo de viento incide directamente sobre estas; pasa por encima de los techos, produce succiones en los mismos y debido a la separación entre edificios se filtra entre ellos; provocando aceleraciones y succiones en algunos cierres. Estos efectos se ven incrementados en las manzanas que conforman los bordes de los asentamientos que no reciben protección. [5] [6]

Debido a que este tipo de morfología urbana ofrece mayores posibilidades de afectaciones a las edificaciones, los daños dependerán de la tipología constructiva, la calidad técnica de la ejecución y del estado constructivo de las mismas. [5]

Además de los aspectos mencionados anteriormente, la posición que ocupa una vivienda en un sitio específico en relación con lo que le rodea, puede estar favorecida por encontrarse a la sombra de otras edificaciones más altas, de acuerdo a la dirección y sentido de los vientos; o también más dañada que otras por mayores aceleraciones de pequeños tornados que pueden formarse dentro de un huracán. Por eso se puede observar en algunas zonas afectadas, diferentes niveles de rotura, e incluso, techos ligeros no dañados.

De forma general, las mayores afectaciones se producen en edificaciones construidas con paredes de madera y techos ligeros, o con paredes de ladrillo o bloques de hormigón, pero con techos ligeros. Las succiones en los techos, ocasionalmente combinadas con efectos de sollevamiento por aleros o portales, producen la rotura parcial o total del techo, que puede llegar a provocar el colapso de la edificación.

Las uniones entre los diferentes componentes estructurales garantizan la resistencia de la vivienda, porque las succiones producidas por los vientos en diferentes caras, tienden a que los componentes de la vivienda se zafen; los techos se levanten, las paredes se abran, incluso si los cimientos no están bien anclados, la casa puede ser levantada y volcada.

Cuando el viento logra penetrar en el interior de una edificación, se suman a las succiones externas de techos y paredes que producen los flujos de vientos, las presiones desde el interior duplicándose las fuerzas y acelerando la destrucción total de la misma.

En edificios prismáticos, los flujos de vientos los envuelven e incrementan los efectos de succión en los bordes y con ello los daños en los cierres de esas zonas. En el caso de los techos para ángulos de inclinación $\geq 10^\circ$ y $\leq 45^\circ$ las mayores succiones se producen en el caballete y en los bordes del techo. [7] (Figura 1)

[5]Coca Rodríguez O. Daños del viento en zonas urbanas. *Arquitectura y Urbanismo* [Internet]. 2012 [consultado 26 de septiembre de 2020]; 29(2-3):[64-7 pp.]. Disponible en: <https://rau.cujae.edu.cu/index.php/revistaau/article/view/163>.

[6]Bustamante Oleart C. La ciudad y el viento. La morfología urbana y su relación con el uso estancial del espacio público abierto en territorios con vientos fuertes y climas fríos. El caso de la ciudad de punta Arenas, Región de Magallanes, Chile [tesis doctoral]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura; 2016. Disponible en: <https://oa.upm.es/40146/>.

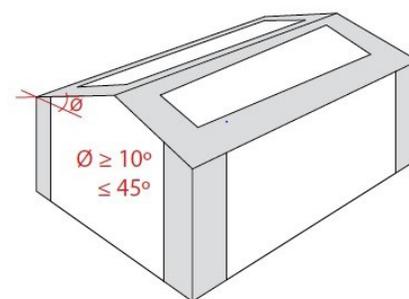


Figura 1. Zona de techo con mayor succión para diferentes direcciones de vientos. Fuente: NC-285. Carga de Viento.

. Los aleros ubicados en la cara expuesta a la dirección del viento tienden a ser fracturados o levantados con el resto del techo, debido a la combinación de la succión que se produce por encima del borde y la presión que ejerce el viento en su cara inferior.

