

Reformando la Resiliencia Urbana

Los huracanes son el desastre natural más destructivo, desde 1980 han causado daños en Estados Unidos equivalentes a un trillón de dólares. Se estima que para el 2075, el costo promedio anual de los daños causados por huracanes incrementará un 40% debido al cambio climático y al desarrollo costero. Para enfrentar este desafío se requiere de mayor resiliencia, sin embargo, en EU no se están construyendo edificaciones lo suficientemente resilientes.

Esto se debe en parte a lo inadecuados que son los códigos de construcción de la nación, ya que solo requieren los mínimos estándares de seguridad dictados por el gobierno. Actualmente, estos códigos no consideran que el contexto local de las edificaciones – hablando específicamente del arreglo de las edificaciones en los barrios – puede incrementar el riesgo de los desastres. A este arreglo de edificaciones se le conoce como textura de ciudad.

Investigadores del MIT han desarrollado un nuevo enfoque para atacar la resiliencia urbana por medio de la cuantificación de la textura de ciudad y la estimación del riesgo a desastres para revigorizar los códigos de construcción y predecir y mitigar los daños causados por los desastres. El marco de trabajo de la textura de ciudad ha demostrado ser útil para estudiar otros fenómenos urbanos como el efecto de isla de calor.

La textura de ciudad influencia las cargas de viento

Muchos científicos han estudiado los efectos de la morfología urbana en los flujos del viento y se han concentrado en el efecto de los cañones urbanos.

El efecto de cañón urbano ocurre cuando el flujo de viento entre las edificaciones crea bolsillos de baja y alta presión – semejante al aire que viaja arriba y debajo de las alas de un avión. Este diferencial de presión provoca cargas de viento que pueden arrancar techos y dañar las estructuras.

Mientras algunos códigos de construcción manejan de forma aproximada el efecto del cañón urbano, no consideran la influencia que los cañones colectivos tienen en las cargas de viento que las edificaciones pueden experimentar. Como resultado, se asume que el coeficiente de arrastre de un edificio – o la medida de la fuerza que el viento ejerce sobre el edificio debido a su forma – es fijo.

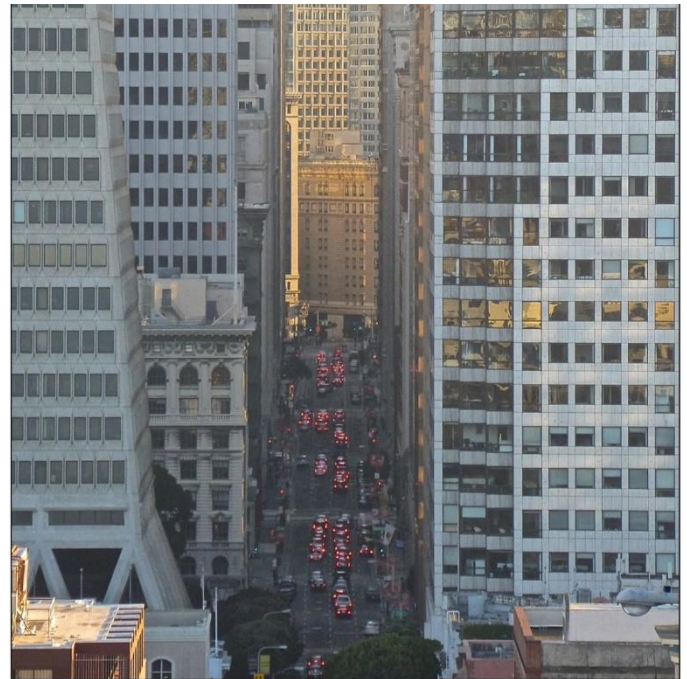


Figura 1. Un dramático ejemplo de cañón urbano sobre Montgomery Street en San Francisco, California. Crédito: Minesweeper / Creative Commons.

