

### Tecnologías industrializadas con carácter apropiado para la reconstrucción post-desastre de viviendas: caso Santiago de Cuba



**Erly Arner Reyes y Coralina Vaz Suárez**

**Resumen.** Para potenciar las ventajas del uso de tecnologías industrializadas en la reconstrucción post-desastre de viviendas y reducir sus impactos negativos a mediano y largo plazo, se propone un enfoque multidimensional, que se fundamenta en el concepto de tecnología apropiada dentro de los principios de la sustentabilidad y la resiliencia, el cual incluye aspectos tecnológicos, económicos, de la incidencia sobre el medio natural y socioculturales. Dicho enfoque fue evaluado en las tecnologías utilizadas con mayor representatividad en la reconstrucción luego del huracán Sandy, ocurrido en el año 2012 en Santiago de Cuba: FORSA, VHICOA y Gran Panel. Los resultados evidenciaron que desde la dimensión tecnológica, el uso del Gran Panel brinda mayores ventajas aunque resultó ser el más costoso; el VHICOA produce los menores impactos sobre el medio natural; y, por las encuestas aplicadas, se demostró que la mayor aceptación sociocultural, la tuvieron las tecnologías Gran Panel y FORSA.

**Palabras claves:** reconstrucción post-desastre, tecnologías industrializadas, tecnologías apropiadas, sustentabilidad<sup>1</sup>, resiliencia

### Industrialized technologies with appropriate character for the reconstruction post-disaster of housing: the case of Santiago de Cuba

**Abstract.** To maximize the benefits of the use of industrial technologies in post-disaster housing reconstruction and reduce its negative medium and long-term impacts, a multidimensional approach is proposed, which is based on the concept of appropriate technology within the principles of sustainability and resilience, which includes technological, economic, of the impact on the natural environment and socio-cultural aspects. This approach was evaluated in the technologies used with greater representation in the post Hurricane Sandy reconstruction, which occurred in 2012 in Santiago de Cuba: FORSA, VHICOA and Gran Panel. The results showed that from the technological dimension, the use of Gran Panel provides greater benefits but was the most expensive; the VHICOA produces minor impacts on the natural environment; and the surveys showed that the most socio-cultural acceptance, had the technologies Gran Panel and FORSA.

**Keywords:** post disaster reconstruction, industrial technologies, appropriate technologies, sustainability, resilience

**Sección:** Con criterio

**Ttemática:** Tecnologías apropiadas

RECIBIDO: 6 de septiembre de 2016 APROBADO: 6 de noviembre de 2016

---

<sup>1</sup> En este artículo se ha respetado la opinión de las autoras en cuanto al uso del término “sustentabilidad”, en lugar de “sostenibilidad”, que es el adoptado oficialmente en Cuba.

---

## Introducción

En la actualidad, el escenario de degradación social y ambiental profetiza un futuro de amenaza creciente de desastres para la población del planeta y el desarrollo sustentable de los países [1, 2]. En este contexto, la representatividad de las pérdidas en número de viviendas, con el consecuente impacto social, económico y político fundamentalmente en países en vía de desarrollo, hacen de la reconstrucción del fondo habitacional uno de los objetivos de la recuperación post-desastre, siendo la selección de las tecnologías constructivas uno de los pilares para el éxito de dicho proceso y el desarrollo de las naciones.

En estas condiciones, ante la urgencia y las demandas elevadas de viviendas, muchos programas de ayuda internacional y los propios gobiernos, optan por tecnologías industrializadas [3, 4]. A pesar de las ventajas que implican en cuanto a rapidez, en su aplicación son frecuentes otros problemas a largo plazo al encontrar soluciones que no se ajustan a las condiciones climáticas y otras que no responden a las tradiciones socioculturales, vistas estas últimas en las respuestas dadas a las necesidades funcionales y la adecuación a valores estéticos formales. Como respuesta, los beneficiados han mercantilizado sus viviendas o le han realizado transformaciones espaciales y formales en detrimento de la seguridad estructural, por solo citar un ejemplo.

Esto ha sido una consecuencia directa de la primacía de criterios de cantidad, sobre la necesidad de medir la calidad de la habitabilidad bajo el concepto de calidad de vida proporcionada a las familias [5]. Las evaluaciones de los programas de reconstrucción se realizan en función del número de viviendas producidas y no se valora si la vivienda brinda calidad de vida a sus usuarios, si puede ser reparada, ampliada o recibir mantenimiento por los mismos habitantes. Igualmente muchos programas no apoyan los mecanismos locales de adaptación y capacidad para reconstruir sus viviendas [6, 7]. Así, se busca dar solución al déficit habitacional pero no se construye pensando en los moradores finales de las viviendas.

Por consiguiente, si la vivienda física no reúne las condiciones para propiciar la calidad de vida a las familias, el esfuerzo constructivo no sólo es inútil sino incluso puede redundar en situaciones sociales y psicológicas muy negativas en la población. Todo lo cual determina, que la forma de producir viviendas industrializadas sin tener en cuenta la satisfacción de sus ocupantes resulte poco sustentable, tanto en términos de un bien de cambio, como de un bien de uso [5]. A partir de esto, existe una dicotomía entre individuo y producción en la actual proliferación de soluciones predefinidas y repetitivas con tecnologías industrializadas [8].

En Cuba el empleo de dichas tecnologías desde los primeros años de la Revolución hasta la actualidad, tanto para la reconstrucción de viviendas luego del impacto de eventos naturales extremos como para la construcción de viviendas sociales en sentido general, no ha estado ajeno a las problemáticas planteadas, lo que ha propiciado que sea común encontrar detractores de las tecnologías industrializadas. Sin embargo, analizando las ventajas que puedan representar en escenarios post-desastre y de la concepción de que las tecnologías no son un fin, sino un medio para lograrlo, se pretende plantear un enfoque que permita evaluarlas en dichas circunstancias, con el propósito de aprovechar sus ventajas y reducir sus impactos negativos a mediano y largo plazo, lo que implica valorar su apropiabilidad, contribuyendo de esta forma al desarrollo sustentable de la localidad.

El presente trabajo analiza este enfoque en el caso de la reconstrucción de viviendas luego del huracán Sandy, ocurrido en octubre del 2012 en la ciudad de Santiago de Cuba, con afectaciones en más del 50% del fondo habitacional. En dicho proceso, que se ha unido a otros planes de erradicación de barrios precarios, ha predominado el uso de tecnologías industrializadas, que si bien han representado

significativos beneficios sociales por el número de viviendas construidas hasta la fecha, suscitan insatisfacciones en los usuarios y ciudadanos en general.

### Materiales y métodos

Con el fin de definir la apropiabilidad del uso de tecnologías industrializadas en la reconstrucción post-desastre de viviendas, se partió del estudio de referentes teóricos en la temática. Para el caso de Cuba, fue necesario un análisis histórico de cómo han sido empleadas y sus consecuencias manifiestas hasta la actualidad. La observación de la realidad y entrevistas a usuarios de las viviendas ejecutadas tras el impacto del huracán Sandy con tecnologías industrializadas, constituyeron igualmente fuentes significativas de información.

### Tecnologías apropiadas

En el contexto histórico donde se definía y gestaba el término de desarrollo sustentable acuñado en el Informe Brutland, surge el movimiento de las tecnologías apropiadas en la década de los 70's [9]. Se desarrolla en confluencia con las corrientes que cuestionaban un modelo de desarrollo basado en el crecimiento económico desproporcionado, debido a la incapacidad del planeta de soportar la explotación de sus recursos. Según Rodríguez y Garrido [10] las tecnologías apropiadas tienen en cuenta las repercusiones sociales y ambientales de su implantación, su sustentabilidad a mediano y largo plazo, y la producción de mejoras reales en la población.

Schumacher, en su libro "Lo pequeño es hermoso" [11], fue uno de los pioneros en el mundo occidental en abordar el término de tecnología apropiada, cuyas características serían entre otras, producir oportunidades de empleo, ser intensiva en mano de obra antes que en capital, la pequeña escala, la simplicidad tecnológica, el aprovechamiento de los recursos y materiales locales, ser más barata y productivas que la tradicional, dotándola de una visión local o regional del desarrollo, centrada en los recursos humanos y prácticas existentes y que no generasen dependencias externas. Este concepto es tratado igualmente por la corriente humanista crítica del desarrollo sustentable, en su propuesta de ecodesarrollo.

