

Evaluación funcional de la red de albergues temporales de apoyo a los municipios costeros del estado de Yucatán

Miguel Cerón Cardeña¹, Roberto Centeno Lara¹, José Eduardo Cerón Chávez²

RESUMEN

Los antecedentes sobre el impacto de los huracanes en el Estado de Yucatán y los resultados observados sobre el funcionamiento de la red de albergues para la temporada 2, 002, revelan el gran significado e importancia que tienen las acciones oportunas de prevención y protección en beneficio de la sociedad en su conjunto, ya que el propósito principal para la puesta en acción de una red de albergues temporales es el de satisfacer las necesidades físicas de las personas para disponer de un espacio seguro mientras la emergencia permanece. Con base en lo anterior y atendiendo una de las demandas específicas de la convocatoria 2, 002 del Fondo Mixto CONACYT – Gobierno del Estado de Yucatán, se planteó la realización de un estudio cuyo objetivo general fue evaluar la red de albergues temporales de apoyo a los municipios costeros del estado de Yucatán en cuanto a su funcionalidad y proponer alternativas para reducir su vulnerabilidad ante la amenaza de huracanes. El estudio incluye la evaluación de 134 albergues distribuidos en 15 localidades del estado de Yucatán. Los resultados obtenidos son: base de datos de los sistemas constructivos y estructurales, de los servicios hidráulicos y sanitarios y de las instalaciones complementarias, matrices de funcionalidad y vulnerabilidad de cada albergue y algunas recomendaciones para mejorar las condiciones funcionales de los mismos.

Palabras clave: Albergues, refugios, vulnerabilidad, sistemas estructurales, funcionalidad.

INTRODUCCIÓN

Debido a su localización geográfica y condiciones climáticas, todo el estado de Yucatán presenta probabilidades de ser afectado por ciclones tropicales desarrollados en el Océano Atlántico durante el período denominado "Temporada de Huracanes" comprendido entre los meses de mayo a noviembre. No obstante, considerando las trayectorias típicas de estos fenómenos hidrometeorológicos, se han definido tres regiones como de alta probabilidad de incidencia directa y están conformadas por los municipios localizados en la zona costera, el oriente del estado y el cono sur (PROCIVY, 2, 002).

En septiembre de 2, 002 el huracán "Isidoro", con vientos máximos de 205 km/h y rachas de hasta 250 km/h, tocó tierra por el municipio costero de Telchac Puerto produciendo daños severos en prácticamente todos los sectores sociales y productivos del estado, siendo la zona costera una de las regiones más afectadas. Los trece municipios costeros sufrieron pérdidas cuantiosas en los sectores pesqueros, agrícolas e industriales.

¹ *Profesor Investigador del Cuerpo Académico de Estructuras y Materiales, FIUADY*

² *Profesor de asignatura de Enseñanza Superior del Cuerpo Académico de Estructuras y Materiales, FIUADY*

Cabe destacar que de acuerdo con los últimos datos de población reportados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2, 001), los municipios costeros representan casi el 11 % de la población total del estado con 173, 563 habitantes, siendo Tizimín, Progreso y Hunucmá los más poblados. Según datos oficiales, la Unidad Estatal de Protección Civil estableció en mayo de 2, 002 una red estatal de 140 albergues temporales con capacidad para atender 51, 000 habitantes aproximadamente. Estos edificios quedaron conformados mayoritariamente por escuelas públicas ubicadas en 30 municipios. De acuerdo con los mapas oficiales de localización solo 7 albergues con capacidad para atender 2, 650 personas se ubicaron en tres municipios costeros y se distribuyeron tal como sigue: 3 albergues en Tizimín con capacidad para atender 1, 325 personas; 2 albergues con capacidad para 850 personas en Hunucmá y 2 albergues para atender 475 personas en Chicxulub, (PROCIVY, 2, 002).

Con este planteamiento inicial se hizo frente a la temporada de huracanes 2002. Sin embargo, el huracán Isidoro mostró el alto grado de vulnerabilidad de la zona costera ya que los informes oficiales indicaron que la mayoría de las personas evacuadas antes de la ocurrencia del fenómeno natural provino de dicha zona. En efecto, reportes oficiales indicaron después del paso del huracán que finalmente se habilitaron 217 albergues y de la zona costera se evacuaron hacia otros municipios y pusieron en resguardo 68, 303 personas. Asimismo, se detectaron fallas estructurales en algunos albergues y fallas generalizadas en los servicios de todos los albergues que constituyeron la red estatal, (Gobierno del Estado de Yucatán, 2, 002).

Como consecuencia de lo anterior, el Fondo Mixto CONACYT – Gobierno del Estado de Yucatán convocó a la comunidad yucateca a presentar propuestas que permitieran conocer las condiciones funcionales de la infraestructura básica del estado. Fue así como surgió la iniciativa de realizar un estudio con el propósito de evaluar la red de albergues temporales de apoyo a los municipios costeros del estado de Yucatán en cuanto a su funcionalidad y proponer alternativas para reducir su vulnerabilidad ante la amenaza de huracanes.

