

Efectos Causados por el Huracán María en las Canchas de Baloncesto del Municipio de Yabucoa, Puerto Rico

Edgardo Cuevas Meléndez

Maestría en Ingeniería en Ingeniería Civil

Mentor: Héctor J. Cruzado, Ph.D.

Departamento de Ingeniería Civil, Ingeniería Ambiental y Agrimensura

Universidad Politécnica de Puerto Rico

Resumen — El huracán María entró a Puerto Rico el 20 de septiembre de 2017. El punto de entrada fue el municipio de Yabucoa, que fue uno de los más afectados. Para este proyecto, se investigaron los daños a las canchas de baloncesto de Yabucoa causados por el huracán María. Para hacer un análisis, se tomó en consideración la topografía, el factor de exposición y la velocidad del viento. Para este estudio, se desarrolló una métrica para clasificar los daños de las canchas de baloncesto como Leves, Moderados o Severos. Se encontró que de las 23 canchas que tiene el municipio, todas tuvieron algún tipo de daño: 8 tuvieron daños leves, 6 tuvieron daños moderados y 9 tuvieron daños severos.

Términos Clave — Documentación de Daño, Estructuras de Acero, Magnitud de Daño, Tipo de Daño.

INTRODUCCIÓN

Puerto Rico está regularmente en riesgo de ser afectado por tormentas tropicales y huracanes. Desde 1989, tres huracanes mayores han entrado en Puerto Rico, causando billones de dólares en daños. El último en afectar la isla fue el huracán María, el cual entró el 20 de septiembre de 2017. El huracán María es el tercer huracán más costoso en la historia de los Estados Unidos y es por mucho el que ha causado más destrucción en Puerto Rico en los tiempos modernos [1]. El Municipio de Yabucoa fue uno de los más afectados por este huracán.

En Puerto Rico hay alrededor de 960 instalaciones deportivas. Se estima que el huracán María causó \$97 millones en daños en 500 de las 960 instalaciones [2]. En el municipio de Yabucoa hay en total 23 canchas de baloncesto de diferentes tipos. Los tipos de canchas presentes en esta

municipalidad son no techada (figura 1), de techo tradicional de acero (figura 2), de techo de planchas de metal con paredes de hormigón (figura 3) y de techo de cascarón (figura 4).



Figura 1

Ejemplo de Cancha de Baloncesto No Techada



Figura 2

Ejemplo de Cancha de Baloncesto de Techo Tradicional



Figura 3

Ejemplo de Cancha de Baloncesto de Techo de Planchas de Metal con Paredes de Hormigón

categoría de riesgo. También se observó durante la visita cómo era la topografía del lugar, el entorno y el tipo de estructura, según la clasificación en el estudio. Todos los factores se tomaron en consideración para hacer un análisis del daño y su causa.

RESULTADOS

En el municipio de Yabucoa 4 canchas son no techadas, 13 canchas son de techo tradicional, 4 canchas son de techo de planchas de metal con paredes de hormigón y 2 canchas son de techo de cascaron.

Las 23 canchas del municipio de Yabucoa tuvieron como menos dos tipos de daños de los evaluados en la métrica.



Figura 6
Ejemplo de Cancha de Baloncesto con Daño Severo



Figura 7
Ejemplo de Cancha de Baloncesto con Daño Moderado

De acuerdo con la métrica usada en el estudio, 9 canchas de baloncesto tienen daños severos, 6 canchas de baloncesto tienen daños moderados y 8 canchas de baloncesto tienen leves daños. Según este estudio, la mayoría de las canchas de baloncesto tienen daño moderado o severo. Las figuras 6 a 8 muestran ejemplos del tipo de daño de las diferentes clasificaciones.



Figure 8
Ejemplo de Cancha de Baloncesto con Poco Daño

En las tablas 1 a 4, se exponen datos sobre la magnitud del daño, la topografía y el factor de exposición. Los siguientes términos utilizados en las tablas se muestran con sus respectivas abreviaciones:

- DL = daño leve
- DM = daño moderado
- DS = daño severo
- M = Montaña
- V = Valle

La topografía de la zona donde se encontraban las canchas tiene un papel importante en el daño sufrido. Las canchas de baloncesto con techo tradicional totalizaban 13, de las cuales 4 se encontraban en la montaña y 9 se encontraban en valles (tabla 1). La totalidad de canchas de este tipo que se encontraba en la montaña fue más impactada que las que se encontraban en el valle, ya que en promedio 50% de las canchas en la montaña fue severamente afectada, mientras que en el valle el 44% de las canchas recibió daño severo.