A pesar de su enfoque ambientalista, y bajo la perspectiva del desarrollo sustentable, en las décadas de los 80's y 90's surgen críticas a este movimiento, fundamentalmente en cuanto a su perfil antimodernista ya que subutilizan los conocimientos científicos. Se critica además que muchas veces se recurre a la mera elección de la tecnología apropiada a través de un catálogo [12, 13].

Otros autores plantean que las prácticas seguidas de las tecnologías apropiadas, supuso abordar el desarrollo tecnológico mediante la recuperación de prácticas antiguas o en desuso, mejorándolas si procedía, al igual que la simplificación de otras más modernas, la adopción de tecnologías apropiadas utilizadas en otros países, o la invención directa de nuevas soluciones [9].

Es recurrente, por tanto, que al referirse a tecnologías apropiadas algunos autores las describan como aquellas tecnologías de pequeña escala, empleadas en comunidades rurales o indígenas, con enfoques ambientalistas, para personas de bajos ingresos y en desventajas sociales, con recursos y materiales estrictamente locales y que provengan de conocimientos muy arraigados en la comunidad. De aquí que el planteamiento de las tecnologías apropiadas, se contraponen a las tecnologías industrializadas.

Sin embargo, no es un debate entre los sistemas tradicionales y los sistemas industrializados, se trata de identificar el enfoque más apropiado para cada situación; el que una tecnología deba ser sustentable en el tiempo, no implica que deba ser simple o autóctona [10]. A partir de la sub-corriente marxista del humanismo crítico del desarrollo sustentable, la solución se encuentra en los usos responsables de los

---

medios de producción naturales y artificiales, para la satisfacción de las necesidades de la sociedad en su conjunto y no de una minoría.

Tomando esta posición antropocentrista, la industrialización no necesariamente supone una contradicción con el concepto de tecnologías apropiadas. La pequeña escala o la producción industrializada, así como el uso o no de recursos no renovables, cuando se adoptan bajo un uso racional y responsable centrado en atender las necesidades y calidad de vida de las mayorías, no se contraponen una a la otra.

Según Salas, citado por Peterssen [14], el carácter apropiado no es condición intrínseca de ningún tipo de tecnología, sino que es una cualidad que se adquiere o no, a posteriori, en dependencia del modo en que satisface las necesidades locales donde se desarrolle. La tecnología que es apropiada para una comunidad puede no serlo para otra. La diferente situación sociocultural, económica y del medio natural de una y otra comunidad, implica una diferente repercusión de la solución tecnológica sobre cada una de ellas [10]. No existen soluciones universales sino tecnologías apropiadas para cada contexto organizativo, económico, sociocultural y ecológico.

La estrecha relación que existe entre tecnología apropiada y desarrollo sustentable, permite afirmar que las tecnologías industrializadas con carácter apropiado son aquellas que contribuyen al logro de los objetivos del desarrollo sustentable desde lo local. Por tanto, para su selección y evaluación es necesario considerar, además de aspectos meramente tecnológicos, otros que propicien el equilibrio entre lo económico, el medio natural y lo sociocultural.

Otro de los conceptos en estrecha relación con la sustentabilidad, que adquiere relevancia en la reducción de riesgos y en la reconstrucción post-desastre, es el de resiliencia. La planificación del desarrollo sustentable como un proyecto a largo plazo a favor de las necesidades de las generaciones futuras, en el escenario actual de degradación socio-ecológica y el aumento de eventos naturales devastadores en la actualidad no es suficiente y se demanda además la capacidad de recuperarse, reorganizarse y adaptarse positivamente para evitar la extinción, es decir, la capacidad de resiliencia [15, 16]. De aquí que algunos autores [17, 18], consideren que en los nuevos escenarios de riesgos, para ser sustentables es necesario ser resilientes.

No obstante, la necesidad creciente de crear capacidades de absorber, adaptarse y reorganizarse ante los desastres conlleva a la toma de decisiones con resultados a corto y largo plazo que pueden afectar el desarrollo sustentable. Esto provoca que la resiliencia deba pensarse y planificarse sobre la base del objetivo final, que es la sustentabilidad. Coincidiendo con Carrió [19], la capacidad de resiliencia se debe integrar en las dimensiones del desarrollo sustentable, en los esfuerzos a todos los niveles para preservar y garantizar el bienestar de la especie humana.

Tomando como referencia los análisis anteriores, el carácter apropiado de las tecnologías industrializadas para la reconstrucción post-desastre de viviendas, precisa asentarse sobre los pilares de la sustentabilidad y la resiliencia. Como resultado se propone un enfoque multidimensional, que evalúa aspectos tecnológicos, económicos, de la incidencia sobre el medio natural y sociocultural. Los aspectos evaluados en dicho enfoque, son el resultado de investigaciones que están siendo desarrolladas por las autoras.

#### Enfoque multidimensional

*Lo tecnológico:* Desde esta dimensión, se precisa que las tecnologías den respuesta a las condicionantes específicas del periodo post-desastre y faciliten el proceso de reconstrucción de manera eficaz, es decir, es necesario fortalecer las capacidades de resiliencia. En este sentido, como consecuencia del elevado número de personas desprovistas súbitamente de sus viviendas, se urge máxima

productividad, mínimo tiempo de ejecución y la posibilidad de llevar a cabo la progresividad, con el fin de que las familias recuperen, en el menor tiempo posible, la cotidianeidad perdida. Igualmente, el número de viviendas a reconstruir y de infraestructura en sentido general, puede representar déficit en mano de obra especializada, que requerirá de las tecnologías la posibilidad de incorporar a los damnificados al proceso de reconstrucción.

Otros impactos que caracterizan estas circunstancias y marcan pautas sobre las decisiones a tomar, están dados por las posibles afectaciones a fuentes convencionales de generación de energía, así como pérdidas referidas a activos físicos, medios de producción y restricciones en instalaciones industriales. Dicha situación implica la necesidad de independencia de fuentes de energía convencional en obra, racionalización en las necesidades de transporte y equipos de izaje, así como demanda mínima de equipos complejos y reducida industrialización. Las carencias de suelos con servicios mínimos para emplazamiento de viviendas, requerirá además un máximo aprovechamiento del mismo con la posibilidad de crecimiento en altura y así, optimizar la infraestructura existente o las inversiones necesarias con este fin.

Los requerimientos referidos responden a las circunstancias inmediatas, sin embargo, para contribuir e insertarse dentro del desarrollo sustentable a largo plazo, deben ser capaces de reducir riesgos ante las amenazas naturales locales, así como brindar a los usuarios facilidades para llevar a cabo acciones de mantenimiento que permitan conservar sus características, propiedades y funcionamiento a lo largo de la vida útil de la edificación y, con esto, preservar la inversión.

*Lo económico:* La dimensión económica parte de reducir los costos globales de la vivienda de modo que sea posible: beneficiar al mayor número de familias en una primera etapa; reducir los costos de mantenimiento asumidos por las familias posibilitando así la reducción de riesgos futuros, además de alargar el ciclo de vida de la vivienda. Esta dimensión también considera posibilitar que los recursos obtenidos en la inversión para la introducción o desarrollo de la tecnología, puedan ser empleados más allá de la reconstrucción, de modo que contribuyan al desarrollo económico de la región y a fortalecer las capacidades constructivas locales.

*El medio natural:* Esta dimensión tiene como objetivo a corto plazo, reducir el estrés sobre los ecosistemas con posibles afectaciones y responder a la acumulación de residuos y escombros producidos a raíz del desastre. A largo plazo, tiene como fin reducir los impactos que son causa de la generación de amenazas naturales e incidir en las principales problemáticas de la industria de la construcción: consumo energético, generación de desechos y sobreexplotación de recursos naturales renovables y no renovables. Esto precisa la asimilación de materiales reciclados a partir de los escombros del desastre, la minimización en la generación de residuos de construcción, la racionalidad en el uso de materiales de alto consumo energético, la posibilidad de reutilización y/o reciclaje de los materiales y elementos componentes de las nuevas viviendas al final de su vida útil, y la adaptabilidad a las condicionantes climáticas locales, esta última, causa del mayor de consumo energético en el campo de la construcción.

*Lo sociocultural:* Esta dimensión está referida a contribuir a la calidad de vida de las personas, lo que representa en primer lugar la disponibilidad de una vivienda segura que responda a sus tradiciones y costumbres. Esto, aunque a corto plazo quede satisfecho, a largo plazo surge la necesidad de fortalecer la identidad y sentido de pertenencia, lo que a escala de las tecnologías constructivas se refleja en la posibilidad de opciones de expresión formal y de adaptación al entorno urbano que permitan a cada individuo identificarse dentro de un conjunto, aspecto este que ha sido causa de críticas y rechazo hacia las tecnologías industrializadas.