METODOLOGÍA

Trabajos preliminares de gabinete. Los trabajos de evaluación se iniciaron con la definición de la red de albergues a estudiar, así como el número de

inmuebles y su ubicación geográfica. Para tal efecto, se llevaron a cabo varias reuniones de trabajo con funcionarios de la Unidad de Protección Civil del Estado de Yucatán (PROCIVY) y se determinó el alcance y la zona de estudio. La figura 1 muestra la zona de influencia del estudio.

Seguidamente se procedió con el diseño de una cédula para el registro y colección de datos, misma que se obtuvo a partir de un formato dividido en tres secciones, registrando los datos generales del albergue en la primera sección, los aspectos relacionados con el sistema constructivo, los servicios hidráulicos y sanitarios en la segunda y, en la tercera sección, las instalaciones complementarias. Asimismo, dicho formato se acompañó de secciones para el registro de observaciones y de tres imágenes con el propósito de hacer más clara la información reportada. Con relación a la evaluación estructural, se estableció como punto de interés determinar las características básicas de tres elementos estructurales: la cimentación, la estructura principal y los sistemas de cubierta. El criterio establecido previo a las visitas fue el de consignar únicamente las características estructurales de los edificios susceptibles de albergar y refugiar personas, omitiendo instalaciones tales como talleres, oficinas, bodegas, tinglados y otros.

Trabajos de Campo. Los trabajos de campo incluyeron la evaluación de 134 albergues distribuidos en 14 municipios del estado de Yucatán. Los municipios costeros que se consideraron fueron: Celestún, Dzidzantún, Hunucmá, Progreso, San Felipe, Sinanché, Telchac P., Tizimín y Yobaín; por otro lado, se incluyeron 5 municipios de apoyo; tales como, Cansahcab, Mérida, Motul, Temax y Umán.

La evaluación consistió en realizar una inspección visual de los edificios de cada albergue considerando, en la cédula o base de datos, las condiciones de funcionalidad de la estructura, el sistema constructivo, las instalaciones hidráulicas y sanitarias, así como las instalaciones complementarias observadas. Se incluyeron en el sistema constructivo aspectos relacionados con las losas o cubiertas, los muros, así como las puertas y ventanas y los acabados exteriores. Con relación a las instalaciones hidráulicas y sanitarias se tomaron en cuenta el número y las condiciones de serviciabilidad de los muebles sanitarios y de las instalaciones, tanto hidráulicas como sanitarias. Respecto a las instalaciones complementarias, se analizaron los aspectos de operación de la instalación eléctrica, y otros servicios tales como, rampas, almacén, cisterna, bombas, pozo, botiquín y la disponibilidad o no de equipos de emergencia.

De igual manera se hizo un registro fotográfico, mismo que se integró al catálogo de datos de cada albergue. Esta fase se llevó a cabo durante los

meses de julio, septiembre, octubre y noviembre del 2, 003.

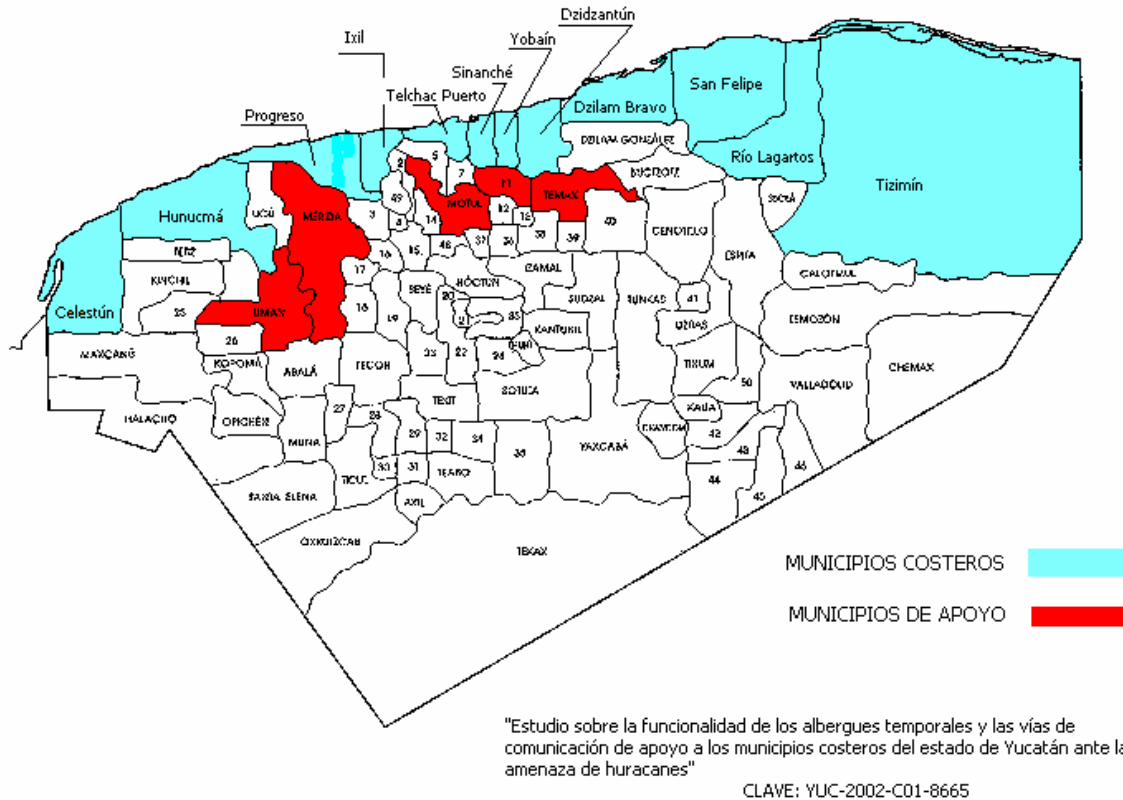


Figura 1. Zona geográfica de estudio

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los siguientes párrafos se presentan los resultados más significativos de este estudio y se discuten los mismos a partir de los objetivos planteados en el protocolo.

