

Análisis comparativo de las escalas de velocidad de viento Saffir-Simpson y Rodríguez Ramírez

RENÉ BLANCO HEREDIA (*) y CARLOS LLANES BURÓN (**)

RESUMEN El trabajo consiste en un análisis comparativo de las escalas de intensidad de viento, entre la internacionalmente conocida Saffir-Simpson y la escala propuesta por el investigador cubano Dr. Mario E. Rodríguez Ramírez y su utilización en los estudios de riesgos por vientos extremos, realizando los autores una propuesta de utilización de esta última escala, modificada que la hace más compatibles con la realidad práctica para los análisis del riesgos por vientos a una escala arquitectónica. La importancia del artículo radica, en que la propuesta realizada de una escala a la que llamaron Rodríguez Ramírez modificada, y demuestran lo pertinente y efectiva que resulta la aplicación de la misma, sin que se pierda la importancia que tiene como escala internacional, la Saffir-Simpson en su aplicación en los estudios de riesgos por vientos extremos, en cualquier región de la cuenca de Gran Caribe.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE SCALES OF WIND SPEED SAFFIR-SIMPSON AND RODRÍGUEZ RAMÍREZ

ABSTRACT *The work consists on a comparative analysis of the scales of intensity of wind internationally well-known Saffir-Simpson and the proposed scale of the Cuban investigator Dr. Mario E. Rodríguez Ramirez and their use in the studies of risks for extreme winds, carrying out the authors a proposal of use of this last scale modified that they make them more compatible with the practical reality for the work to architectonic scale.*

The importance of the article resides in that the carried out proposal tries of demonstrating the pertinent and effective that is the application of the Cuban scale, without gets lost the importance that has as international scale the Saffir-Simpson, in its application in the studies of risks for extreme winds in any region of the basin of Great Caribbean.

Palabras clave: Escala Saffir-Simpson, Escala Rodríguez Ramírez, Vientos Extremos, Carga de Viento, Estudios de Riesgos por Vientos Extremos.

Keywords: Saffir-Simpson scale, Rodriguez Ramirez scale, Extreme Winds, Load of Wind, Studies of Risks for extreme winds.

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios de riesgos por vientos extremos, tienen necesariamente que hacer referencia a los niveles de “peligros” llamados también “amenazas”, por su acepción de la palabra “Hazard” del idioma inglés; que se aprecien, incluyendo la frecuencia de ocurrencia y tiempo de duración de los mismos actuando sobre el objeto estudiado y su entorno.

Por otro lado, los niveles de vulnerabilidad que se determinen para esos peligros o amenazas, igualmente, tiene la posi-

bilidad de demostrar hasta dónde una sociedad o comunidad en general, o una edificación en particular, son en un mayor o menor grado, vulnerable a la aparición de esos peligros, indicando un nivel de riesgo que habría que atender con determinada celeridad o urgencia.

Estos dos elementos, peligros y vulnerabilidades, conjugados adecuadamente en matrices de riesgos, permitirán conocer el valor que caracteriza el riesgo, sea este específico o total, según el método que se haya establecido para el análisis.

El conocimiento del nivel de riesgo, es una <<implicación creciente de la ciencia en la formulación de políticas públicas>> (Cerezo y Lujan; 2001) que eliminen o minimicen los niveles de vulnerabilidad, y con ello los niveles de riesgos a que están expuestos los objetos estudiados, las comunidades, la sociedad y con ellos, el hombre.

En el caso de los estudios de riesgos por vientos extremos, para los países ubicados en la zona de Gran Caribe, frecuentes en fenómenos hidrometeorológicos extremos, se hace nece-

(*) Facultad de Ingenierías. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Carretera Vía Blanca Varadero km 3 1/2, Matanzas. Cuba. E-mail: rene.blanco@umcc.cu

(**) CECAT. Facultad de Ingeniería Civil. CUJAE. Calle 114 # 11901, e/119 y 127. Marianao. Ciudad de la Habana, Cuba. E-mail: llanes@cecat.cujae.edu.cu,

sario analizar consecuentemente cómo perfilar los métodos de obtención de cada uno de los elementos que intervienen en la matriz, y que lleve a los investigadores, a valores los más reales posibles de riesgos, sin perder tiempo y precisión en el trabajo que se desarrolla, por cuanto el informe entregado por el equipo técnico requiere de certeza en sus resultados, sabiendo además que todos los estudios de riesgos tienen una base probabilística, que no se puede obviar.