El enfoque multidimensional que se plantea parte de la visión de que la vivienda post-desastre, más allá de resolver la problemática dejada por el evento, es una vivienda social que constituye un bien de larga duración y forma parte del patrimonio de las personas y las naciones.

### El caso de Cuba: industrialización de la vivienda social masiva

En Cuba, la industrialización para la construcción de vivienda social masiva ha sido representativa luego del triunfo revolucionario en 1959, donde a pesar de aliviar el déficit de viviendas heredado, tuvo problemáticas similares a las encontradas en el plano internacional con un predominio del enfoque de la vivienda visto en cifras a construir, más que como un proceso que involucra la economía, la sociedad y la cultura. Se caracterizó por la repetitividad de los edificios, el anonimato, la monotonía de los conjuntos y la falta de identidad, lo que produjo el rechazo de sus habitantes. Aunque se pretendían tecnologías flexibles y abiertas que permitieran variadas soluciones, resultaron ser, en la generalidad de los casos, sistemas cerrados [20].

Algunas de estas tecnologías, por ser las más significativas, se exponen en una cronología aproximada:

#### Período 1959 - 1989

- Prefabricados Novoa (Sandino): Tecnología desarrollada en el Reparto Nuevo Vista Alegre (Santiago de Cuba) y en Ciudad Sandino (Pinar del Río), en primera instancia. Se caracteriza por elementos prefabricados de pequeño formato, fundamentalmente columnas y paneles de cierres, con muy bajo aprovechamiento del suelo, pudiendo crecer solo hasta dos niveles.
- Tradicional mejorado (E-9, E-10, E-10-3, E-14 y E-15): Edificios de cuatro plantas, previstos como mixtos, con muros de albañilería y entresijos de hormigón armado prefabricados in situ que se suponía que no requerían elementos de izaje, aspecto que no se logró. El uso de proyectos típicos, construidos fundamentalmente en las llamadas zonas de “nuevo desarrollo”, condicionó la monotonía de algunas de estas urbanizaciones.
- Gran Panel Soviético (GPS): La planta de prefabricación de grandes paneles, donada por la Unión Soviética a finales de los 60's para la recuperación de los daños ocasionados por el huracán Flora, originó importantes cambios en la construcción de viviendas en Cuba. Fue ubicada en la zona industrial de Santiago de Cuba, con una capacidad de producción de 1 700 viviendas anuales, hizo surgir el Distrito José Martí. Con esta experiencia, se diseñaron otras plantas con capacidad de 500 viviendas anuales, distribuidas por zonas de desarrollo industrial. Como resultado, en los años 70's se construyeron masivamente viviendas con un proyecto típico de un volumen prismático, de cuatro o cinco plantas y no adaptado al clima cubano.
- IMS (Instituto de Materiales de Servia): Tecnología importada a fines de los 70's, basada en una red modular simple, formada por una losa casetonada y cuatro columnas unidas mediante el postensado, que permitían el crecimiento en altura (hasta 20 plantas). Estos edificios se ubicaron en ciudades cubanas consideradas importantes, bajo la idea de “modernidad” asociada a edificios altos, aun cuando no tenían relación alguna con la arquitectura y el urbanismo tradicional de las mismas.

Otros proyectos experimentales de edificios altos prefabricados de alta tecnología fueron desarrollados durante los 70's que, aunque no fueron repetidos en gran escala, contaron con proyectos típicos y diseños que no apropiados para el clima cubano. De manera general, estas fueron las tecnologías industrializadas empleadas en el tema de la vivienda hasta los años 90's, fecha marcada por el inicio de la crisis económica que atravesó el país, donde fue necesario acudir a la búsqueda de soluciones “alternativas”, las llamadas viviendas de bajo costo.



Se puede concluir que hasta ese momento, fue significativo el número de viviendas que se construyeron, aliviando la situación social. Aun así, se destacan como principales insuficiencias:

- A escala urbana: conjuntos repetitivos, monótonos, falta de identidad.
- A escala de la vivienda: no correspondencia de las soluciones con las condiciones del clima cálido y húmedo, esquemas espaciales típicos, muchos de los cuales no respondían a la idiosincrasia (el acceso principal por la cocina), así como insuficiencia de espacios para tareas de servicio (como lavar y tender la ropa) propias de la cultura cubana, con repercusiones a escala urbana. Igualmente se han visto afectadas por el deterioro de las instalaciones, al ser empotradas y con difícil acceso para el mantenimiento, aspecto que se suma a las transformaciones realizadas por la población, con consecuencias para la seguridad estructural del edificio.

#### Período 2000 – hasta la fecha

Para la vivienda social masiva se retoma en esta etapa la industrialización de la construcción. Entre las tecnologías más significativas se puede citar: Petrocasas, grandes paneles prefabricados, sistemas de encofrados metálicos, estructuras de perfiles metálicos y sistemas mixtos de elementos prefabricados (soluciones de entrepiso y cubiertas) con obras *in situ*. Al margen de los aciertos que se le reconocen desde el punto de vista social, la vivienda producida masivamente en Cuba en la actualidad tiene todavía que solucionar múltiples problemas, que abarcan asuntos tan diversos, desde los urbanísticos hasta los tecnológicos, socioculturales y ambientales.

#### **El caso de Santiago de Cuba luego del huracán Sandy**

En octubre de 2012, el huracán Sandy (categoría II), impactó la zona oriental del país dejando tras su paso cuantiosas pérdidas en el fondo habitacional. En la provincia de Santiago de Cuba, el 54,3% de las viviendas sufrieron afectaciones (Figura 1).

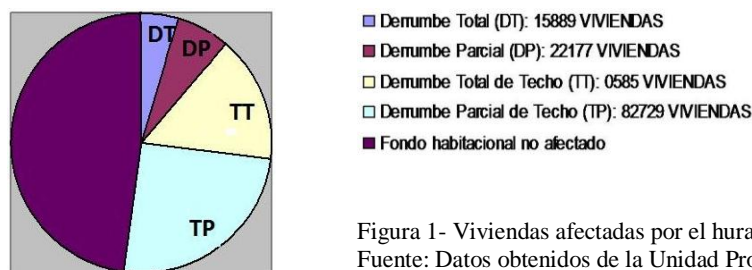


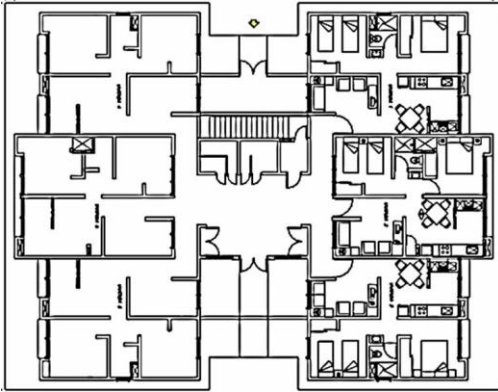
Figura 1- Viviendas afectadas por el huracán Sandy.  
Fuente: Datos obtenidos de la Unidad Provincial Inversionista de la Vivienda en Santiago de Cuba, febrero, 2013.

La reconstrucción de viviendas se unió a los objetivos nacionales de erradicar barrios precarios y reducir la vulnerabilidad del fondo habitacional. Con este fin, se aplicaron tecnologías industrializadas con prácticas precedentes en el país y otras donadas por la comunidad internacional en el marco del post-desastre. Entre los sistemas con mayor representatividad, se encontraron el FORSA, VHICOA y Gran Panel.

- **FORSA (Formaletas S.A):** Sistema de formaletas metálicas con proyecto típico, donado por los gobiernos de Venezuela y Ecuador. Se caracteriza por el uso de encofrados de aluminio deslizables en forma ascendente, permitiendo la conformación de edificios de cinco plantas, con una estructura de muros de cargas completamente monolítica a partir de la colocación de mallas electrosoldadas y un hormigonado *in situ*. (Figuras 2, 3 y 4)



Figura 2- Solución volumétrica de los edificios FORSA.  
Fuente: las autoras



Figuras 3- Solución espacial que concibe 6 apartamentos por planta. Fuente: Gráfico obtenido de la Empresa de Proyectos No. 15 en Santiago de Cuba



Figura 4. Detalles del proceso constructivo (mallas electrosoldadas y moldes de aluminio) Fuente: las autoras.