En la figura 2 se ilustra la clasificación de los albergues según el destino o uso de los edificios. A partir de la misma se puede determinar que del total de los albergues estudiados (134), los planteles escolares representan el 92%, y se distribuyen tal como sigue: jardines de niños 19%, escuelas primarias 48%, escuelas secundarias 14%, escuelas preparatorias que incluyen las técnicas 7% y escuelas de enseñanza superior 4%. El complemento de los albergues que representa el 8% quedó distribuido de

la siguiente manera: centros de atención múltiple 4%, templos religiosos 2% y finalmente un 2% que se refiere a edificios públicos que se localizan en la ciudad de Mérida. La figura 3 muestra la distribución de los albergues por localidad.

La tabla 1 proporciona la información general en cuanto a número de albergues, número de aulas, capacidad y número de muebles sanitarios por sexo de los albergues en cada municipio. La capacidad se obtuvo a partir de criterios que sigue la Unidad Estatal de Protección Civil que consiste en asignar 25 personas por aula o bien 2,5 m² x persona. Este parámetro es similar al que sugiere la Cruz Roja Internacional (Abarca, 1, 997).

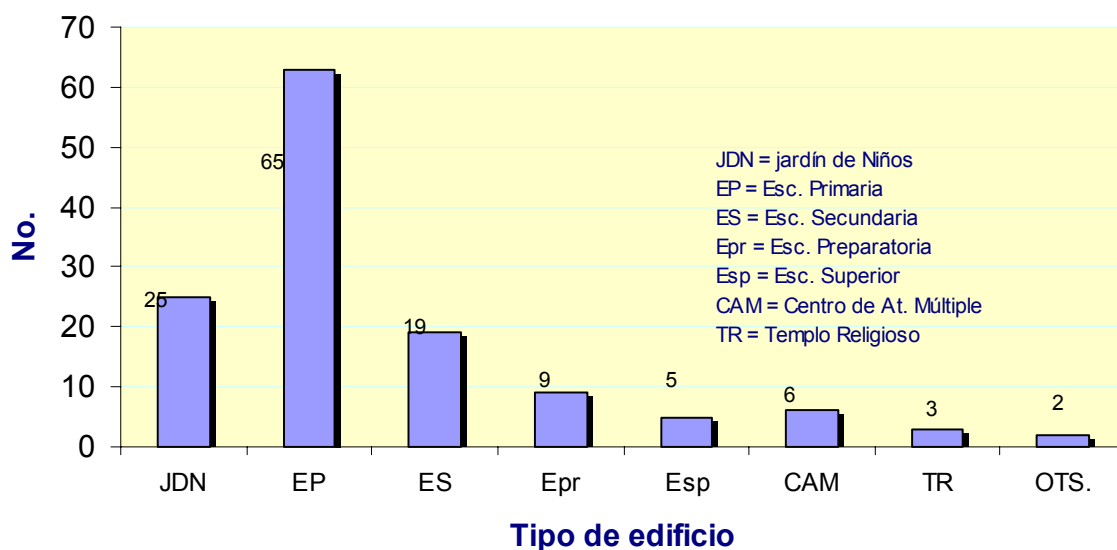


Figura 2. Clasificación de albergues según la función de los edificios

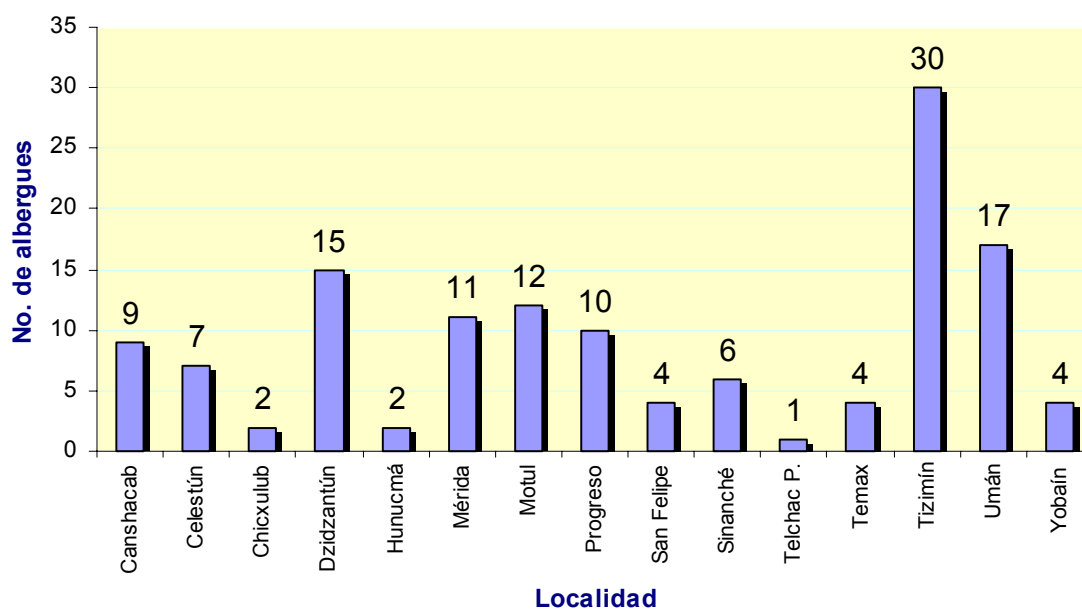


Figura 3. Relación de albergues por localidad

Sistema constructivo

En la tabla 1 se indican las condiciones de funcionalidad de los sistemas constructivos que guardan los albergues en cada uno de las comunidades consideradas en el estudio. Los sistemas evaluados en esta fase fueron losas y muros; así como, puertas, ventanas y acabados exteriores.

Con respecto a las losas se observó que el defecto más recurrente fue el deterioro o la falta de impermeabilizante. De acuerdo con los datos reportados en la tabla 1, se observa que el 45% de los sitios analizados presenta problemas de filtraciones de agua hacia el interior de los edificios debido a las malas condiciones. Esta irregularidad en los techos se transmite a los muros ocasionado que éstos se humedezcan y se inicie la formación de manchas que

decoloran las paredes y, seguidamente el desprendimiento de los acabados. De los 134 albergues estudiados, se observó que el 31% ya presenta problemas de manchas en muros y en algunos casos de desprendimiento del acabado. De igual manera, se concluyó que el 22% de los

albergues presenta problemas de desperfecto en puertas y ventanas y en algunos casos con puertas sin cerraduras y ventanas rotas. La nomenclatura usada señala las condiciones de funcionalidad del subsistema; así, BC indica buenas condiciones y MC malas condiciones (Cerón, 2,004).