2. MATERIAL Y MÉTODO

Los materiales utilizados fueron las escalas Saffir-Simpson y la Rodríguez Ramírez, de las cuales se hizo un riguroso análisis con el objetivo de compatibilizar las mismas, en sus límites entre categorías.

El método que se utilizó, fue el de "análisis y síntesis", el cual permitió a lo largo del todo el proceso de elaboración del trabajo, establecer todos los elementos que componen la propuesta.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. ESCALA SAFFIR-SIMPSON

Internacionalmente el viento de los eventos extremos como es el caso de los huracanes, es referido a la conocida escala de velocidades de vientos sostenidos y daños, conocida por la escala Saffir-Simpson.

Elaborada por dos eminentes investigadores de los Estados Unidos de Norteamérica en 1974, Herbert S. Saffir, ingeniero civil y Robert Simpson, meteorólogo y entonces director del Centro de Huracanes de Miami, Florida; unieron sus esfuerzos a solicitud de la Comisión de las Naciones Unidas para ofrecerle a la comunidad científica las posibilidades de establecer una comparación entre los fenómenos hidrometeorológicos que ocurrían, vinculando las presiones barométricas, con las velocidades de los vientos y los daños posibles a producir en las edificaciones.

Esta escala pasó a ser una escala de referencia y en la actualidad es la escala adoptada por todos <<los países miembros del Comité de Huracanes de la Asociación Regional No IV de la Organización Meteorológica Mundial>> (Rubiera, 2006) a la que pertenecen los países del Gran Caribe, es bueno esclarecer que esta escala no es compatible en cuanto al nivel de daño para los países del Caribe, motivado por las diferencias existentes entre las construcciones del Caribe y las de la Florida.

No obstante, con ella trabajan no sólo los meteorólogos, sino; las empresas de proyectos, las empresas constructoras, se imparte en las universidades, las autoridades gubernamentales y la Defensa Civil de los países del Gran Caribe, así como, los ingenieros civiles y mecánicos, los arquitectos, todos los especialistas vinculados a las construcciones y la población en general.

Basada como se conoce en cinco categorías, tiene en consideración la intensidad de los vientos producidos por un huracán, lo que permite establecer un pronóstico de daños en las edificaciones con el paso del mismo.

Cuando se hace un estudio comparativo de las normas internacionales de referencia como son; el Eurocódigo, la ASCE 07-10, de los Estados Unidos, la norma japonesa AIJ-RLB-1993 o la australiana AS1170.2-89, se encuentra una gran coincidencia en los elementos que establecen las cargas de vientos para las edificaciones.

Desde los primeros estudios de los fluidos, desarrollados por Newton, hasta la expresión matemática desarrollada posteriormente por Bernoulli, se establece que <<la carga

que produce el fluido viento, tiene proporcionalidad con el cuadrado de la velocidad>> (Llanes; 1992).

El segundo término dinámico de la ecuación de los fluidos, implica que la escala Saffir-Simpson sea cuadrática en daños de acuerdo a las cinco categorías que se establecen. Esta escala en su forma más simple se muestra, en la Tabla 1 del Anexo del presente.

La Tabla permite observar el vínculo que se establece entre las categorías, las presiones barométricas y la respuesta que dan los incrementos de la velocidad de los vientos en la pared del ojo del huracán, así como, el nivel de daño esperado.

Siguiendo esta misma línea de pensamiento, los estudios de riesgos por desastres naturales en general, y los de vientos extremos en particular, en el caso de la República de Cuba, se están desarrollando sobre la base de las cinco categorías que tiene la escala Saffir-Simpson y con ello se trata, en opinión de los autores, de atemperar la escala internacional reconocida, con el estudio de riesgo en particular.