▪ *VHICOA (Industria Pesada de Venezuela, Compañía Anónima\*)*: Tecnología donada por el gobierno de Venezuela, conformada por estructuras de pórticos dúctiles constituidos por perfiles metálicos, con rigidizadores transversales de acero en todos los niveles para suplir las condiciones sismorresistentes de la zona. Los edificios que usan esta solución para la estructura portante son reconocidos como VHICOA, a pesar de que para conformar el edificio en su conjunto, se combina con otras tecnologías. Para los cierres exteriores se han empleado en algunos casos perfiles laminados en frío que sustentan paneles *Plycem* o de *Fibro-Cell*, y en otros, soluciones de albañilería tradicional. En interiores se usan escaleras de hormigón prefabricado, entresijos *Steel Deck* y muros de albañilería. (Figuras 5 y 6)

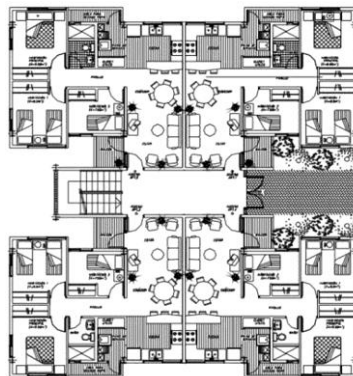


Figura 5 y 6- Imagen exterior y esquema espacial de solución planimétrica de edificios VHICOA  
Fuente: Gráfico obtenido de la Empresa de Proyectos No. 15 en Santiago de Cuba.

\* El nombre con el que se reconoce VHICOA responde a sus siglas en inglés: Venezuelan Heavy Industries C. A.



▪ *Grandes paneles prefabricados*: Tecnología que parte de modificaciones realizadas al sistema Gran Panel Soviético, conformada por una estructura de muros de carga hormigonados en planta y montados en obra, donde se ejecutan las juntas húmedas. Los edificios quedan constituidos en su totalidad por elementos de hormigón armado. (Figuras 7, 8 y 9)



Figura 7- Fachada del Gran Panel Fuente: Foto tomada por las autoras.

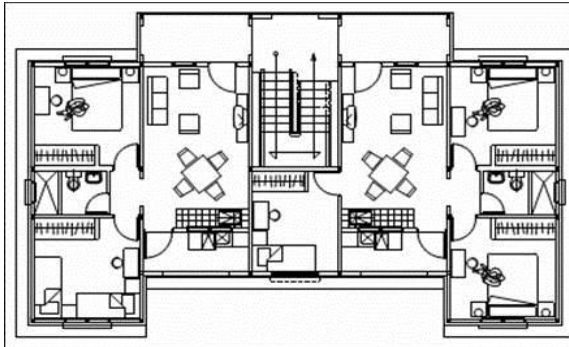


Figura 8- Distribución planimétrica del sistema Gran Panel. Fuente: Gráfico obtenido de la Empresa de Proyectos No. 15 en Santiago de Cuba



Figura 9- Detalle constructivo de unión de los grandes paneles. Fuente: Foto tomada por las autoras

## Resultados y discusión

Sin duda alguna, las viviendas ejecutadas por vía estatal en la reconstrucción luego del huracán Sandy representan un impacto social significativo, teniendo en cuenta el número de personas que actualmente cuentan con una vivienda permanente, así como la reducción, en cifras generales, de la vulnerabilidad física del fondo habitacional ante amenazas naturales locales. No obstante, realizando un análisis cualitativo y multidimensional de las soluciones, se cuestiona el carácter apropiado de las mismas.

### *Desde lo tecnológico:*

Las tecnologías empleadas por su base en la industrialización, facilitan la máxima productividad y rapidez en la etapa de ejecución, aspectos demandados por las circunstancias post-desastre y, en específico, en la ciudad luego del impacto del huracán. La progresividad, que también puede contribuir a disminuir este tiempo, solo fue posible en la modalidad de vivienda mejorable, debido al carácter cerrado y el compromiso estructural de los componentes. Se reconoce que los ejemplos analizados, se combinan con soluciones existentes a escala local para terminaciones (pinturas, enchapes). Las mayores dificultades

se encuentran en los edificios VHICOA, donde la panelería ligera de los cierres exteriores, no se comercializa en la red minorista y en caso de deterioros, no son compatibles con otras soluciones locales.

En todos los casos, la posibilidad que brindan en cuanto a crecimiento en altura (cinco niveles), se corresponde con los objetivos del Plan de Ordenamiento Territorial, que plantea un crecimiento de la ciudad de adentro hacia afuera, aprovechando las potencialidades de la infraestructura existente. Aunque para el post-desastre se demanda independencia de fuentes convencionales de energía, de equipos de izaje y equipos específicos, así como reducir la industrialización compleja, para el caso de Santiago de Cuba, estas no eran demandas apremiantes, pues el evento no causó afectaciones en este sentido. Aun así, la posibilidad de racionalización en estos aspectos, hubiese implicado simplicidad y economía, muy valorados en el post-desastre, lo cual no se logró.

Concretamente para el FORSA, los requerimientos de equipos específicos consisten en moldes de aluminio, medios auxiliares de izaje y equipos para bombeo de hormigón, disponibles a partir de la colaboración internacional. De igual forma, para la implementación de la tecnología VHICOA los equipos de izaje estuvieron disponibles a escala local, y otros se obtuvieron en el marco del post-desastre. Para los Grandes Paneles, además del uso intensivo de equipos de izaje, es significativa la potencialidad de la existencia de una planta de elementos prefabricados en la ciudad. En todos los casos, la disponibilidad de materias primas y productos de la construcción, desde la prioridad dada por el gobierno y por la ayuda internacional, no ha constituido un problema significativo.

El volumen de mano de obra que demandó la reconstrucción, como otro de los aspectos evaluados, estuvo por encima de la mano de obra disponible. Fue necesaria la colaboración de brigadas constructoras de otras provincias, e incluso, de países latinoamericanos como Ecuador. Cabe destacar, que el proceso organizativo y la complejidad de las tareas no favoreció la posibilidad de insertar a los damnificados en la construcción de sus propias viviendas, con las consecuentes y probadas ventajas que trae involucrar a los afectados en el proceso de reconstrucción.

Viendo las repercusiones a largo plazo, y tomando en cuenta la seguridad ante amenazas naturales a fin de reducir la vulnerabilidad del fondo habitacional para las generaciones futuras y preservar los recursos invertidos, todas las tecnologías empleadas brindan soluciones seguras ante sismos y huracanes, amenazas principales de la zona.

Por otra parte, es importante considerar las facilidades para realizar tareas de mantenimiento que garantizarán que estos logros perduren en el tiempo. Para los tres ejemplos referidos, los materiales básicos necesarios, se encuentran disponibles, aunque con limitaciones, en el mercado minorista. El aspecto con mayor incidencia negativa en este sentido está dado por la concepción de las instalaciones, con soluciones que dificultan la accesibilidad para tareas de mantenimiento y reparación, lo que ha sido una de las causas que históricamente ha provocado deterioros en los edificios multifamiliares en Cuba, muchas veces incluso en detrimento de la seguridad estructural.

#### *Desde lo económico:*

El costo total de las soluciones está en proporción con el número de viviendas por edificio (Figura 10), no obstante este dato no es significativo, teniendo en cuenta que el objetivo es favorecer al mayor número de personas, siendo necesario evaluar los costos de servicio de construcción por unidad de vivienda (Figura 11). En este caso las mayores cifras estuvieron asociadas a las soluciones de Grandes Paneles, debido al costo de producción en planta, incluida la transportación hasta la obra, la demanda de equipos de izaje y de mano de obra en las etapas de estructura y arquitectura.