Tabla 1
Datos de Canchas con Techo Tradicional

TECHO TRADICIONAL								
Facilidad	DAÑO			Topografía		FACTOR DE EXPOSICION		
	DL	DM	DS	M	V	B	C	D
YA-025			X	X				X
YA-022			X	X			X	
YA-063			X		X		X	
YA-064			X		X		X	
YA-047			X		X		X	
YA-067			X		X		X	
YA-JAGUEYES		X		X				X
YA-002		X			X		X	
YA-027	X				X		X	
YA-020	X				X		X	
YA-065	X			X		X		
YA-RESIDENCIAL	X				X	X		
YA-004	X				X		X	
TOTAL	5	2	6	4	9	2	9	2

En el caso de las canchas no techadas, hay una situación similar, ya que el 100% de las canchas que se encontraban en la montaña tuvieron daño moderado y de las que se encontraban en el valle solo 50% tuvo daño moderado (tabla 2).

Tabla 2
Datos de Canchas No Techadas

NO TECHADA								
Facilidad	DAÑO			Topografía		FACTOR DE EXPOSICION		
	DL	DM	DS	M	V	B	C	D
YA-075		X		X				X
YA-071		X			X		X	
YA-029		X		X				X
YA-LOS	X				X		X	
TOTAL	1	3	0	2	2	0	2	2

Tabla 3
Datos de Canchas de Planchas de Metal con Paredes de Hormigón

Planchas de metal con paredes de Hormigón								
Facilidad	DAÑO			Topografía		FACTOR DE EXPOSICION		
	DL	DM	DS	M	V	B	C	D
YA-017	X				X		X	
YA-010	X				X		X	
YA-035		X			X		X	
YA-033			X		X		X	
TOTAL	2	1	1	0	4	0	4	0

En el caso de las canchas de baloncesto con planchas de metal y paredes de hormigón, 4 se encontraban en valles (tabla 3). En este caso no se

puede hacer una relación de comparación, ya que ninguna se encuentra en la montaña, pero sí se puede notar que fue la categoría con mayor cantidad de canchas con daño leve, lo que indica claramente que la topografía influyó en la severidad del daño.

Las canchas de baloncesto con techo de cascarón totalizaban 2, de las cuales una se encontraba en la montaña y la otra se encontraba en el valle (tabla 4). Ambas canchas tuvieron daños severos. En general se puede observar que las canchas que se encontraban en la montaña sufrieron más daños que las canchas en los valles.

El factor de exposición se relaciona con lo que hay alrededor de la cancha. Por esta razón su consideración fue de mucha importancia. Las dos canchas con techo de cascarón se clasificaron como Factor de Exposición C (tabla 4). Irónicamente, aunque una se encontraba en el valle y la otra, en la montaña, sufrieron el mismo daño y tenían el mismo factor de exposición, lo cual demuestra que los vientos a los que se exponían tenían relación en su comportamiento. Se muestra un predominio de todas las canchas a un Factor de Exposición C, con un total de 17 canchas en esta categoría, 8 con daño severo, demostrando casi 50% de los casos en esta categoría.

Tabla 4
Datos de Canchas de Techo de Cascarón

Techo de Cascarón								
Facilidad	DAÑO			Topografía		FACTOR DE EXPOSICION		
	DL	DM	DS	M	V	B	C	D
YA-013			X		X		X	
YA-007			X	X			X	
TOTAL	0	0	2	1	1	0	2	0

Todas las canchas de baloncesto se clasificaron como Categoría de Riesgo I de acuerdo con el IBC2018. Se utilizó el sitio de Internet del Applied Technology Council [5] para determinar la velocidad del viento de acuerdo a la localización de la cancha. La velocidad del viento promedio en las canchas de baloncesto con daño leve fue 153.625 mph (tabla 5), la velocidad del viento promedio en las canchas con daño moderado fue 161.1667 mph (tabla 6) y la velocidad promedio del viento

promedio de las canchas con daño severo fue 157.3333 mph (tabla 7).

Tabla 5
Velocidad Promedio del Viento en Canchas con Daño Leve

DAÑO LEVE		
Tipo de Cancha	Facilidad	PBC-18 (mph)
Techo tradicional	YA-027	151
Techo tradicional	YA-020	151
Planchas de metal con paredes de Hormigón	YA-017	151
Techo tradicional	YA-065	159
No techada	YA-LOS ANGELES	153
Techo tradicional	YA-RESIDENCIAL	153
Techo tradicional	YA-004	152
Planchas de metal con paredes de Hormigón	YA-010	159
Velocidad Promedio del Viento		153.625

Tabla 6
Velocidad Promedio del Viento en Canchas con Daño Moderado

DAÑO MODERADO		
Tipo de Cancha	Facilidad	PBC-18 (mph)
No techada	YA-075	164
Techo tradicional	YA-JAGUEYES	161
No techada	YA-071	152
Planchas de metal con paredes de Hormigón	YA-035	152
Techo tradicional	YA-002	153
No techada	YA-029	185
Velocidad Promedio del Viento		161.166667

Se pudo observar en la estructura de varias canchas que tenían columnas de hormigón de 3 pies de altura que servían como refuerzo a las columnas de acero. Estas canchas tuvieron menos daños que aquellas que tienen 4 tornillos con 4 tuercas y bases de 4 pulgadas aproximadamente.