Sin embargo la experiencia del primer autor, que lideró el equipo de especialistas que analizó los efectos de los vientos extremos en el estudio de riesgos realizado, entre los años 2006 al 2008, al territorio de la provincia de Matanzas, Cuba, y representando en aquella oportunidad a la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería (EMPAI) de la provincia de Matanzas. Cuba, donde laboraba como especialista de proyectos, y las observaciones hechas por el segundo autor, con más de 15 años realizando estudios de riesgos, es que se llega a la conclusión de que existe una dicotomía entre la escala de peligro o amenaza, y la escala de las vulnerabilidades, que conlleva finalmente a determinar el riesgo específico o total por vientos extremos.

La escala Saffir-Simpson no es compatible de forma directa con la expresión que suele dársele al valor cualitativo del riesgo, ya que es práctica internacional emitir los informes de riesgos, asociándolos a:

Riesgos Alto
Riesgos Medios
Riesgos Bajos

Esto determinó que los autores, se dedicaran a reflexionar sobre la pertinencia del uso de una nueva escala de peligro o amenaza en este caso particular la de velocidad de los vientos, de manera tal, que fuera compatible con las escalas de las vulnerabilidades y la de los riesgos.

Tanto en los estudios de riesgos a escala urbana o territorial, como a escala arquitectónica, al ser expresado cualitativamente el riesgo, se consideran los dos componentes fundamentales del mismo en la valoración; las probabilidades de existencia de un peligro y las vulnerabilidades que pueda tener el objeto estudiado para la definición del riesgo, en magnitud, tiempo de duración y espacio, es decir en el estudio del escenario de riesgo.

Si el riesgo se da en una escala de tres niveles, y la vulnerabilidad de igual forma, entonces lo más lógico es que la escala de peligro tenga esa misma composición, de lo contrario se crea la dicotomía de tener tres posibilidades para la vulnerabilidad y cinco para el peligro.

Por otro lado, los autores consideran que la escala de cinco categorías, pudiera ser excesiva para obtener la expresión del riesgo, sobre todo en el caso de la escala arquitectónica, por cuanto la matriz se hace más grande y los valores que definen el riesgo, quedan tan cercanos unos de otros que no son representativos

La EMPAI de Matanzas, tiene conformado un equipo de trabajo, y en los estudios de riesgos desarrollados a entida-

des, que así lo han contratado, ha vuelto a quedar demostrado la veracidad de este criterio que hoy se expone en el artículo, aplicándose la propuesta elaborada por los autores del artículo, sobre la base de una escala de peligros de tres niveles, en los estudios de riesgos a escala arquitectónica, que son los que se desarrollan por el colectivo de la EMPAI.

De igual forma, cuatro trabajos de diplomas de estudiantes de la carrera de ingeniería civil de la universidad de Matanzas, que se han graduado con estudios de riesgos por vientos extremos y han aportado experiencia, en la aplicación de la propuesta.

3.2. ESCALA RODRÍGUEZ RAMÍREZ

Un eminente investigador cubano, meteorólogo, matemático, químico, físico e ingeniero civil, el Dr. Mario E. Rodríguez Ramírez, quien trabajó por más de 30 años en el Observatorio Nacional, primero y el Instituto de Meteorología República de Cuba después, dirigiendo este último durante 12 años, propuso una escala en 1976, basada de igual forma en la velocidad de los vientos que pudieran alcanzar en los huracanes, teniendo la característica que está expresada en tres niveles las velocidades de los vientos, la cual se muestra en la Tabla 2, del Anexo, del presente.

Como puede observarse los valores del umbral de cada categoría, de la Rodríguez Ramírez coinciden o están muy cercanos a los valores de la escala Saffir-Simpson.