Al analizar las soluciones de edificios VHICOA, se observan dos variantes: una de veinte viviendas con cierres de panelería *Plycem* y otra de veinticinco con cierres de albañilería tradicional. Las primeras

con costos superiores debido a los precios de los mencionados cierres, sin embargo su uso fue necesario debido a las insuficiencias existentes de mano de obra disponible. (Figuras 12, 13 y 14)



Figura 10. Precio total de servicio de construcción por edificio (CUP). Fuente: Tomado de [21]



Figura 11. Precio total de servicio de construcción por unidad de vivienda (CUP). Fuente: Tomado de [21]

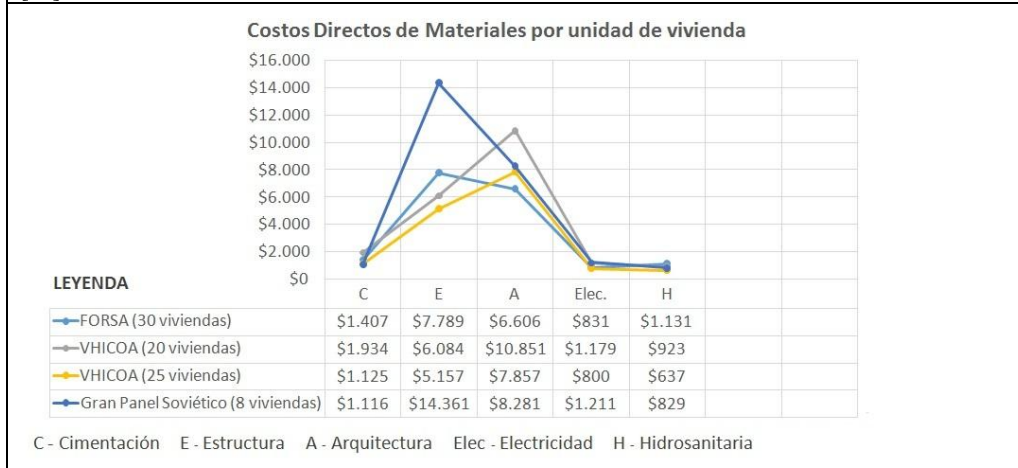


Figura 12. Costos directos de materiales por unidad de vivienda (CUP). Fuente: Tomado de [21]

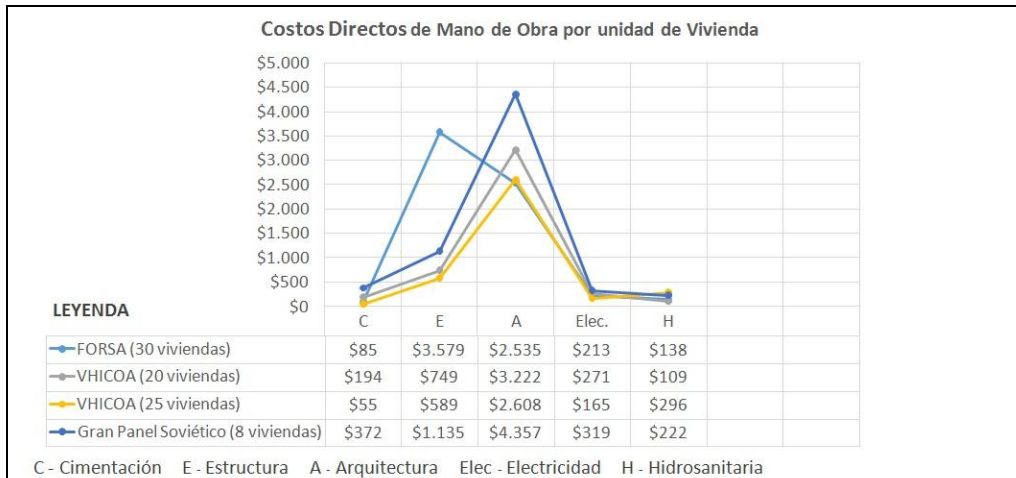


Figura 13. Costos directos de mano de obra por unidad de vivienda (CUP). Fuente: Tomado de [21]

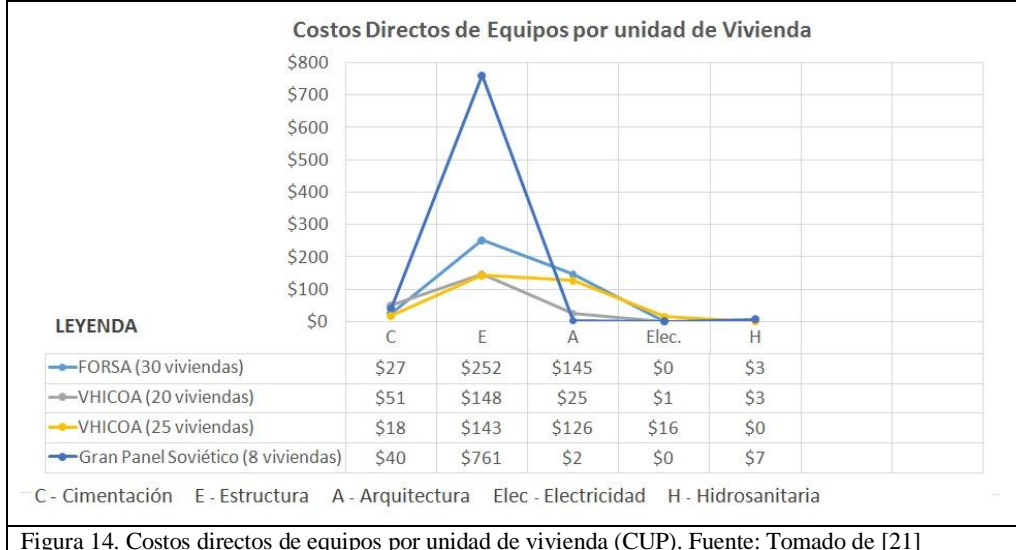


Figura 14. Costos directos de equipos por unidad de vivienda (CUP). Fuente: Tomado de [21]

Con el objetivo de recuperar parte de la inversión y fortalecer las capacidades constructivas locales, es significativa la posibilidad de usar el equipamiento, medios de producción y medios auxiliares adquiridos más allá de la reconstrucción, teniendo en cuenta los altos índices de subsidio en circunstancias post-desastre, donde los beneficios son fundamentalmente sociales. Específicamente para el sistema de Grandes Paneles, como fortaleza ya existía la planta de prefabricados a escala local. Los restantes medios adquiridos: equipos de izaje, moldes de aluminio, equipos de bombeo de hormigón, entre otros, aunque con una vida limitada respecto a la de la planta de prefabricado ya consolidada, tienen posibilidades de ser empleados más allá de la etapa de reconstrucción bajo un adecuado uso.

En cuanto a la correspondencia entre la frecuencia y complejidad de las tareas de mantenimiento, no son relevantes las diferencias entre un sistema y otro, siendo el más desfavorable el sistema VHICOA, por la inexistencia de experiencias de su uso en viviendas, el desconocimiento popular y la ausencia de manuales de uso y mantenimiento para sus usuarios, este último aspecto generalizable para todos los casos analizados.

*Desde el impacto al medio natural:*

Respecto al consumo energético, todas las soluciones analizadas presentan altos índices si se toman en cuenta los materiales empleados. Al respecto, varias fuentes coinciden al plantear que del consumo energético de la industria de la construcción, entre el 65 y el 80% corresponde a la etapa de uso y explotación dentro del ciclo de vida de la edificación, mientras que el 35 y el 20% restante, a la fase de construcción [22]. Otros estudios afirman que de esta última fase, solo entre el 1% y el 7% corresponden a la ejecución en obra [23, 24], constituyendo la energía cautiva en los materiales el segundo factor de demanda energética, superado solamente por los sistemas de acondicionamiento del aire e iluminación en la etapa de explotación. Esto indica que aunque la energía cautiva en los materiales es elevada, en orden de importancia es más significativa la solución espacial y volumétrica de la edificación que propicie un ahorro en la fase de explotación, seguida por el uso de materiales de bajo consumo y la posibilidad de reutilizar y reciclar materiales y elementos componentes al final de su vida útil, con el objetivo de conservar la energía.

En el caso objeto de estudio, ninguna de las soluciones retomó las tradiciones formales para la adaptación al clima tales como balcones, portales y aleros. La rigidez y repetitividad de las soluciones igualmente no permitieron adaptar cada solución a la orientación del terreno, ni contribuyeron a la flexibilidad en cuanto a la ubicación de vanos. Esto se hizo crítico en los edificios FORSA con apartamentos donde la ubicación de vanos solo responde a la función higiénica, tributando a zonas comunes de circulación, donde no aportan ni iluminación ni ventilación y, en cambio, le restan privacidad a las viviendas. Otro factor que influyó en detrimento del confort, fue el uso de ventanas de vidrio de correderas en varios edificios VHICOA. Tales decisiones se justifican con criterios económicos y de disponibilidad, pero solo si se hace un análisis en un plazo inmediato, pues a largo plazo disparan los consumos energéticos por concepto de climatización artificial en las viviendas.

