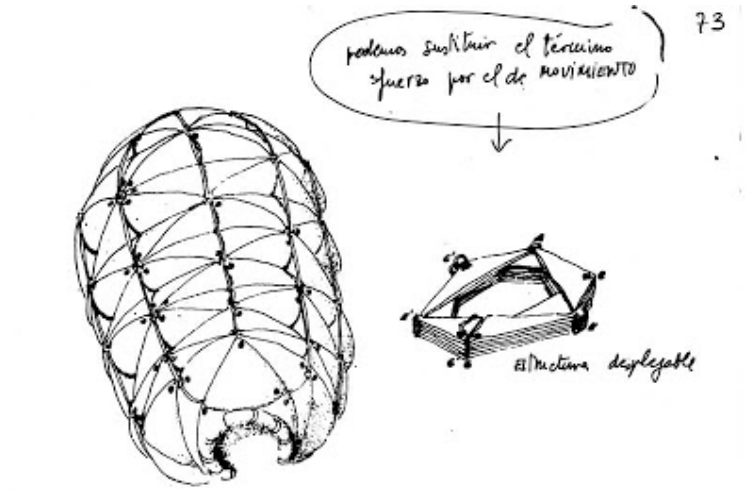
EPHEMERGENCE

Arquitectura Neumática como Dispositivo de Emergencia frente a Desastres Climáticos

Nueva York
Las inundaciones de Queens y Brooklin



VIII Convocatoria
Beca de Investigación en Nueva York

Fundación Arquia + Real Academia de Bellas Artes de San Fernando

Paulino Poveda Molina



"LA RESILIENCIA ES LA CAPACIDAD DE UN SISTEMA, UNA COMUNIDAD O UNA SOCIEDAD POTENCIALMENTE EXPUESTA A PELIGROS DE ADAPTARSE, RESISTIENDO O CAMBIANDO PARA ALCANZAR Y MANTENER UN NIVEL ACEPTABLE DE FUNCIONAMIENTO Y ESTRUCTURA."

00. CONTEXTO

El proyecto de investigación Ephemergence: Arquitectura Neumática como Dispositivo de Emergencia frente a Desastres Climáticos es la continuación de una investigación previa, correspondiente al Trabajo Final de Grado Arquitectura Neumática. Prada Poole y los Arquitectos Visionarios. ¿Utopia o realidad?, realizado durante mi estancia en la Faculty of Architecture – Sint-Lucas Ghent Campus (KU Leuven, Bélgica), y co-tutorado desde la Escuela Técnica Superior de Arquitectura desde la Universidad de Valladolid.

Así mismo, esta investigación viene enmarcada por múltiples proyectos posteriores de estudio, becas, entrevistas, conferencias, cursos y workshops realizados en el marco de la Arquitectura Efímera, la Arquitectura de Emergencia y la Arquitectura Sostenible y Resiliente, los cuales describiré en las posteriores líneas, para un mayor entendimiento del contexto y la experiencia personal, académica y profesional sobre el tema.

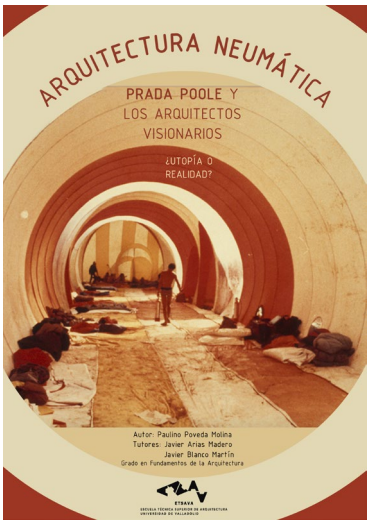


Figura 1. Portada Trabajo de Fin de Grado "Arquitectura Neumática. Prada Poole y los Arquitectos Visionarios ¿utopía o realidad?" (2019-2020)

Siendo estudiante del Grado en Arquitectura en Valladolid, me trasladé a Bélgica para cursar el primer año de un Máster Internacional (Master of Architecture (Sint-Lucas Ghent Campus, KU Leuven): Resilient and Sustainable Strategies) centrado en la Arquitectura Sostenible y los Espacios Resilientes, caracterizado por una metodología de diseño integral que proporciona unas sólidas competencias en la disciplina contemporánea del diseño sostenible y climático y la investigación arquitectónica.

Ese mismo año comencé la realización de mi Trabajo Final de Grado, basado en un amplio estudio sobre la Arquitectura Hinchable o Neumática, su evolución histórica y sus posibilidades actuales frente a situaciones de emergencia.