Tabla 1. Datos de la red de albergues y evaluación funcional del sistema constructivo

Localidad	Albergues	Aulas	Capacidad	Baños		Sistema constructivo							
				H	M	Techos		Muros		P y V		Acabados	
				inodoro	inodoro	BC	MC	BC	MC	BC	MC	BC	MC
Cansahcab	9	57	1425	30	41	3	6	5	4	9	0	3	6
Celestún	7	37	925	19	23	7	0	6	1	6	1	5	2
Chicxulub	2	19	475	8	12	2	0	2	0	0	2	2	0
Dzidzantún	15	98	2450	50	71	8	7	11	4	9	6	11	4
Hunucmá	2	29	725	14	11	2	0	2	0	2	0	2	0
Mérida	11	140	3500	41	65	6	3	8	1	9	0	7	2
Motul	12	120	3000	51	69	2	10	3	9	6	6	4	8
Progreso	10	105	2625	48	59	6	4	6	4	7	3	7	3
San Felipe	4	17	425	8	11	3	1	3	1	3	1	3	1
Sinanché	6	27	675	14	18	3	3	4	2	5	1	4	2
Telchac P.	1	9	225	5	6	1	0	1	0	1	0	1	0
Temax	4	37	925	19	36	4	0	4	0	4	0	4	0
Tizimin	30	331	8275	124	165	12	18	15	15	21	9	17	13
Umán	17	146	3650	58	81	11	6	17	0	17	0	10	7
Yobaín	4	19	475	15	16	2	2	4	0	3	1	2	2
Totales	134	1144	29,625	504	684	74	60	93	41	104	30	84	50

H = Hombres, M = Mujeres, BC = Buenas Condiciones, MC = Malas Condiciones, P y V = Puertas y ventanas

Servicios hidráulicos y sanitarios

En la tabla 2 se ilustran las condiciones de funcionalidad de los servicios hidráulicos y sanitarios que guardan los albergues en cada uno de las comunidades consideradas en el estudio. Los subsistemas evaluados fueron los muebles sanitarios y sus herrajes, así como las instalaciones hidráulicas y sanitarias. Se observó que en su gran mayoría los muebles están en buenas condiciones pero no así los herrajes o llaves. De los resultados del estudio se desprende que el 36% presenta problemas que impiden el buen funcionamiento de los mismos, lo que propicia entre otras cosas la escasez de agua o desperdicio de la misma. Otro aspecto que contribuye a la carencia de agua en los sanitarios se debe a la inexistencia de instalaciones complementarias tales como cisternas o depósitos de agua y bombas

eléctricas conectadas que permitan la conducción del agua desde el depósito o cisterna hasta los tinacos que surten a los muebles sanitarios. Los bebederos son instalaciones frecuentes en planteles educativos; sin embargo, se observó que muy pocos planteles cuentan con dicho servicio. De la tabla 2 se desprende que solo el 9% ofrece servicios de bebederos. Con referencia a las instalaciones hidráulicas, se notó que aproximadamente el 41% presenta problemas de funcionamiento. Esta irregularidad ocurre por diversas causas, pero la más recurrente es la falta de mantenimiento de las instalaciones (Cerón, 2, 004).