En la práctica este no es el caso: la dirección del viento y el arreglo de las estructuras adyacentes puede alterar dramáticamente el coeficiente de arrastre. Al investigar la textura de ciudad,

investigadores del CSHub han logrado capturar de manera más precisa los coeficientes de arrastre. La investigación permitirá que los stakeholders puedan implementar códigos de construcción más estrictos y diseñar comunidades más resilientes.

Calculando la Textura de Ciudad

Para modelar el efecto de la textura de ciudad en las cargas de viento, se ha empezado a cuantificar la textura de ciudad a través de una técnica propia de la ciencia de materiales, la función de distribución radial o función de correlación de pares (RDF). Tradicionalmente, la RDF observa la densidad de los átomos en los materiales, pero para este caso, se aplica para medir la cantidad promedio de edificios circundantes a un edificio dado. Para calcular la textura de ciudad, RDF se combina con el promedio de área en pies cuadrados de edificios circundantes expuestos al viento.

Una vez calculadas, se organizó a las texturas de ciudades de acuerdo con su semejanza a las

estructuras atómicas de cristales, líquidos y gases (**Figura 2**). Las ciudades cristal como Chicago, muestran una estructura mucho más organizada. Ciudades líquidas como Los Angeles son menos ordenadas, y las ciudades gas son las que muestran el menor nivel de organización. Se encontró que las ciudades más ordenadas, es decir, las de textura cristalina, muestran velocidades de viento mucho más altas, así como coeficientes de arrastre muy altos en sus edificios, factores que pueden provocar daños mayores.

Estudio de caso: Mexico Beach

Investigadores del MIT estudiaron la relación existente entre la textura de ciudad y los daños por viento en algunas comunidades de Florida azotadas por fuertes huracanes. Uno de estos estudios tuvo como sujeto a Mexico Beach, vecindario que sufrió daños catastróficos durante el huracán Michael en 2018 (**Ver Figura 3a**).