Esta investigación me brindó la oportunidad de entrevistar y conocer de primera mano las vivencias de los grandes precursores de esta disciplina tan nómada y ligera. José Miguel de Prada Poole me abrió las puertas de su estudio para adentrarme en su universo de imaginación e ilusión. Hans-Walter Müller me enseñó que los grandes problemas, en muchas ocasiones, se resolvían simplemente con la mirada de un niño. Y no podían faltar otros protagonistas como Jean Paul Jungmann, fundador del grupo Aérolande y Utopie; y el mismísimo Michael Webb, fundador del grupo Archigram.



Figura 2. Cartel Workshop "Arquitectura Efímera como Dispositivo Pedagógico" (2019)

En este contexto, se comenzó a desarrollar un Curso/Workshop en el Museo Patio Herreriano de Valladolid, bajo el título Arquitectura Efímera como Dispositivo Pedagógico, donde se buscó transmitir un aprendizaje a través de herramientas de intervención arquitectónica efímera. Durante el taller, colaboré ampliamente en las formaciones a través de conferencias sobre la Arquitectura Neumática.

En el marco de la Arquitectura de Emergencia, la revista FRAME Magazine, me contactó para la realización de una breve investigación y diseño de soluciones de emergencia frente a la COVID 19, bajo el título So near, yet so far - Balconies to the future (2020), en la que se proponen instalaciones temporales en lugares de ocio durante la situación de emergencia sanitaria.

En 2021 obtuve una beca en el Programa EIT Climate-KIC Climate Innovation Leadership, una evolución del Master School Programme del EIT Climate-KIC, basado en empoderar y capacitar a los estudiantes para actuar sobre los desafíos climáticos, difundiendo una mentalidad emprendedora combinada con habilidades de liderazgo multidimensional en Europa, como una herramienta para transformar nuestras sociedades de una manera justa y sostenible.

Ese mismo año comencé un proyecto de emprendimiento titulado REMASK, basado en el reciclaje de residuos plásticos para la realización de mobiliario urbano sostenible, el cual se ha convertido en una puerta de conocimiento sobre polímeros plásticos y reciclaje, temas de gran utilidad para el desarrollo del proyecto de investigación propuesto, en su parte más técnica y material.

Todas estas experiencias despiertan mi interés personal en aunar los dos temas principales que han marcado mi desarrollo académico y profesional: la Arquitectura Efímera y el Diseño Sostenible y Resiliente, ambos bajo el abanico de las situaciones de emergencia climática y humanitaria, constituyendo la base sobre la que se desarrollará la presente investigación.



Figura 3. Fotografía tomada durante el huracán Sandy (2012)

01. OBJETO Y ÁMBITO DE ESTUDIO

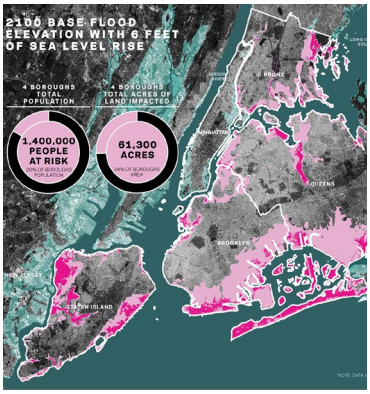


Figura 4. Mapa de Nueva York en 2100 tras una subida del mar de 1,8 metros. Fast Company (2021)

Los eventos extremos provocados por el calentamiento global son cada vez más frecuentes, siendo el régimen de inundaciones uno de los eventos climáticos más devastadores que causan mayores pérdidas humanas y físicas debido a la virulencia de las lluvias y la gran fuerza del agua.

Recientes estudios aseguran que las inundaciones a nivel mundial irán sufriendo paulatinamente una tendencia creciente de su frecuencia, magnitud e intensidad, que inducirá a tormentas más severas, ya que, al elevarse las temperaturas, el aire tiene mayor capacidad de almacenar vapor de agua.

El aumento global del nivel del mar también es una de las consecuencias mejor establecidas científicamente de este calentamiento. Como consecuencia se produce una reducción de los glaciares y las capas de hielo, añadiendo agua al océano, así como su expansión debido a la subida de las temperaturas.

Los inmensos efectos causados por estos fenómenos son una realidad. Millones de personas se ven afectadas a nivel mundial, cuyo impacto es mayor en áreas urbanizadas cercanas a cuencas fluviales y costeras, siendo zonas muy vulnerables y especialmente susceptibles a sufrir graves consecuencias.



Figura 5. Fotografía tomada durante el huracán Sandy (2012)

Una de las metrópolis que ha padecido de primera mano los destrozos causados por las inundaciones es Nueva York. El 29 de octubre de 2012, el huracán Sandy tocó tierra al sur y al oeste de la ciudad, trayendo consigo una marea de tempestad sin precedentes que inundó amplias zonas de la ciudad y provocó graves daños en los barrios costeros. Esto ocurrió poco más de un año después de que la tormenta tropical Irene provocara fuertes lluvias, inundaciones y el primer cierre de emergencia de todo el sistema de metro de Nueva York.