Los aleros, como extensión del techo en las culatas de los edificios, propician el sollevamiento de los mismos, lo que unido al incremento de la succión en esos bordes provoca el levantamiento de las planchas de techo. (Figura 2)

La prolongación de techos ligeros en balcones portales y terrazas de las edificaciones puede ocasionar que al levantarse los mismos, arrastren consigo el resto de la casa y cause la destrucción total de esta. (Figura 3)

Los techos ligeros, tanto los de asbesto cemento como los de láminas metálicas, están compuestos por un sistema de componentes que incluye toda la soportería de las planchas, así como los anclajes de las mismas a las correas o purling. El fallo puede producirse en la unión entre cualquiera de estos.

Es importante la adecuada unión entre anclajes, planchas y correas, así como entre las vigas de soporte y los muros. El nivel de daños estará en dependencia de la conexión que falle, ya sea por la calidad y resistencia de los materiales empleados, como por la ejecución y cumplimiento de las normas técnicas.

En los techos de tejas acanaladas de asbesto cemento el viento produce vibraciones en la lámina de borde y en las fijaciones a las correas más próximas a este. Estas últimas comienzan a ceder, los ganchos se deforman por el aumento de las vibraciones que producen intensos golpes de la lámina contra la correa, desprendiéndose pedazos de tejas lanzados por los vientos hacia otras zonas que rompen y perforan otras planchas. [1]

También el levantamiento y giro de la primera teja, zafa los ganchos de la segunda hilera. La lámina vuela como un proyectil para seguir golpeando otras partes del techo, proceso que se repite hilada por hilada pudiendo llegar a alcanzar todo el techo. [1]

La insuficiente cantidad de ganchos por teja (que en ocasiones se realiza con el fin de ahorrar) constituye una debilidad importante del techo. [1]

El uso de barras de acero o tubos de acero galvanizado (ambos de sección cilíndrica) como correa, propicia el giro del gancho sobre estos y el corrimiento de las láminas. Por lo que se deben usar para vigas, secciones rectangulares con el gancho apoyado sobre el lado superior de la correa, para evitar el corrimiento. [1]

Los grandes desniveles o escalonamientos entre las diferentes hiladas de tejas por mala ejecución dejan espacios en la monta entre dos tejas, por donde incide el viento levantándolas. [1]

Criterios de diseño para reducir daños

Influencia de la pendiente

Los ángulos de inclinación recomendables están entre 30° y 40° . [7] Es imprescindible el cumplimiento de una inclinación mínima de 30° . Los techos de muy poca pendiente presentan además de su mayor susceptibilidad a las succiones, problemas con la lluvia ya que el agua no corre con facilidad y se producen filtraciones.

Eliminar la continuidad del techo en portales, terrazas y balcones

Una variante válida sería la de separar constructiva-mente los techos de portales y terrazas del resto de la edificación. Solución empleada en algunas

[7] ONN. NC 285: 2003. Norma de Carga de Viento. Método de cálculo. La Habana: Oficina Nacional de Normalización; 2003.



Figura 2. Desprendimiento de una lámina de metálica de borde por incorrecto diseño. Fuente: Autor.



Figura 3. Techo continuo cabaña-portal. Villa Capricho. Cayo Largo del Sur. Fuente: Autor.

viviendas tradicionales aisladas de techos ligeros. Esto permite que la rotura del techo del portal, por ejemplo, no implique la del resto de la casa. (Figura 4)

Incrementar el peso del techo

Los techos de planchas acanaladas de asbesto cemento tienen su ligereza como ventaja para facilitar un rápido montaje sin necesidad de equipos de izaje, pero a los efectos del viento es su gran desventaja.

Para compensar las succiones sobre los mismos, una solución puede ser la de incrementar su peso propio, utilizándolos como encofrado perdido, construyendo sobre él una losa de hormigón armado, debidamente anclada al cerramiento de los muros. (Figura 5)

Una nueva tecnología⁷ desarrollada por el Grupo Central para las construcciones del Ministerio del Interior de Cuba incrementa el peso propio del techo depositando sobre las láminas de asbesto cemento un mortero aligerado, con perlas de poliestireno como material reciclado y un refuerzo combinado de barras y mallas de acero, soldadas a los ganchos de anclaje, capaz de resistir huracanes categoría 3 con vientos de 200 km/h. Esta solución ha sido probada con éxito en varias obras, campamentos y en viviendas del barrio “El Fanguito” en La Habana.