Instalaciones complementarias

Asimismo, en la tabla 2 se ilustran las condiciones de funcionalidad de las instalaciones complementarias. En este bloque se incluyen: rampas,

almacén, cisternas, botiquín, instalaciones eléctricas y la existencia de pozos de agua, así como bombas eléctricas y otros.

Con respecto a las rampas de acceso y de comunicación, se observó que 103 (77%) del total de los inmuebles evaluados no cuenta con este servicio. Esta carencia propicia que las personas con deficiencias motrices no puedan circular adecuadamente en ellas. Asimismo, se detectó que el 51% de los albergues no cuenta con un almacén para guardar productos, lo que en la mayoría de los casos obliga a ocupar un aula para tal efecto, reduciendo su capacidad de atender a la gente en casos de emergencia.

Por otro lado, se observó que el 50% de los inmuebles evaluados no cuentan con cisternas o

depósitos de agua. La inexistencia de cisternas resulta una carencia preocupante para el buen funcionamiento de un edificio ya que este subsistema contribuye significativamente al garantizar volúmenes adecuados de agua para consumo humano. Es obvio que un albergue debe garantizar la integridad física de las personas pero también debe proporcionar los servicios básicos de agua para la salud de las personas.

Otro servicio considerado en el estudio fue la funcionalidad de las instalaciones eléctricas. En este aspecto, se registró que el 40% de los albergues presenta problemas de continuas bajas de intensidad de la energía eléctrica, propiciando desperfectos en otros subsistemas, cortes continuos de suministro de agua, interrupción de las labores propias de los inmuebles, etc. (Cerón, 2, 004).

Tabla 2. Servicios hidráulicos, sanitarios e instalaciones complementarias

Localidad	Albergues	Servicios hidráulicos y sanitarios								Instalaciones complementarias							
		Inodoros		Lavabos		Bebederos		Inst. Hidrául.		Rampas		Almacén		Cisterna		Inst. Eléc.	
		BC	MC	BC	MC	BC	MC	BC	MC	ST	NT	ST	NT	ST	NT	BC	MC
Cansahcab	9	5	4	5	4	2	7	4	5	0	9	5	4	5	4	3	6
Celestún	7	3	4	3	4	0	7	3	4	0	7	0	7	6	1	4	3
Chicxulub	2	2	0	2	0	1	1	2	0	0	2	0	2	1	1	1	1
Dzidzantún	15	8	7	8	7	2	13	7	81	5	10	6	9	4	11	8	7
Hunucmá	2	1	1	1	1	0	2	1	1	0	2	2	0	1	1	1	1
Mérida	11	11	0	9	2	0	11	11	0	5	6	10	1	5	6	11	0
Motul	12	5	7	5	7	3	9	1	11	5	7	1	11	3	9	2	10
Progreso	10	8	2	9	1	2	8	5	5	3	7	4	6	10	0	6	4
San Felipe	4	4	0	4	0	0	4	4	0	1	3	3	1	3	1	1	3
Sinanché	6	4	2	4	2	0	6	3	3	0	6	3	3	2	4	5	1
Telchac P.	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
Temax	4	4	0	4	0	0	4	4	0	0	4	2	2	1	3	4	0
Tizimín	30	16	14	17	13	12	18	17	13	6	24	12	18	13	17	17	13
Umán	17	11	6	15	2	0	17	16	1	6	11	10	7	11	6	15	2
Yobaín	4	3	1	2	2	3	1	1	3	0	4	2	2	1	3	2	2
Totales	134	85	49	88	46	12	122	79	55	31	103	61	73	67	67	81	53

ST = Si Tiene, NT = No Tiene, BC = Buenas Condiciones, MC = Malas Condiciones

Evaluación estructural

Todo inmueble que se pretenda utilizar como refugio o albergue en situaciones de emergencia debe ser capaz de garantizar la integridad física de sus

ocupantes. Para ello debe contar, entre otras cosas, con una estructura con características tales que le permita resistir la acción directa de las presiones y succiones producidas por el flujo de las masas de aire actuando contra ella. Para ello, se procedió a realizar

una serie de visitas a los inmuebles con el propósito de identificar las características de su estructuración y poder establecer el grado de seguridad que ofrecen a sus usuarios.

Estructura tipo A

La estructuración encontrada con mayor frecuencia, perteneciente en la gran mayoría de los casos a aulas, consiste en edificios de un solo nivel, con losas de azotea a dos aguas formadas por el sistema de vigueta presforzada y bovedilla de

concreto vibrocomprimido. El sistema estructural principal consiste en muros confinados de mampostería de bloques huecos de concreto vibrocomprimido. El confinamiento de los muros se logra con elementos de concreto reforzado (cadenas de cimentación o de nivelación y castillos) que rodean a los tableros de mampostería. Estos muros se desplantan a partir de zapatas corridas de mampostería de piedra natural de la región, apoyadas sobre el estrato rocoso. Las figuras 1 y 2 ilustran este tipo de estructuración.