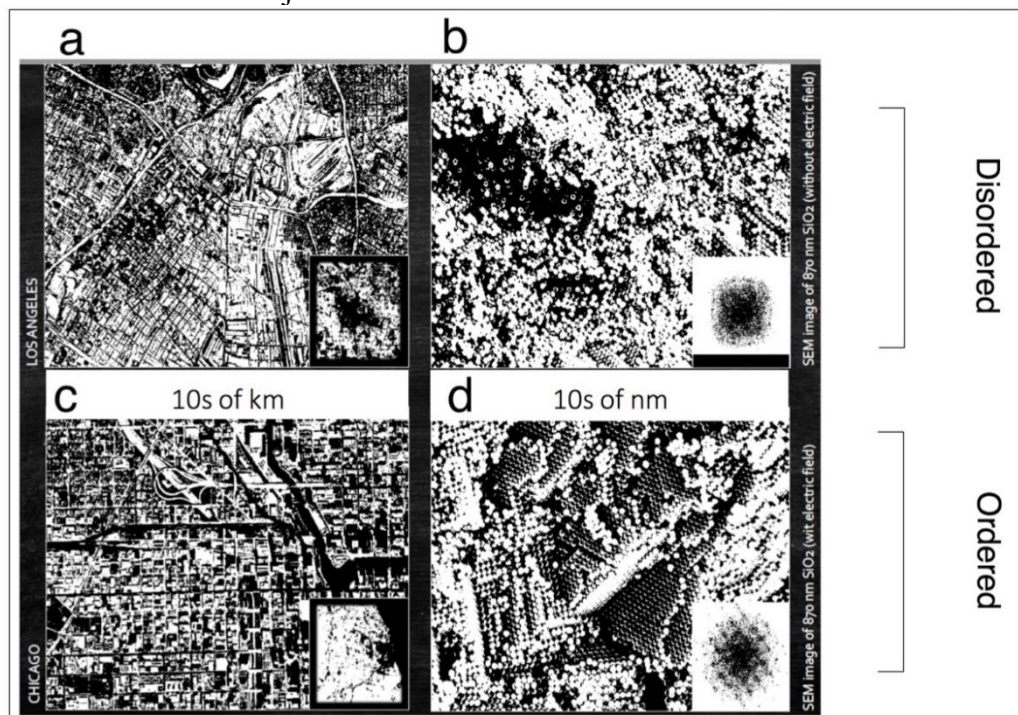
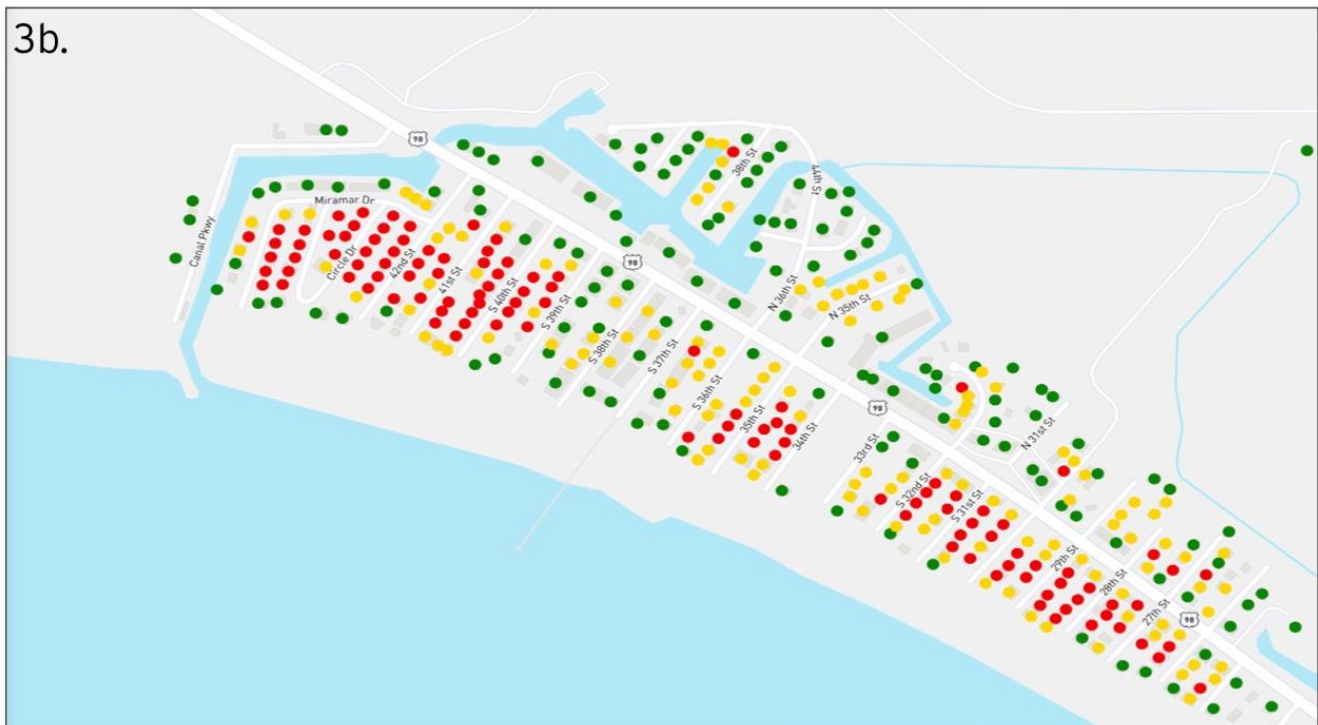


Figura 2. Una comparación entre las texturas de Los Angeles (2a) y Chicago (2c) y materiales con estructuras atómicas análogas (2b – líquido y 2d – cristal).