Teniendo en cuenta que los estudios realizados hasta el momento, nacional e internacionalmente, se encuentran basados en la escala Saffir-Simpson, los autores no han querido que se pierda la posibilidad de establecer una comparación en el futuro con los estudios que se realicen y los estudios actuales.

Por otro lado, honrar la memoria de quien fuera, no sólo director del Instituto de Meteorología, sino un eminente profesor, científico e investigador, los autores proponen, para la realización de los estudios de riesgos por vientos extremos a nivel arquitectónico, una escala, la cual le han llamado, *Escala Rodríguez Ramírez Modificada* y que compatibiliza ambas escalas y permite mantener en tres niveles los elementos del peligro o amenaza, sin que existan variaciones en el valor umbral de las categorías, la cual se expone a continuación en la Tabla 3, en el Anexo del presente trabajo.

Como puede observarse, los umbrales de los intervalos coinciden con la escala Saffir-Simpson, lo que permitirá que los análisis sean igualmente coincidentes, reduciendo a tres los niveles de peligros, como tres son los niveles de vulnerabilidad y tres son los niveles de riesgos, haciendo que la matriz de trabajo sea más homogénea y sencilla.

Los resultados obtenidos con esta propuesta hasta el momento, no han tenido una significativa desviación en los niveles de riesgos específicos o totales, quedando los clientes de la EMPAI, a los cuales se les desarrolló el estudio de riesgo aplicando la propuesta, satisfechos con los resultados en las exposiciones finales realizadas.

Por lo que los autores proponen utilizar en los estudios territoriales de riesgos por fuertes vientos, <<la metodología establecida por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA)>> (Llanes y Sacasas, 2006), de la que el Dr. Llanes es el autor principal, y que considera la escala Saffir-Simpson como básica, permitiendo una mayor precisión en los estudios territoriales y la comparación de esos estudios con los que se hacen en otros países del área, e implementar el uso de la *Escala Rodríguez Ramírez Modificada* propuesta, para los estudios de riesgo a nivel arquitectónico.

4. CONCLUSIONES

La escala propuesta para la realización de los estudios de peligros por vientos extremos y que se denominó *Escala Rodríguez Ramírez, Modificada*, tiene como objetivos fundamentales, los siguientes:

1. Compatibilizar los umbrales de los intervalos entre los niveles de velocidades de viento entre la escala original propuesta por el Dr. Rodríguez Ramírez y la internacionalmente conocida Saffir-Simpson, por cuanto las diferencias entre los valores de los niveles en cada escala son despreciables.
2. Hacer con tres niveles de peligros que las velocidades de vientos que se estudian en las estructuras, sea más homogénea y sencilla, que el estudio con los cinco niveles que tiene la Saffir-Simpson, porque además la experiencia de los investigadores y su participación directa en estudios de riesgos realizados en la provincia de Matanzas, Cuba, así lo indican.
3. Los cinco niveles de peligros que dan la escala Saffir-Simpson para los estudios de riesgo a nivel arquitectónico, no dan más nivel de precisión en la apreciación del peligro, que los que da la escala Rodríguez Ramírez, pudiéndose agrupar los valores de velocidades, sus probabilidades y frecuencia, sin que se pierda precisión en el análisis.
4. Mantener la metodología establecida por el CITMA, que considera la escala Saffir-Simpson como básica, para los estudios de riesgo a nivel territorial, por la necesidad de tener su mayor grado de precisión en esos casos.