Figura 1. Estructura tipo A



Figura 2. Estructura tipo A

Comportamiento estructural

Las aulas tipo y módulos de baños construidos con este sistema son generalmente de baja altura, con dimensiones mayores en planta que en elevación. Esta geometría ofrece poca área de exposición directa al flujo de aire, por lo que las presiones y succiones que se presentan sobre sus muros y losas no son de magnitudes considerables. Estructuralmente, el sistema distribuye eficientemente las cargas gravitacionales, mientras que el peso propio del sistema de losa contrarresta el efecto de succión del viento. Ante cargas laterales, la resistencia estructural depende de que los muros de mampostería y los castillos que los confinan sean capaces de tomar la fuerza cortante y la flexión inducidas por las presiones del viento. Estas acciones se presentan simultáneamente, ya que en una construcción de planta rectangular cerrada, los muros paralelos al flujo del viento reciben directamente el empuje de éste, mientras que son succionados por presiones negativas perpendiculares a su plano. Sin embargo, como se mencionó con anterioridad, las magnitudes de las presiones que se generan sobre

estas estructuras no son elevadas, por lo que el sistema se considera adecuado.

Estructura tipo B

La estructura tipo B es una variante de la anteriormente descrita. La cimentación consiste también en zapatas corridas de mampostería de piedra natural, la estructura resistente principal son muros confinados de mampostería de bloques de concreto vibrocomprimido y el sistema de losa está formado con viguetas pretensadas y bovedillas de concreto. Sin embargo, en este caso se tienen también traveses de concreto reforzado a manera de cadenas de nivelación, con volados en los extremos de los edificios. Figuras 3 y 4.

Comportamiento estructural

Las características geométricas de estas estructuras y sus formas de resistir las cargas laterales son las mismas que las de las estructuras tipo A, por lo que el sistema se considera adecuado.



Figura 3. Estructura tipo B



Figura 4. Estructura

Estructura tipo C

Otra de las estructuraciones comunes que se registraron durante el estudio son las combinaciones de muros cargadores de mampostería de bloques, con cimientos de mampostería de piedra natural, con

elementos metálicos de sección cuadrada o rectangular a manera de vigas y castillos y sistemas de losa formados por losas de concreto reforzado de poco espesor. Los puntales metálicos se encuentran, al parecer, embebidos en dados de concreto. Figuras 5 y 6.



Figura 5. Estructura tipo C



Figura 6. Estructura tipo C

Comportamiento estructural

Los elementos metálicos actúan a manera de puntales y contribuyen a la resistencia del sistema ante cargas gravitacionales. En muchos casos, estos puntales metálicos rodean o limitan a muros de mampostería de bloques huecos de concreto. Sin embargo, no brindan confinamiento a estos muros, ya

que al tratarse de dos materiales de características físicas radicalmente diferentes, la adherencia entre ellos es mucho menor que la que se logra entre el muro de mampostería y un castillo de concreto reforzado. Esto provoca que la resistencia ante cargas laterales la proporcionen, en primera instancia, los puntales metálicos por sí solos. Al tener secciones transversales pequeñas tienen, por consecuencia,

módulos de sección pequeños y poca rigidez a la flexión. Cuando los puntales se flexionan, se apoyan sobre los muros de mampostería y se logra una resistencia adicional ante cargas laterales. Sin embargo, por lo que se pudo observar, generalmente los muros de mampostería se encuentran en una sola dirección, de tal manera que este efecto de interacción entre los puntales y el muro se presenta solo en una dirección del edificio, dejando a la otra dirección con menos elementos para resistir cargas laterales. Adicionalmente, es oportuno mencionar que las características propias del acero lo hacen susceptible de sufrir daños por corrosión, lo cual implica la necesidad de realizar actividades de mantenimiento periódicas. Un deterioro avanzado por corrosión en elementos principales de acero puede disminuir de manera significativa su resistencia mecánica, con el consecuente riesgo de sufrir algún tipo de falla durante un evento ciclónico.



Figura 7. Estructura tipo D

Estructura tipo D

Consiste en marcos rígidos de concreto reforzado, como elemento estructural principal. La cimentación consiste en zapatas aisladas de concreto desplantadas sobre el estrato resistente rocoso y los sistemas de losa son, generalmente, de vigueta presforzada y bovedilla de concreto vibrocomprimido, aunque en algunos casos se emplearon losas armadas. Los edificios estructurados con este sistema son de entre uno y tres niveles, aunque puede emplearse para edificaciones más altas. Por lo general, se trata de sistemas tridimensionales, es decir, aunque pueden identificarse marcos principales cargadores, éstos se encuentran unidos entre sí a través de trabes de liga, lo que proporciona al sistema una elevada rigidez lateral en cualquier dirección. Figuras 7 y 8.



Figura 8. Estructura tipo D

Comportamiento estructural

Los marcos rígidos tridimensionales son estructuras muy eficientes, tanto ante la acción de las cargas gravitacionales como de las cargas accidentales producidas por el viento, ya que la resistencia global de la estructura es el resultado de la contribución de las rigideces de todos sus elementos principales, columnas, trabes y trabes de liga. Incluso sus elementos de cimentación resultan ser menos susceptibles de resultar deteriorados por inundaciones, comunes durante los eventos ciclónicos, que los cimientos tradicionales de mampostería de piedra natural. Este tipo de estructuración puede considerarse ideal para edificaciones que cumplan con la función de refugios

y albergues, desde el punto de vista de la seguridad estructural.