Sería el equivalente a convertir la cubierta en pesada con el consiguiente gasto en hormigón y las barras de acero. Eleva sustancialmente los costos, pero con la ventaja de ahorrarse el encofrado y de incrementar el peso propio y la resistencia ante el viento.

Esta variante si bien no se corresponde con los objetivos de este trabajo podría emplearse en la concepción y ejecución de una vivienda progresiva en la que el techo de láminas acanaladas de asbesto cemento sea una fase transitoria.

Reforzar las zonas de anclajes sobre los soportes

La succión que se produce en los techos se manifiesta como una carga distribuida, sin embargo, lo que sujeta las planchas son anclajes concentrados en puntos de las mismas. Alrededor de estos agujeros y arandelas de sujeción se crean las zonas de máximas tensiones; y cuando estas superan el límite de resistencia a tracción de la lámina de asbesto cemento, se producen deformaciones inadmisibles en la zona de sujeción lo que ocasiona el desprendimiento y rotura de las tejas. [8] [9]

La población emplea en ocasiones palos rollizos de madera amarrados con alambre o sogas anclados al terreno con estacas o calzados con sacos de tierra en los extremos de los palos, siguiendo el principio explicado anteriormente, pero tienen como limitación su carácter provisional. Constituyen acciones a realizar en la fase de preparativos antes de la ocurrencia de un ciclón, pero su desmonte deja el techo a merced del impacto

[8] Estrada Cingualbres RA, Rodríguez Peña JC, Lengarán Ávila Y, Campos Mobilla S. Mitigación del colapso de las cubiertas ligeras de fibrocemento ante vientos huracanados. *infconstr* [Internet]. 2017 [consultado 24 de septiembre de 2021]; 69(547):e214. Disponible en: <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/5859>.

[9] Claudio Kieling A, Estrada Cingualbres RA, Pereira Santana G, Martínez Grave de Peralta J, Calzadilla Dubrás H. Estudio del comportamiento resistivo de planchas de material compuesto y de asbesto cemento. *Ing. Mec.* [Internet]. 2019 [consultado 24 de septiembre de 2021]; 22(3):[161-8 pp.]. Disponible en: <https://ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/view/619>.

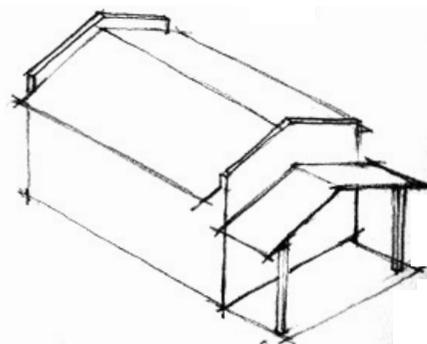


Figura 4. Esquema de separación del portal del resto de la vivienda. Fuente: Dibujo del autor.



Figura 5. Propuesta de Vivienda evolutiva con núcleo refugio con techos de asbesto cemento convertidos en losas de hormigón armado. Fuente: Autor.