INSTITUTO MEXICANO
CONCRETO SOSTENIBLE

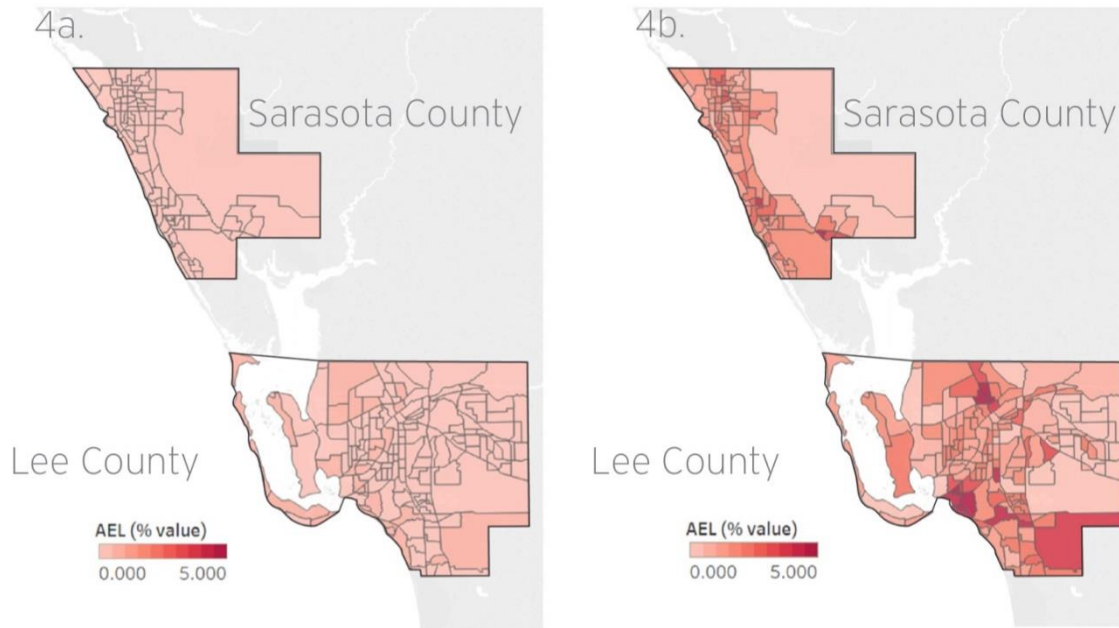


Figura 4. Pérdidas promedio esperadas (AEL) en hogares durante eventos de daño extremo como un porcentaje del valor del inmueble. **4a** es una estimación convencional y **4b** incorpora textura de ciudad en la estimación.

Usando la textura de ciudad de Mexico Beach junto con el modelo del MIT, se predijeron de manera confiable los coeficientes de arrastre de las estructuras principales de la comunidad, así como el daño potencial que podrían padecer las mismas (**Ver Figura 3b**). Los coeficientes de arrastre que se modelaron reflejaron fuertemente el daño real causado en la comunidad, y en la mayoría de los casos, excedieron los coeficientes de arrastre máximos especificados en los códigos de construcción – lo cual explica por qué el daño en Mexico Beach fue tan intenso.

Una Mejor Estimación del Daño de un Desastre

En el 2017, el huracán Irma devastó varias regiones de la costa del Golfo, causando daños de más de 52 billones de dólares. Sin embargo, estos daños no se distribuyeron de forma equitativa. Por ejemplo, en el condado de Lee, se sufrió un mayor porcentaje de daños que en el condado vecino de Sarasota.

Para explicar las variaciones en los daños, se aplicó el modelo de las texturas de ciudad a esos

condados. En un estudio de caso se estimaron los daños anuales esperados por huracanes usando un modelo convencional, así como un modelo donde se incorpora la textura de ciudad como un factor para las cargas de viento.

En el enfoque convencional, se encontró que los daños anuales esperados en cada condado eran virtualmente los mismos, con pérdidas con un valor por debajo del 1% del valor total de las casas (**Figura 4**). En áreas de alto riesgo, las pérdidas sumaron de 0-4% del ingreso anual de los hogares (**Figura 4a**).