5. REFERENCIAS

- AIJ-RLB 1993**; "Wind Resistant Design of Tall Building in Japan"; consultado en: www.e-book.lib.sjtu.edu.cn/nascc2004/data/.../WindResDsTallBlgsJapan.pdf; 9 Ene 2012.
- AS.1170.2-1989** "Minimum Design Loads on structures"; consultado en: www.techstreet.com/standards/.../1170_2_1989?; 15 Mayo 2012.
- ASCE-07-05** "Minimum Design Loads for Building and Other Structures"; consultado en: http://www.techstreet.com/standards/ASCE/7_05?product_id=1235145; 19 Mayo 2012.
- Escala Rodríguez Ramírez**; consultado en: http://www.insmet.cu/sometcuba/boletin/v06_n01/english/paper_53.htm#tabla1; 5 Mayo 2012.
- Escala Saffir Simpson**; consultado en: www.aoml.gov/general/lib/laesca.html; 19 Mayo 2012.
- Cerezo López, José A; Lujan Luis, José**; (2001) "Hacia un Nuevo Contrato Social para la Ciencia: Evaluación del Riesgo en el Contexto Social"; En "Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el Cambio de Siglo"; Biblioteca Nueva S.L.; Madrid; pág 138.
- Llanes Burón, Carlos, Sacasas León, Carlos**; "Metodología para Estudio de Fuertes Vientos. Caso de estudio: Ciudad de la Habana."; Informe Técnico para el CITMA. Ciudad de la Habana, Cuba, noviembre 2006.
- Llanes Burón, Carlos**; "El viento desde el punto de vista de la ingeniería." Rev. Ingeniería Estructural y Vial, Vol. XIII, No.2, La Habana, Cuba, 1992.
- Rubiera Torres, José M**; "Curso Sobre Ciclones Tropicales"; Editorial Academia; La Habana, Cuba, 2006; pág. 8.
- UNE-ENV-1991-2-4** "Acciones En Estructuras. Acciones del Viento"; www.ingmecanica.unizar.es/estructuras/.../UNE-ENV_1991-2-4.pdf.



FOTO 1.

6. BIOGRAFÍA

Blanco Heredia René; Guantánamo 1949; graduado de Ingeniero Civil en el año 1976, en la Universidad de Oriente. Cuba. Profesor de Hormigón Armado y Estructuras de Hormigón, en la Universidad de Oriente. Cuba. Se ha desempeñado como constructor, e inversionista de Obras de Ingeniería en el oriente cubano. Ha trabajado como Project Management y Especialista Estructural en la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería (EMPAI) de Matanzas, donde laboró por más de diez, años. En la actualidad es docente de la “Facultad de Ingenierías” de la Universidad “Camilo Cienfuegos” de Matanzas, es el Profesor Principal de las asignaturas de Hormigón Estructural y Estructuras de Hormigón y Mampostería. “Premio Universidad 2011” como mejor docente. Desarrolla en la actualidad la investigación de su doctorado en el Dpto. de Construcciones de la Facultad de Ingeniería Civil del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE), dirigido en la temática de las Cargas de Vientos Extremos en las Edificaciones, por el Dr. Ing. *Carlos Llanes Burón*, Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Civil de la CUJAE, Presidente del Sub Comité Nacional de Viento y Jefe de Grupo Nacional de Estudio de Fuertes Vientos del CITMA y Académico Titular de la Academia de Ciencia de Cuba. El Ing. Blanco es Especialista de Alto Nivel Técnico de la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros Civiles de Cuba (UNAICC). Es “Personalidad de la Ciencia y la Técnica”, del XVI Fórum de Ciencia y Técnica de la provincia de Matanzas. Cuba y “Premio CITMA 2009”, a la mejor investigación, por el “Estudio de Riesgos Por Desastres Naturales de la Provincia de Matanzas”. Cuba, del cual es coautor.

7. ANEXO

Categoría	Presión Central (hPa)	Viento máximo sostenido (km / h)	Escala de daño
1	980	118~153	Mínimos
2	979~965	154~177	Moderados
3	964~945	178~209	Extensos
4	944~920	210~250	Extremos
5	<920	>250	Catastróficos

TABLA 1. Fuente: Escala Saffir-Simpson.

Categoría	Viento máximo sostenido (km / h)
Poca intensidad	118~150
Moderada intensidad	151~200
Gran intensidad	>200

TABLA 2. Fuente: Escala Rodríguez Ramírez

Categoría	Viento máximo sostenido (km / h)
Poca intensidad	118~153
Moderada intensidad	154~209
Gran intensidad	>210

TABLA 3. Escala Rodríguez Ramírez Modificada Nueva propuesta de los autores.