De las 285 víctimas mortales causadas directamente por el huracán Sandy, 43 fallecimientos ocurrieron en la ciudad de Nueva York. Estas devastadoras tormentas han ido extendiéndose a lo largo de los últimos años, provocando numerosas pérdidas humanas.



Figura 6. Fotografía tomada durante el huracán Ida en NY (2021)



Figura 7. Vista de NY en 2100 realizada por Planificación + Diseño Urbano de HOK para la revista Fast Company (2021).

A todo esto, hay que sumar la mala planificación del desarrollo urbanístico de algunas áreas de la ciudad, lo que aumenta el riesgo y las consecuencias asociadas a inundaciones, debido a la vulnerabilidad de los bienes expuestos y de la población. Durante la reciente tormenta Ida, que dejó 13 víctimas mortales, los barrios de Queens y Brooklyn fueron los más afectados, con torrentes de agua que caían a través de puertas y ventanas de los sótanos, convirtiendo estos espacios cotidianos en verdaderas trampas mortales.

En la actualidad, Nueva York quiere ser un ejemplo de anticipación a la subida de las aguas. Bajo el nombre "Resiliencia de la Costa Este", este ambicioso plan prevé la construcción de muros bajos de arena en Manhattan y Brooklyn, así como numerosas compuertas, dunas y parques elevados en las playas más expuestas, que protegerán a la ciudad de inundaciones y del aumento del nivel del mar.

Sin embargo, todas estas grandes obras de ingeniería y arquitectura avanzan muy lentamente y no preparan a la ciudad, ni especialmente a sus habitantes, para hacer frente a muy corto plazo a las situaciones de emergencia con las que se encuentran obligados a convivir.

Es en este punto donde la Arquitectura de Emergencia toma especial relevancia, al tratarse de un dispositivo temporal que permite su ágil despliegue ante situaciones de alarma, pudiendo convertirse en un auténtico salvavidas bajo una correcta planificación.



Figura 8. Cápsula hinchable ParaSITE de Michael Rakowitz en Nueva York (1998)

Dentro de estas arquitecturas efímeras destaca indudablemente la Arquitectura Neumática o Hinchable, un tipo de estructura muy ligera, portátil y económica, que permite una rápida construcción y desmantelamiento para posteriormente almacenarse con gran facilidad en espacios reducidos.

Así pues, el proyecto de investigación Ephemergence: Arquitectura Neumática como Dispositivo de Emergencia frente a Desastres Climáticos persigue la creación de un "dispositivo hinchable" que permita actuar en casos de emergencia, estudiando su aplicación en vecindarios de los distritos de Brooklyn y Queens.

Estos artefactos neumáticos serán versátiles, modulares y totalmente accesibles a la población, evitando futuras tragedias causadas por las, cada vez más frecuentes, inundaciones en estas áreas.

En definitiva, el trabajo persigue mitigar los efectos de los desastres causados por el cambio climático en la ciudad de Nueva York, ofreciendo una solución temporal, digna y asequible, basada en la tecnología neumática.



Figura 9. Elaboración del prototipo real del Cushicle de Archigram (1964)

02. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

02.1 LA VULNERABILIDAD A LAS CATÁSTROFES NATURALES

El cambio climático ha aumentado la probabilidad de que se produzcan fenómenos meteorológicos extremos como olas de calor, sequías, incendios forestales, tormentas tropicales y fuertes precipitaciones que provocan graves inundaciones y corrimientos de tierra. Estos fenómenos generan considerables necesidades que pueden superar la capacidad local de respuesta, traduciéndose en un exceso de mortalidad, así como un aumento en la declaración de catástrofes. La vulnerabilidad del ser humano ante cualquier desastre es un fenómeno complejo con dimensiones sociales, económicas, sanitarias y culturales. Esta vulnerabilidad posee dos vertientes principales: el grado de exposición a los peligros o susceptibilidad y la capacidad de enfrentarse y recuperarse de las consecuencias de estos fenómenos o resiliencia.[1]



Figura 10. Vista de NY durante el huracán Sandy (2012)

Los programas de reducción de la vulnerabilidad aminoran la susceptibilidad y aumentan la resiliencia. La susceptibilidad a las catástrofes se reduce en gran medida mediante la prevención y la mitigación de las emergencias. Las actividades de preparación y respuesta a las emergencias, así como su posterior recuperación – incluidas las que abordan el cambio climático – aumentan la resiliencia ante las catástrofes.

La aparición de cambios frecuentes en los fenómenos meteorológicos y climáticos conlleva a su vez a numerosas consecuencias directas e indirectas para el entorno construido, aumentando la posibilidad de que se produzcan catástrofes y, en consecuencia, plantea nuevos retos a la arquitectura contemporánea. Por lo tanto, es necesario ampliar el enfoque del diseño en la mitigación del cambio climático para reforzar la capacidad de dichos edificios de soportar las manifestaciones extremas del clima, sin dejar de ser funcionales. Para diseñar un rendimiento óptimo de los edificios en relación a estos cambios, en la actualidad y en un futuro, es necesario desarrollar un escenario de resiliencia.