⁷ Folleto Instrucciones técnicas para la aplicación de mortero aligerado con desechos de poliestireno triturada sobre cubiertas ligeras de asbesto cemento y metálicas 2009.

de eventos de difícil pronóstico con antelación como los tornados. (Figura 6)

Siguiendo el principio de reforzamiento pueden utilizarse variantes de soluciones similares, pero con carácter permanente utilizando palos rollizos, barras de acero, tubos de acero galvanizado y perfiles metálicos de diferente sección, pero con el empleo de grapas metálicas desarmables acopladas a los ganchos de anclaje, fabricadas al efecto para facilitar zafar los refuerzos y poder sustituir alguna teja que sufra rotura y a diferencia de las soluciones provisionales no requieren de preparación previa a los eventos y están protegidas siempre. (Figura 7)

La utilización de un elemento que haga función de viga invertida sobre la cubierta, en la misma dirección de las correas y coincidiendo con la línea de anclajes; toma las tensiones, reduce el desplazamiento de la teja y puede ser un refuerzo eficaz ante cualquiera de los posibles fallos de colocación, cantidad de anclajes y fallos de estos. Si bien representa un gasto adicional de materiales, este no es significativo e incrementa la resistencia de este tipo de techo.

La aplicación del concepto de contrarrestar la succión del techo por el viento con un elemento por encima y en la dirección de las correas, se fundamenta en el trabajo Mitigación del colapso de las cubiertas ligeras de fibrocemento ante vientos huracanados, con el empleo de cintas transversales de polipropileno de 65 mm de ancho y 2 mm de espesor coincidiendo 2 de ellas con los ejes de los anclajes y una tercera en el medio de la plancha. Con este modelo se logra una resistencia de los techos ante vientos huracanados de 250km/h. [8] (Figura 8)

Otra variante puede ser el refuerzo en el sentido longitudinal de las láminas con sogas o alambres siempre y cuando se utilicen por cada hilera de láminas 3 cuerdas, 2 de ellas por encima de los anclajes y una tercera por el centro de las planchas para limitar el desplazamiento en el medio ante las succiones.

Protección de bordes: Aleros

Los aleros, al romperse por efecto del viento, desprenden fragmentos que se convierten en verdaderos proyectiles, que al ser arrastrados o volados impactan sobre otras partes de la edificación u otras edificaciones cercanas y producen aberturas por donde penetra el viento, con daños que pueden llegar incluso al colapso total de la edificación.

El uso de plafones para cerrar y arriostrar los aleros por debajo, evitan que la succión que produce el flujo de viento al pasar por encima se sume a la presión del viento que penetra por debajo de este.

La utilización de aleros cortos, no mayores de 400 mm, o la eliminación de estos, es una medida efectiva para evitar el levantamiento del techo, que comienza generalmente por estas zonas, lo que es apreciable en nuevas tecnologías de naves industriales y almacenes construidos con cierres exteriores y techos metálicos donde se reducen o eliminan los aleros y se rematan o parapetan los bordes. Para aplicar esta variante es necesario la utilización de canales y bajantes pluviales.



Figura 6. Reforzamiento temporal de un techo de asbesto cemento con palos rollizos ante la proximidad de un ciclón en Pinar del Río. Fuente: Cortesía de José Luis Hernández.



Figura 7. Ejemplo de refuerzo permanente con tubos de acero galvanizado. Fuente: Solución de Mario C. Carbajo y Yosiel Ledesma. Catálogo de soluciones para viviendas tipología III ante el viento. Tesis de diploma, Facultad de Arquitectura, 2012.

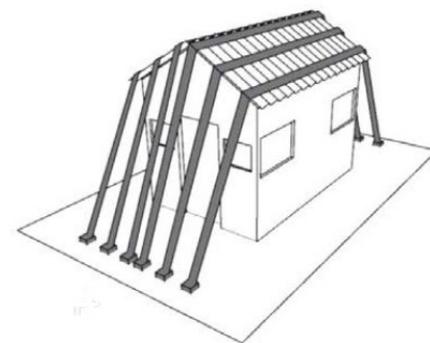


Figura 8. Utilización de cintas de propileno para mitigar el impacto del viento sobre las cubiertas. Fuente: [8].

La eliminación o reducción de los aleros también puede ser sustituida por la utilización de marquesinas parciales sobre puertas y ventanas.