No obstante, después de calcular los impactos de la textura de ciudad en estructuras individuales, las disparidades entre condados empezaron a surgir. Los investigadores encontraron que el condado de Lee tiene una textura más cristalina en comparación con el condado de Sarasota y que esto se refleja en el nivel de daño experimentado: cuando se incorporó la textura de ciudad en las cargas de viento, en el condado de Lee, los daños esperados pasaron del 1% del valor del inmueble a ser de hasta el 9%, y de hasta el 6% en Sarasota. Para la mitad de los inmuebles evaluados, las pérdidas permanecieron por debajo del 1% del valor del inmueble; para un cuarto de las

edificaciones, las pérdidas incrementaron en un factor de hasta 3; y en los inmuebles con los daños más severos, el factor de amplificación fue de hasta 6 (**Figura 4b**). En inmuebles de alto riesgo, el valor de las reparaciones fue del 4-30% del ingreso anual del hogar.

Las disparidades ejemplificadas por el modelo de textura de ciudad pueden proporcionar una idea de la variación en los daños que ocurrieron durante el huracán Irma, pero, fundamentalmente, el modelo demuestra hasta qué punto los modelos actuales fallan al predecir el verdadero impacto de los peligros y dejan a muchas comunidades sin la preparación adecuada.

Racionalizando y Mejorando la Mitigación de Riesgos

Los modelos de textura de ciudad tienen el potencial para racionalizar y reforzar las prácticas de mitigación de riesgos. De manera tradicional, estimar cargas de viento requiere de mucho tiempo y de simulaciones altamente costosas. El modelo de textura de ciudad puede compensar estas limitaciones, permitiendo a los stakeholders localizar rápidamente las zonas de más vulnerabilidad y aplicar simulaciones únicamente a estas áreas de alto riesgo. Usando este enfoque, será posible identificar rápidamente aquellas ciudades, vecindarios y edificios con gran susceptibilidad a las cargas de viento e incentivar la modernización resiliente.

Para los desarrolladores y planeadores, el modelo puede constituir una fuente de información para construir comunidades con texturas más resilientes, así como para desarrollar códigos de construcción hechos a la medida de la textura de cada estructura.

A través del modelo de textura de ciudad, también se puede incentivar a los propietarios a mejorar la resiliencia de sus inmuebles. Aunque las

prácticas de mitigación de desastres puedan reducir las pérdidas y ahorrar un poco de dinero a los propietarios durante el ciclo de vida de sus edificaciones. Muchas personas siguen desinformadas de estos beneficios de ahorro y seguridad. Al usar la textura de ciudad para calcular los costos de los daños, los dueños podrían estar mejor informados acerca de los daños potenciales que enfrentan y podrían ser alentados a implementar construcción resiliente para estar más seguros y ahorrar dinero.

El siguiente paso para los investigadores es aumentar la precisión del modelo teniendo en cuenta cómo las diversas formas de construcción y la presencia de objetos circundantes, como los árboles, pueden afectar la textura de la ciudad. Dado que el colapso de las estructuras durante un evento de peligro puede alterar la textura de la ciudad, el modelo eventualmente explicará cómo esas pérdidas pueden influir en el riesgo de desastres de los edificios circundantes.

Resultados clave

- Las cargas de viento dependen del nivel de organización de la textura de una ciudad: a más cuadrículada, más cargas de viento experimentará.
- Los métodos actuales fallan al calcular el impacto total del riesgo de desastre ya que descartan el impacto de la textura de ciudad en las cargas de viento.
- El modelo de textura de ciudad puede racionalizar la mitigación de desastre al estimar las cargas de viento e identificar las áreas vulnerables que es necesario modernizar.

Ligas Relacionadas

- [Break-even Mitigation Percent Dashboard](#)
- [Research Summary: Life Cycle Costs of Hazard Resistant Buildings](#)
- [Research Brief: Community-Informed Building-Scale Resilience Assessment](#)

Citas:

Manav, I.B., Roxon, J. (2019) The role of pavements in meeting GHG reduction targets, MIT CSHub, Research brief, Volume 2019, Issue 6.