Estructura tipo E

Estas construcciones consisten básicamente en muros de mampostería de piedra natural de espesores aparentes considerables. Se suponen generalmente desplantados desde un estrato rocoso resistente. Los sistemas de losa consisten, en la mayor parte de los casos, de un sistema resistente principal formado por vigas de madera, en forma de troncos de sección transversal circular o cuadrada, o bien vigas metálicas de sección "I". Estos elementos se encuentran a separaciones pequeñas de 60 a 80 cm. El espacio existente entre viga y viga se cubre, en el

sentido perpendicular a las vigas, con viguetillas de madera de sección cuadrada, a separaciones de entre 15 y 25 cm. Sobre este entramado de vigas y viguetillas se encuentra un material conocido en la región como Bacpec, el cual es un material constituido principalmente con sascab, piedras naturales y algún tipo de material aglutinante. Figuras 9 y 10.

Comportamiento estructural

Aunque estos edificios parecen presentar un aspecto sólido, esto no siempre es así. El considerable espesor de los muros es engañoso, ya que en muchas ocasiones el muro está formado en realidad por dos muros de mampostería de piedra natural, de espesores de entre 25 a 35 cm, y el espacio que queda vacío entre los muros se encuentra relleno con material

suelto, escombros y en ocasiones incluso con basura. Al no existir ningún tipo de impermeabilización entre el cimiento y los muros, éstos se encuentran con presencia casi constante de humedad, la cual se extiende por capilaridad a través del material del muro, debilitando gradualmente a los materiales aglutinantes que mantienen integrada a la mampostería. Para los edificios de estas características, utilizados como albergues o refugios en caso de huracanes, se sugiere la realización de una inspección detallada y metódica por parte de personal calificado en patología estructural, el cual deberá realizar sondeos al azar en los principales elementos estructurales. Cabe resaltar que los edificios con las características descritas son susceptibles de sufrir colapsos súbitos, y no necesariamente asociados a la presencia de un evento ciclónico.



Figura 9. Estructura tipo E



Figura 10. Estructura tipo E

Análisis de funcionalidad

Es obvio que los inmuebles están funcionando y las autoridades de cada plantel realizan esfuerzos para que los servicios que le ofrecen a la sociedad sean adecuados; sin embargo, resulta pertinente comentar que cada edificio presenta un cierto grado de deterioro que debe subsanarse para que su funcionamiento sea mejor. En la mayoría de los sistemas evaluados se observaron diversos aspectos que requieren de una inmediata intervención correctiva. En las Tablas 3 y 4 se presentan los resúmenes de funcionalidad, así como las recomendaciones a seguir para lograr mejores condiciones de serviciabilidad de cada uno de los subsistemas evaluados de la red de albergues.

CONCLUSIONES

Cada edificio presenta un cierto grado de vulnerabilidad que debe subsanarse para que su funcionamiento sea mejor. En la mayoría de los subsistemas evaluados se observaron aspectos negativos que requieren de cierta intervención para mejorar sus condiciones funcionales. Se aprecia que el aspecto central para un mejor funcionamiento de los edificios visitados consiste en implementar un programa de mantenimiento permanente que incida directamente en mejores servicios de infraestructura y de seguridad para los usuarios. Los servicios sanitarios y de suministro de agua potable son fundamentales para la salud pública y resulta altamente prioritario darle una mayor atención a este

rubro, ya que como se mencionó en los párrafos anteriores el 36% del total de los muebles sanitarios presentan problemas de mal funcionamiento y el 50%

de los albergues no cuentan con cisternas para almacenar el agua.

Tabla 3. Vulnerabilidad de los sistemas constructivos

Localidad	albergues	Sistema Constructivo								Acciones a realizar para mejorar las condiciones de funcionalidad de los inmuebles
		Techos		Muros		PyV		Acab.		
		BC	MC	BC	MC	BC	MC	BC	MC	
Cansahcab	9	3	6	5	4	9	0	3	6	Reparar techos, eliminar manchas de humedad y checar acabados
Celestún	7	7	0	6	1	6	1	5	2	Eliminar manchas de humedad, reparar puertas, ventanas y acabados
Chicxulub	2	2	0	2	0	0	2	2	0	Revisar y reparar puertas y ventanas
Dzidzantún	15	8	7	11	4	9	6	11	4	Reparar techos, eliminar manchas de humedad, reparar puertas, ventanas y acabados
Hunucmá	2	2	0	2	0	2	0	2	0	
Mérida	11	8	3	10	1	11	0	9	2	Reparar techos, eliminar manchas de humedad y checar acabados
Motul	12	2	10	3	9	6	6	4	8	Reparar techos, eliminar manchas de humedad, reparar puertas, ventanas y acabados
Progreso	10	6	4	6	4	7	3	7	3	Reparar techos, eliminar manchas de humedad, reparar puertas, ventanas y acabados
San Felipe	4	3	1	3	1	3	1	3	1	Reparar techos, puertas, ventanas y acabados, eliminar manchas de humedad,
Sinanché	6	3	3	4	2	5	1	4	2	Reparar techos, eliminar manchas de humedad, reparar puertas, ventanas y acabados
Telchac P.	1	1	0	1	0	1	0	1	0	
Temax	4	4	0	4	0	4	0	4	0	
Tizimín	30	12	18	15	15	21	9	17	13	Reparar techos, eliminar manchas de humedad, reparar puertas, ventanas y acabados
Umán	17	11	6	17	0	17	0	10	7	Reparar techos y acabados en muros
Yobain	4	2	2	4	0	3	1	2	2	Reparar techos, reparar puertas, ventanas y acabados