En cuanto al uso de materiales reciclados, es significativa la inexistencia en la localidad de mecanismos e industrias que potencien el aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición y, por tanto, no existe la posibilidad de emplear materiales reciclados producto del desastre. A esto se suma el tipo de residuos que caracterizaron al evento, donde fallaron fundamentalmente viviendas realizadas con materiales precarios y mixtos, así como de madera.

Aunque no fue posible aprovechar parte de los escombros del desastre, en las tecnologías analizadas se emplean materiales con potencialidades para ser reciclados al final de su ciclo de vida. En estos se destaca el acero que puede ser fundido y volver a utilizarse sin pérdida de sus cualidades físicas y mecánicas, y el hormigón, que puede ser reciclado para la obtención de árido. El sistema VHICOA, por la concepción de juntas secas, es el sistema con mayores potencialidades para ser desmantelado de forma clasificada, aunque para hacer esto efectivo sería necesario un proceso de administración y desarrollo de la industria capaz de gestionar y reciclar materiales y productos de la construcción.

De igual forma, en dichas tecnologías la agresividad del proceso constructivo es reversible y transitoria, pero se destaca que, respecto a la generación de desechos, no existen mecanismos para el reciclaje de los mismos y no se pudieron encontrar datos que pudiesen servir de referencia en cuanto al volumen generado en obra.

*Desde lo sociocultural:*

Los aspectos evaluados en la dimensión sociocultural quizás sean los menos tomados en cuenta en los procesos de reconstrucción, exceptuando las evaluaciones realizadas en número de personas beneficiadas. Pese a esto, son sin dudas los que finalmente marcan el éxito de la reconstrucción, en la medida que se



satisfagan las necesidades y aspiraciones de las personas, en correspondencia con las tradiciones y estructura social.

En cuanto a la respuesta a las necesidades espaciales y funcionales de las familias, esta estuvo comprometida por soluciones rígidas, con escasa o nula flexibilidad, que no permiten ajustes a las necesidades y preferencias de cada núcleo. Igualmente la modalidad de viviendas mejorables causó insatisfacciones, pues no quedó clara en la población beneficiada, históricamente acostumbrada a que las soluciones estatales llave en mano incluyan detalles de terminaciones.

Aunque de manera general estas tecnologías analizadas no han causado contrastes significativos de tipologías y alturas en los sitios donde han sido aplicadas, están siendo empleadas bajo los patrones de las tecnologías industrializadas en años precedentes, caracterizadas por la monotonía y repetitividad de las soluciones.

Estas observaciones, auxiliadas por entrevistas a los usuarios, se han podido verificar en encuestas realizadas por Durán [25]. Como población fueron consideradas las viviendas construidas, que estuviesen terminadas y ocupadas hasta el mes de abril de 2015. El cálculo de la muestra fue realizado aplicando métodos estadísticos, que establecen un nivel de confianza del 95%, y un margen de error del 0.05. (Figura 15)

Tecnología	Viviendas terminadas y ocupadas (hasta abril del 2015)	Muestra estratificada
FORSA	300	112
VHICOA	180	68
GP	156	59
Total	636	239

Figura 15. Resultados del cálculo de la muestra estratificada. Fuente: Tomado de [25]

Los aspectos encuestados muestran a las soluciones de Grandes Paneles y FORSA como las que en mayor medida respondían a las tradiciones constructivas locales. Este resultado era de esperarse, debido a las experiencias precedentes de Grandes Paneles y estructuras de hormigón que han caracterizado desde 1959 a la vivienda social masiva en Cuba. (Figura 16)

Respecto al mantenimiento, las mayores insatisfacciones e incertidumbres, están referidas a las soluciones VHICOA, caracterizadas por estructuras metálicas y panelería ligera *Plycem* o *Fibro-Cell*, debido al desconocimiento de los nuevos materiales usados (Figura 17). La complejidad para realizar las tareas de mantenimiento, en cambio, se reconoce igual en las tres tecnologías analizadas. (Figura 18)

En cuanto a los valores estéticos de las viviendas, aunque los niveles de satisfacción no son favorables en ninguna de las soluciones, es más notorio en las soluciones VHICOA por la visibilidad de los perfiles metálicos y las losas de entepiso de *Steel Deck* sin falso techo. (Figura 19)

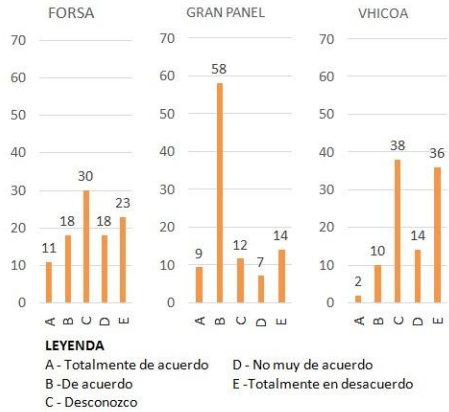


Figura 16. Correspondencia de las tecnologías con las tradiciones constructivas, según percepción de la población (% de población encuestada). Fuente: Tomado de [25]

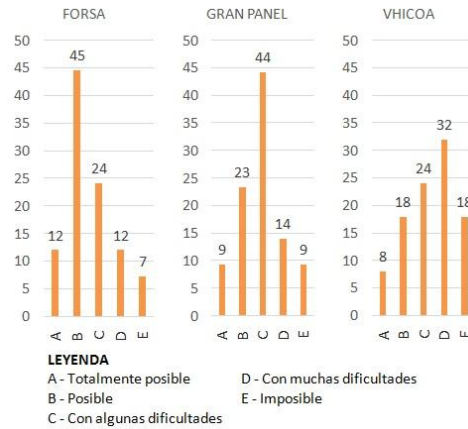


Figura 17. Existencia y disponibilidad de los materiales necesarios para las tareas de mantenimiento según percepción de la población encuestada (%s de población encuestada). Fuente: Tomado de [25]

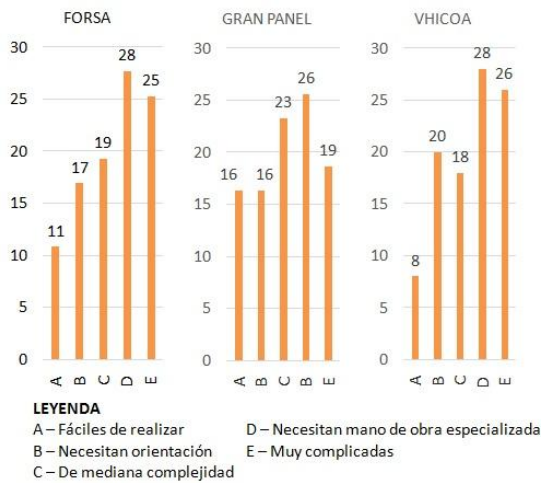


Figura 18. Complejidad de las tareas de mantenimiento según percepción de la población encuestada (% de población encuestada). Fuente: Tomado de [25]

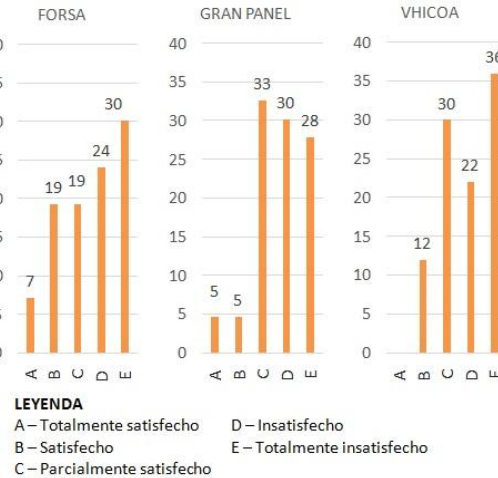


Figura 19. Satisfacción con los valores estéticos según percepción de la población encuestada (% de población encuestada). Fuente: Tomado de [25]

Los tipos de espacios, según el uso y la organización espacial de los mismos, no presentan grandes diferencias entre cada una de las tres soluciones analizadas. Se caracterizan por un espacio de estar-comedor-cocina, dormitorios, baño y patio de servicio, solo las soluciones de Grandes Paneles cuentan con balcón, y en todos los casos existe déficit de área donde realizar el secado de la ropa en espacios abiertos o semiabiertos. En este sentido, las insatisfacciones dadas por las particularidades de cada familia y la uniformidad de las soluciones, pueden disminuirse al darle la oportunidad al usuario de participar en la configuración de su vivienda, aunque dentro de ciertos límites, pues se reconoce que hay determinadas tecnologías donde los elementos estructurales comprometen la definición del espacio interior. (Figura 20).