Una de las canchas con techos de planchas de metal y paredes de hormigón clasificada con daño severo parece tener este daño a causa de los vicios de construcción, ya que la pared que falló

presentaba una pobre conexión en la base, la cual no tenía varillas de refuerzo.

Tabla 7
Velocidad del Viento Promedio en Canchas con Daño Severo

DAÑO SEVERO		
Tipo de Cancha	Facilidad	PBC-18 (mph)
Techo tradicional	YA-025	171
Techo tradicional	YA-022	163
Techo tradicional	YA-063	153
Planchas de metal con paredes de Hormigón	YA-033	152
Techo tradicional	YA-064	152
Techo tradicional	YA-047	152
Techo tradicional	YA-067	152
Techo de Cascaron	YA-013	153
Techo de Cascaron	YA-007	168
Velocidad Promedio del Viento		157.3333333

CONCLUSIÓN

De acuerdo con la métrica usada en el estudio, 9 canchas de baloncesto tienen daño severo, 6 tienen daño moderado y 8 tienen daños leves. La velocidad promedio del viento en las canchas de baloncesto con daños leves fue 153.625 mph, en las canchas con daños moderados fue 161.1667 mph y en las canchas con daños severos fue 157.3333 mph (utilizando el PBC-18). Este resultado fue afectado por un elemento aislado: la cancha de baloncesto YA-029, que en el PBC-18 tiene una velocidad del viento igual a 185 mph. Si no se considera este elemento, la velocidad promedio del viento de las canchas levemente dañadas sería 153.625 mph, la de las canchas con daño moderado sería 156.4 mph y la de las severamente dañadas sería 157.3333 mph. Las velocidades promedio del viento resultantes tiene sentido, ya que la región con mayor viento fue la más afectada. Se obtuvieron los resultados esperados, ya que se obtuvo 39% de canchas con daño severo, 35% de canchas con daño moderado y 26% de canchas con daño leve. Estos resultados prueban que la mayoría de las canchas

de baloncesto recibieron daños moderados o severos. 52% de las canchas de baloncesto mostraban pobre mantenimiento, lo que sugiere que el mantenimiento fue una de las causas principales del incremento de daños.

Los resultados demuestran que es importante tomar en consideración muchos factores al momento de construir este tipo de estructuras. En general, se debe evaluar la velocidad del viento en la región donde se piensa construir, de acuerdo con el PBC-18. También es de suma importancia darles el mantenimiento adecuado a las estructuras para prevenir daños críticos a las instalaciones. Además, se debe tomar en consideración el tipo de estructura ideal para las diferentes regiones, ya que, de acuerdo con la topografía, la exposición se altera.

Las canchas de baloncesto con techo de cascarón parecen ser el tipo de cancha menos efectiva para enfrentar a los vientos fuertes del huracán, con un total de 2 de las 2 canchas de este tipo con daño severo. Una de las canchas de techo de cascarón estaba en la montaña y la otra estaba en un valle, con Factor de Exposición C y el mismo daño.

En general, el mejor tipo de cancha para evitar daños es la cancha con planchas de metal y paredes de hormigón, pero esta es la más costosa. Por esto es recomendable usar las canchas no techadas en áreas que experimenten vientos fuertes, para evitar daños costosos.

En futuros estudios sería de utilidad modificar los tipos de canchas existentes, para tratar de obtener canchas más resistentes y económicas en regiones con vientos fuertes de Puerto Rico.

REFERENCIAS

- [1] R. J. Pasch, A. B. Penny & Robbie Berg. (2019, Feb. 14). "National Hurricane Center Tropical Cyclone Report: Hurricane Maria", *National Oceanic and Atmospheric Administration, AL152017* [En línea]. Disponible: https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL152017_Maria.pdf. [Accedido: 10 de febrero, 2019].
- [2] Agencia EFE. (2018, Ene. 29). "Daños del huracán María en instalaciones deportivas en Puerto Rico fue de 97 millones", *Diario Las Américas*, párrafo 1 [En línea]. Disponible: <https://www.diariolasamericas.com/deportes/>

danos-del-huracan-maria-instalaciones-deportivas-puerto-rico-fue-97-millones-n4142404. [Accedido: 18 de abril, 2019].

- [3] Google Maps. (n. d.). *Municipio de Yabucoa* [En línea]. Disponible: <https://www.google.com/maps/@18.2084835,-67.1461807,9z>. [Accedido: 10 de febrero, 2019].
- [4] National Oceanic and Atmospheric Administration. (n. d.). *Hurricane Maria Imagery: Yabucoa* [En línea]. Disponible: <https://storms.ngs.noaa.gov/storms/maria/index.html#15/18.0448/-65.8814>. [Accedido: 10 de febrero, 2019].
- [5] ATC Council. (n. d.). *Hazards by Location* [En línea]. Disponible: hazards.atccouncil.org. [Accedido: 10 de febrero, 2019].