Construcción de aleros rígidos

La colocación de un alero rígido construido de hormigón armado integralmente unido al cerramiento, constituye una importante protección de los bordes de techos ligeros. Se convierte en una zona de borde resistente a los fuertes vientos, separa el límite inferior del techo ligero de la zona donde mayores succiones se producen y por donde generalmente comienza la rotura de estos. El alero de hormigón armado puede usarse con un tope para conducir el agua a los extremos o a los bajantes pluviales. (Figura 9)

El uso de pretilos constituye también una importante barrera física de protección. Este tipo de solución requiere de un costo superior al incorporar un alero pesado de hormigón, con la ventaja de reducir los efectos del viento en una de las partes del techo de mayor incidencia. Como se mencionó anteriormente en el punto incrementar el peso del techo, el alero rígido puede ser una fase de transitoria de una vivienda progresiva hacia un techo pesado.

Protección de los bordes laterales del techo

Algunas personas colocan sacos rellenos de tierra sobre los bordes laterales de los techos con la intención de incrementar el peso propio en estas zonas. Es una idea válida, pero insuficiente porque dejan descubierto el borde bajo la teja, por donde penetran los flujos de viento y levantan las tejas. Además, habría que colocar sacos en todo el borde del techo calculando el peso de los mismos que contrarresten las succiones que provocan los eventos de mayor categoría.

La mayor parte de los sistemas de techos con planchas ligeras como el de tejas Tevi o el sistema Bani⁸ conciben piezas para caballetes y remates de borde para evitar que el viento levante el techo por esa zona. Los techos ligeros construidos con remates de bordes y caballete, en sus diferentes variantes son más resistentes a los efectos del viento.

Los techos de láminas acanaladas de asbesto cemento en la mayor parte de los casos dejan al descubierto los bordes laterales por donde el viento penetra y levanta las tejas, provocando un efecto en cadena de rotura del resto del techo. Se requiere una pieza de remate que evite este efecto y que ancle la teja del borde. Esta pieza puede ser de asbesto cemento o una lámina metálica. (Figura 10)

Otra variante de remate de bordes puede hacerse con un pequeño muro pretil donde se anclan las tejas. Esta solución no solo está destinada a los bordes laterales, sino que puede emplearse a todo alrededor, fraccionando el techo en módulos, lo que reduce el área

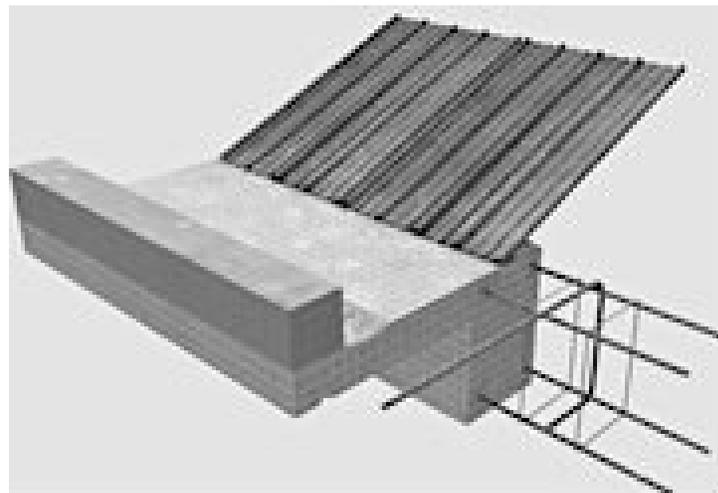


Figura 9. Vista de colocación de techos ligeros sobre alero rígido con tope. Fuente: Mario C. Carbajo y Yosiel Ledesma. Catálogo de soluciones para viviendas tipología III ante el viento. Tesis de diploma, Facultad de Arquitectura, 2012.