Respecto a las dimensiones de los espacios, aunque tener una casa espaciosa es una aspiración y un criterio para evaluar el estándar de una vivienda, no fue un elemento que marcó la preferencia de la población de una solución respecto a otra. Si bien las soluciones VHICOA muestran las mayores holguras, no hubo diferencias sustanciales con la satisfacción reflejada por la población en este aspecto

(Figura 21), evidenciándose además que en las preferencias por las soluciones FORSA y de Grandes Paneles (Figura 22) esto no fue un elemento de peso.

Consecuentemente, las insatisfacciones reflejadas respecto a las viviendas, despiertan en los usuarios la sensación de temporalidad esperando tiempos mejores, para cambiarlas por una mejor. Las aspiraciones de progreso sin dudas son humanas, pero es un fracaso para el proceso de reconstrucción, donde se persigue el objetivo de proveer a los damnificados de una vivienda segura, permanente y donde se propicie la calidad de vida. Los edificios VHICOA, fueron reconocidos en la mayoría de los casos como viviendas transitorias. (Figura 23)

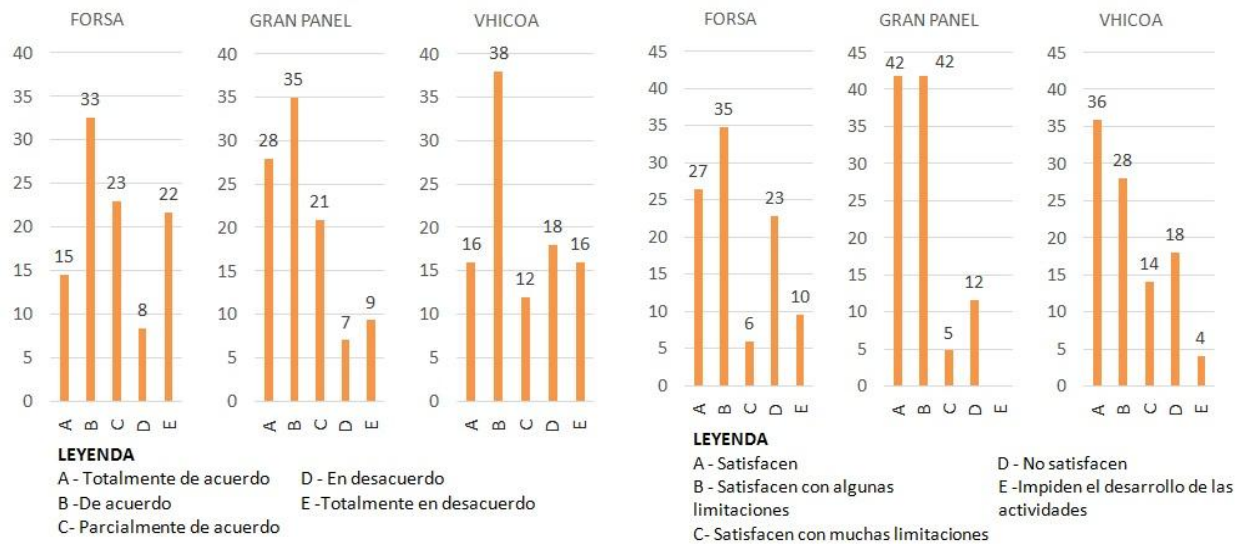


Figura 20. Satisfacción con los espacios y organización de los mismos según percepción de la población encuestada (% de población encuestada). Fuente: Tomado de [25]

Figura 21. Satisfacción con las dimensiones de los espacios según percepción de la población encuestada (% de población encuestada). Fuente: Tomado de [25]

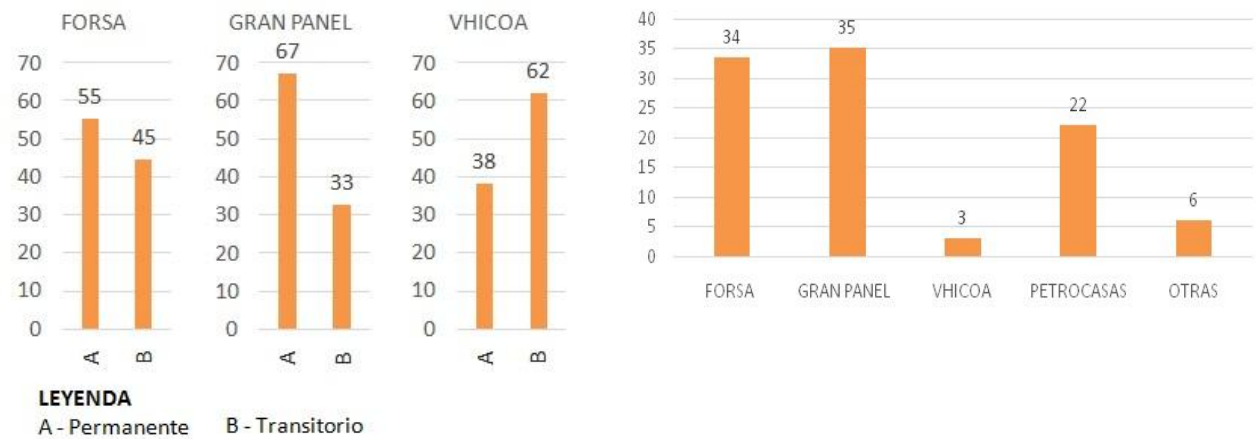


Figura 22. Percepción de permanencia o temporalidad de las personas a partir de la satisfacción con su nueva vivienda (% de población encuestada). Fuente: Tomado de [25]

Figura 23. Preferencias por las tecnologías empleadas en la ciudad (% de población encuestada). Fuente: Tomado de [25]

Haciendo un balance de los análisis realizados, se puede afirmar que aunque los edificios VHICOA muestran los mayores índices de insatisfacción, desde el punto de vista ambiental tienen las mayores posibilidades para recuperar sus elementos componentes y reincorporarlos al ciclo de vida, disminuyendo

el volumen de escombros, la cantidad de materias primas extraídas de la naturaleza y la energía necesaria para su procesamiento, lo que a su vez trae ventajas económicas. Desde el punto de vista tecnológico, es la que propicia mayor flexibilidad para combinarse con soluciones de cierres disponibles a escala local.

Para potenciar estas ventajas, es necesario el desarrollo de soluciones locales de cierres ligeros asequibles para la población, al igual que para falsos techos, lo que a su vez aumentaría los índices de satisfacción en los usuarios. Otro aspecto que potenciaría las ventajas de este tipo de solución, es la gestión y desarrollo de instrumentos operativos e industrias para la recuperación y reciclaje de los elementos componentes en la etapa de desuso, es decir, potenciar lo que actualmente se denomina deconstrucción.

En sentido general, las soluciones FORSA y de Grandes Paneles, presentan mayores índices de aceptación por la población, teniendo en cuenta las características constructivas de los mismos con el uso del hormigón armado, como material arraigado en historia de la vivienda social y al que se aspira en los cánones de seguridad establecidos por la población. No obstante, las soluciones rígidas de distribución espacial, no favorecen el confort ambiental en cuanto a ventilación e iluminación de los espacios, desestimando soluciones tradicionales que propician un mejor comportamiento, tales como los elementos de protección solar. Desde el punto de vista tecnológico, estas soluciones son las más apropiadas en condiciones post-desastre, debido a la rapidez que permiten en la ejecución y a las potencialidades productivas de las capacidades instaladas localmente. Aun así, las deficiencias detectadas como consecuencia de ser sistemas constructivos cerrados, apuntan hacia la posibilidad de evaluar modificaciones a la infraestructura básica del sistema, tales como ampliar el surtido de moldes que permitan flexibilizar las soluciones espaciales y volumétricas. Esto, además de resolver la situación a corto plazo, posibilitaría soluciones aceptables y confortables para la población a largo plazo.

## Conclusiones

Para poder afirmar el carácter apropiado de una tecnología en circunstancias post-desastre, es necesario que esta brinde la posibilidad a corto plazo de resolver la problemática del déficit habitacional, potenciando la capacidad de resiliencia, sin que a largo plazo comprometa el desarrollo sustentable, visto este desde un enfoque multidimensional.

Todas las soluciones adoptadas en la reconstrucción tras el huracán Sandy en Santiago de Cuba, para resolver el déficit habitacional, puede afirmarse que han contribuido de manera rápida a la respuesta necesaria de viviendas reduciendo los niveles de vulnerabilidad.