BC = Buenas Condiciones, MC = Malas Condiciones, PyV = Puertas y ventanas

Tabla 4. Vulnerabilidad de los servicios hidráulicos y sanitarios

Localidad	albergues	Serv. Hidráulicos y Sanitarios								Acciones a realizar para mejorar las condiciones de funcionalidad de los inmuebles
		Inodoros		Lavabos		Bebedores.		Inst. hid.		
		BC	MC	BC	MC	BC	MC	BC	MC	
Cansahcab	9	5	4	5	4	2	7	4	5	Reparar muebles sanitarios, herrajes e instalaciones hidráulicas y sanitarias
Celestún	7	3	4	3	4	0	7	3	4	Reparar muebles sanitarios, herrajes e instalaciones hidráulicas y sanitarias
Chicxulub	2	2	0	2	0	1	1	2	0	

Localidad	albergues	Serv. Hidráulicos y Sanitarios								Acciones a realizar para mejorar las condiciones de funcionalidad de los inmuebles
		Inodoros		Lavabos		Bebederos.		Inst. hid.		
		BC	MC	BC	MC	BC	MC	BC	MC	
Dzidzantún	15	8	7	8	7	2	13	7	8	Reparar muebles sanitarios, herrajes e instalaciones hidráulicas y sanitarias
Hunucmá	2	1	1	1	1	0	2	1	1	Reparar muebles sanitarios, herrajes e instalaciones hidráulicas y sanitarias
Mérida	11	11	0	9	2	0	11	11	0	
Motul	12	5	7	5	7	3	9	1	11	Reparar muebles sanitarios, herrajes e instalaciones hidráulicas y sanitarias
Progreso	10	8	2	9	1	2	8	5	5	Reparar muebles sanitarios, herrajes e instalaciones hidráulicas y sanitarias
San Felipe	4	4	0	4	0	0	4	4	0	
Sinanché	6	4	2	4	2	0	6	3	3	Reparar muebles sanitarios, herrajes e instalaciones hidráulicas y sanitarias
Telchac P.	1	0	1	0	1	0	1	0	1	Reparar muebles sanitarios, herrajes e instalaciones hidráulicas y sanitarias
Temax	4	4	0	4	0	0	4	4	0	
Tizimín	30	16	14	17	13	12	18	17	13	Reparar muebles sanitarios, herrajes e instalaciones hidráulicas y sanitarias
Umán	17	11	6	15	2	0	17	16	1	Reparar muebles sanitarios, herrajes e instalaciones hidráulicas y sanitarias
Yobaín	4	3	1	2	2	0	4	1	3	Reparar muebles sanitarios, herrajes e instalaciones hidráulicas y sanitarias

BC = Buenas Condiciones, MC = Malas Condiciones, PyV = Puertas y ventanas

Aunque la gran mayoría de los edificios presentan un comportamiento estructural adecuado, se desprende del estudio que algunos de ellos requieren de un programa de mantenimiento y reparaciones. Se recomienda un programa de inspección detallada para los edificios identificados como estructuras tipo “E” ya que son susceptibles de sufrir colapsos súbitos que ponen en riesgo la integridad de las personas. Por otro lado, se aprecia que ante la amenaza de un huracán la estructura tipo “D” resulta ideal para edificaciones que cumplan con la función de refugios y albergues.

AGRADECIMIENTOS

El proyecto fue financiado por el “Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT – Gobierno del Estado de Yucatán” y se contó con la colaboración de la Unidad de Protección Civil del Gobierno del Estado y de los directores de los planteles visitados.

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, A. F., 1,997. Manejo de Albergues temporales. Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna. San José, Costa Rica.
- Cerón C. M., 2,004. Estudio sobre la funcionalidad de los albergues temporales y de las vías de comunicación de apoyo a los municipios costeros del estado de Yucatán ante la amenaza de huracanes. Informe técnico final, clave YUC-2002-C01-8665. Mérida, Yucatán.
- Gobierno del Estado de Yucatán, 2,002. Informe final del paso del huracán Isidoro en Yucatán. Mérida, Yucatán.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2,001. XII Censo de población y vivienda. México, D. F.

Cerón *et.al.* / Ingeniería 8-2 (2004) 131-143

Unidad Estatal de Protección Civil, 2,002. Implementación y operación de albergues y refugios temporales 2,002.
Gobierno del Estado de Yucatán. Mérida, Yucatán.