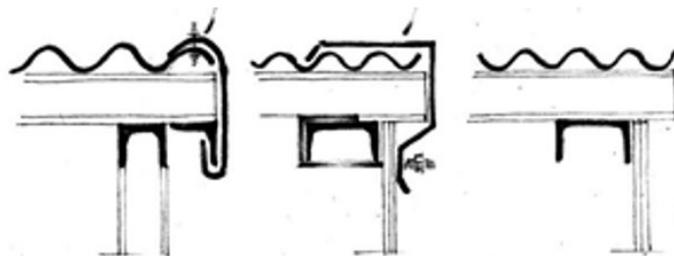


Figura 10. En el esquema superior derecha puede observarse que la teja de la esquina queda expuesta a la acción del viento. La pieza angular remata el borde. Fuente: Mario C. Carbajo y Yosiel Ledesma. Catálogo de soluciones para viviendas tipología III ante el viento. Tesis de diploma, Facultad de Arquitectura, 2012.

⁸ Sistemas de techos ligeros empleados en Cuba.

de tensiones de succión. En los techos de asbesto cemento, generalmente el drenaje pluvial se resuelve por caída libre desde las propias tejas. Esta variante concibe la solución de drenaje y a la vez el refuerzo del techo y no requiere de un significativo gasto de materiales. (Figura 11)

Las soluciones planteadas tienen un carácter eminentemente práctico, pero requieren de una preparación y producción previa de algunos componentes y materiales para su aplicación, con participación popular, con asesoría técnica y siempre con la ayuda financiera de los gobiernos locales y ONGs.

En la mayor parte de las propuestas se considera que no se incurre en gastos considerables, siempre mucho menores que una conversión en techo pesado, aspecto que deberá ser objeto de otra investigación, pero con el beneficio de una apreciable disminución de daños como consecuencia del efecto del viento.

Conclusiones

La utilización de la teja de asbesto cemento en cubiertas por razones económicas sigue siendo una solución necesaria en Cuba. Su pertinencia no solo depende del programa arquitectónico o función, sino de la calidad de la ejecución y del control sobre la misma por las entidades responsables.

En el caso de la vivienda, objeto de análisis de este trabajo, el elevado número de 788 770 unidades de láminas de asbesto cemento que representa un 22% a nivel nacional, su vulnerabilidad ante el efecto de los vientos extremos provocados por ciclones tropicales y tornados, tanto en zonas rurales como urbanas, propician altos niveles de afectaciones como consecuencia del paso de dichos eventos naturales.

Para elevar sus prestaciones se hace necesario emplear técnicas de reforzamiento de carácter permanente (no solo ante la inminencia de un evento peligroso). con soluciones que refuerzan las zonas más vulnerables de los techos de asbesto cemento para reducir los efectos de los flujos de vientos extremos.

Las soluciones técnicas propuestas emplean materiales poco costosos, con alto beneficio y técnicamente factibles considerando que son dirigidas a incrementar la resistencia de los techos de asbesto cemento ante los vientos extremos. Ponen el énfasis en las zonas del techo de mayor susceptibilidad. No sustituyen las normativas de diseño y construcción existentes, sino se apoyan en ellas y sirven de complemento para lograr reducir los daños en las viviendas existentes y sobre todo en aquellas con deficiencias constructivas.

Teniendo en cuenta que los daños de una vivienda pueden incidir en otras el reforzamiento de los techos debe enfocarse a nivel de zonas urbanas, con apoyo de los gobiernos locales, vinculados a proyectos de desarrollo local, que puedan poner en función de estas ideas la producción de los componentes necesarios al alcance de la población necesitada, conjuntamente con la asesoría técnica.



Figura 11. Protección de bordes y caballete. Fuente: Solución y dibujo de Leandro Pacheco Torres. Proyecto VIII 5to año, Facultad de Arquitectura, curso 2010-2011.



Obdulio Coca Rodríguez
Dr. Arq. Profesor. Facultad de Arquitectura,
Universidad Tecnológica de La Habana José
Antonio Echeverría, CUJAE. La Habana,
Cuba.

E-mail: cocalourdes@nauta.cu,
cocamexico2018@gmail.com

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8690-6916>