A partir del número de requerimientos que demanda el post-desastre, es muy difícil en una evaluación de las soluciones adoptadas, encontrar un equilibrio en las dimensiones propuestas. Desde lo tecnológico, los Grandes Paneles brindan las mayores ventajas por la disponibilidad local de la planta de producción y de la rapidez de ejecución, razón por la cual es la tecnología predominante en los planes de construcción de viviendas hasta el 2025, a pesar de ser el más costoso.

Desde el impacto sobre el medio natural, a largo plazo los edificios VHICOA muestran las mayores potencialidades, no existiendo diferencias sustanciales a corto plazo. Los resultados de las encuestas para evaluar la aceptación sociocultural, evidencian la preferencia por las tecnologías de Grandes Paneles y FORSA, reflejo de las experiencias existentes, sin embargo, los criterios desfavorables respecto al VHICOA, son indicadores de cómo potenciar esta tecnología en el futuro con modificaciones en su uso, que aumenten estos niveles de satisfacción.

## Referencias bibliográficas

- [1] ONU: Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. [en línea] UNISDR/GE / 2015 - ICLUX ES 1<sup>ra</sup> Edición [Consultado: 13 de abril de 2016] Disponible en Web: <http://www.unisdr.org>.
- [2] EIRD Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres: “Extracto del Informe de la Conferencia Mundial sobre Reducción de Desastres: Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015 Aumento de la resiliencia de las Naciones y las Comunidades ante los Desastres”, [en línea] Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres, 18- 22 de enero de 2005, Kobe, Hyogo, Japón, 2015. [Consultado: 13 de abril de 2016] Disponible en Web: <http://www.unisdr.org>.
- [3] GORDILLO, F. “Hábitat transitorio y vivienda para emergencias”. [en línea]. *Tabula Rasa*, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá, Colombia, 2004, núm. 2 (enero-diciembre), pp. 145-166. [Consultado: 13 de abril de 2016] Disponible en Web: <http://www.redalyc.org/articulo.oa>.
- [4] LIZARRALDE, G. y DAVIDSON, C.: “Myths and realities of prefabrication for post-disaster reconstruction”. -Building resilience achieving effective post-disaster reconstruction i-Rec, 2008. En 4<sup>th</sup> International I-Rec Conference 2008 Building Resilience: achieving effective post-disaster reconstruction, Rotterdam, Netherlands, 2008.
- [5] CERVANTES, J. y VILLAVICENCIO, A.: “Ciudades sustentables y repercusiones en la vivienda Industrializada”. En *6to. Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, Mexicali, 5, 6 y 7 Octubre 2010*. Centre de Política de Sòl i Valoracions, Mexicali, México, 2010.
- [6] AUDEFROY, J.: “Vivienda y ayuda humanitaria: los antecedentes de las acciones ante desastres” [en línea], 2009, *Trace. Travaux et recherches dans les Amériques du Centre*, 2009, núm. 56, pp.76-87. [Consultado: 16 de abril de 2016] Disponible en: <http://www.cemca.org.mx>.
- [7] LARA, CH. “Criterios para la construcción de viviendas de carácter social post-desastre para República Dominicana”. Tutores: Dr. Arq. Jaume Avellaneda y Dr. Arq. Joan Lluís Zamora. Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Cataluña, España, 2014.
- [8] DE LA COVA, M.: “Homo (pre)faber”. *Revista Proyecto, Progreso, Arquitectura*. Universidad de Sevilla. 2012, núm. 6 (mayo), pp. 12-15.
- [9] FERNÁNDEZ-BALDOR, A.; HUESO, A.; BONI, A. “Technologies for Freedom. Un estudio de la tecnología para el desarrollo humano”. En: Actas del I Congreso Internacional de Estudios del Desarrollo: Desafíos de los Estudios del Desarrollo, (Santander, España, 16-14 noviembre de 2012) [Consultado: 13 abril de 2016] Disponible en: <http://congresoreedes.unican.es>
- [10] RODRÍGUEZ, L. y GARRIDO, I. “Introducción a la cooperación. Tecnologías apropiadas”. *INTEC JOURNAL*. 2010: vol. 1, núm. 2, pp. 3-23.
- [11] SCHUMACHE, E. F. *Small is beautiful*. Gran Bretaña: Abacus, 1978.
- [12] THOMAS, E. “Desarrollo y gestión social del riesgo: ¿una contradicción histórica?”. *Revista de Geografía Norte Grande*. 2010, núm. 48, pp.133-157.
- [13] BELCREDI, G., et al. “Tecnologías apropiadas: ¿construcción social o sólo otro tipo de determinismo tecnológico?”. En: *Memorias del XI Congreso Iberoamericano de Extensión Universitaria. Universidad de la República, (Santa Fé, Argentina, 23-25 noviembre 2011)*.
- [14] PETERSSEN, G. “El desarrollo sostenible en los materiales de construcción para la vivienda en Cuba”. Tesis de Doctorado. Facultad de Arquitectura del ISPJAE, La Habana, 1999.



- [15] CALVENTE, A. “Resiliencia: un concepto clave para la sustentabilidad. Complejidad y sustentabilidad”. *Buenos Aires: Programa de Difusión e Investigación en Sustentabilidad, Centro de Altos Estudios Globales, Universidad Abierta Interamericana, 2007.*
- [16] VILLAGRA, P. y ROJAS, C. “Dimensiones física y cultural de la resiliencia post-desastre: ¿son compatibles en ciudades chilenas?”. *Revista GEO. SUR.* 2013, vol. 4, núm. 6, pp. 85-102.
- [17] SALAS, W.; RÍOS, L. y ÁLVAREZ, J. “La ciencia emergente de la sustentabilidad: de la práctica científica hacia la constitución de una ciencia. Interciencia”. *Revista INTERCIENCIA.* 2011, vol. 36, núm. 9, pp. 699-705.
- [18] CALVENTE, A.: “El concepto moderno de sustentabilidad. Socioecología y desarrollo sustentable”. *Argentina: Universidad Abierta Interamericana, Centro de Altos Estudios Globales, 2007.* [en línea] Ref. Socioecología y desarrollo sustentable UAIS-SDS-100-002 [Consultado: 13 abril de 2016] Disponible en: [www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf](http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf)
- [19] CARRIÓ, L. “El concepto de resiliencia y su aplicación en Avilés”. Tutores: Rafael Castro Delgado y Tatiana Cuartas Álvarez. Tesis de Maestría. Universidad de Oviedo, España, 2015.
- [20] GONZÁLEZ, D. *La vivienda como tema de diseño.* Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana, Cuba. Editorial Félix Varela, 2007, 150 p.
- [21] COLUMBIÉ, E. “Evaluación económica de los sistemas constructivos empleados en el Plan de Viviendas para la reconstrucción de la ciudad de Santiago de Cuba”. Tutor: MSc. Arq. Erly Arner. Tesis de Diploma. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, 2015.
- [22] BEDOYA, C.: *Construcción sostenible: Para volver al camino.* González Escobar, L. F. y Bestraten, S. (prol). Colombia: Biblioteca Jurídica Diké, 2011. 154 p. ISBN 978-958-98269-2-8.
- [23] SÁNCHEZ, E. “Diseño sostenible: adaptabilidad y reconstrucción”. Tutor: Dr. José Manuel Gómez Soberón. Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, 2011.
- [24] MUÑOZ, J. H. y PARRA, C.: “Ecología industrial y desarrollo humano integral sustentable. Dinámica social, ambiental y económica”. *Revista Gestión & Sociedad.* 2012, vol. 5, núm. 1, pp. 147-161.
- [25] DURÁN, E. “Tecnologías constructivas empleadas en la reconstrucción post-huracán Sandy en Santiago de Cuba. Incidencia sociocultural y sobre el medio natural”. Tutores: MSc. Arq. Erly Arner y Dra. Coralina Vaz Suárez. Tesis de Diploma. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, 2015.



Erly Arner Reyes  
Arquitecta. Máster en Hábitat y Medio Ambiente en Zonas Sísmicas, Profesora Auxiliar del Departamento de Arquitectura y Urbanismo. Facultad de Construcciones. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba  
E-mail: [arner@uo.edu.cu](mailto:arner@uo.edu.cu)



Coralina Vaz Suárez  
Arquitecta. Doctora en Ciencias Técnicas. Profesora Titular del Departamento de Arquitectura y Urbanismo, Facultad de Construcciones, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.  
Email: [cora@uo.edu.cu](mailto:cora@uo.edu.cu)



[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/). (CC BY-NC-ND 3.0).