Las predicciones nacionales y regionales pueden orientar a los arquitectos sobre los principales efectos a tener en cuenta. Es necesario preparar evaluaciones específicas de vulnerabilidad a nivel local, teniendo en cuenta diversos efectos y factores principales. Estos incluyen:

- El aumento de las temperaturas expondrá a los ocupantes de los edificios a mayores grados de incomodidad térmica, afectando no solo a la salud de sus ocupantes y aumentando la demanda energética y, por ende, las emisiones.
- Unas precipitaciones más irregulares e intensas, incluso con vientos más fuertes, agravarán los problemas de inundaciones, así como de drenaje y control de la humedad, causando daños en materiales y estructuras de los edificios, provocando ambientes internos insalubres y reduciendo la durabilidad y vida útil de los edificios.
- El aumento del nivel del mar y la erosión de las costas expondrán a los edificios e infraestructuras de zonas costeras a un riesgo crítico de inundaciones.

Para hacer frente a estos fenómenos deben priorizarse las estrategias y medidas que contribuyan tanto a los esfuerzos de mitigación como de adaptación. Para ello, es clave introducir medidas a distinta escala, tanto a corto como a largo plazo.

[1] KEIM, Mark E. Building human resilience: the role of public health preparedness and response as an adaptation to climate change. Am J Prev Med, 2008

Estas estrategias deben incluir desde el diseño y planificación urbana resiliente, el diseño pasivo y bioclimático de las edificaciones, así como soluciones adaptativas locales a nivel comunitario.



Figura 11. Fotografía tomada durante el huracán Ida en Brooklyn (2021)

02.2 INUNDACIONES. EL AGUA SIEMPRE GANA

Las civilizaciones, a lo largo del tiempo, se desarrollan de forma cíclica en lo que respecta a la gestión del agua. Al principio, la necesidad de protegerse de las tormentas dio lugar a la construcción de refugios. Luego vino el enfoque de los asentamientos, utilizando el agua como herramienta de supervivencia.

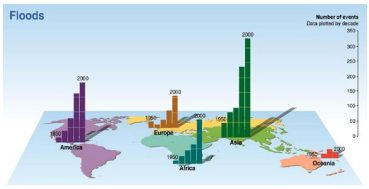


Figura 12. Gráfica que muestra la subida de las inundaciones a nivel global desde 1950. Millenium Ecosystem Asessment

En la actualidad, el cambio radical del consumo y del comportamiento de las personas hacia el planeta ha provocado un desequilibrio. El reto del cambio climático y de la subida del nivel del mar ha llevado a una etapa similar a la del pasado, en la que la protección contra los imprevistos de la naturaleza dirige el desarrollo. La condición actual es de gravedad y baja previsibilidad para los desastres naturales. Esto, sin duda, está iniciando un cambio gradual hacia una "cultura del riesgo", que además de proteger y prevenir las inundaciones está aceptando y aprendiendo a vivir con el agua.

Las inundaciones son un fenómeno natural debido a las fuertes lluvias, el desbordamiento de los ríos y las tormentas. Sin embargo, las actividades humanas han aumentado la gravedad y el impacto de las inundaciones en múltiples niveles, creando circunstancias extremas que dañan a comunidades enteras. Una de las consecuencias de estas actividades, como se ha señalado anteriormente, es el cambio climático, el deshielo de los casquetes polares que provoca la subida del nivel del mar y el aumento de la frecuencia e intensidad de las lluvias. Paralelamente, otras actividades como la construcción en zonas inundables y la gestión inadecuada del agua son algunas de las causas de las inundaciones extremas inducidas por las personas.

El cambio climático además crea incertidumbres adicionales durante la evaluación de la resiliencia de las inundaciones. Los sistemas inflexibles para la prevención de inundaciones son más caros de adaptar y no pueden soportar niveles de riesgo más altos. Por lo tanto, la adaptabilidad es un aspecto clave que contribuye a la mejora de los sistemas de inundación, dando la capacidad a los actores para aprender a cambiar el sistema físico existente y desarrollar un sistema de acuerdo con una estrategia de adaptación.



Figura 13. Proyecto BIG U - NY (2014)

Debido al aumento del riesgo y la incertidumbre de los incidentes de inundaciones graves, se ha hecho evidente que el enfoque tradicional del riesgo debe cambiar hacia una gestión más integrada del mismo. Esto tiene lugar a nivel operativo, desde la planificación de proyectos a escala urbana hasta el diseño de proyectos a escala comunitaria. Todos estos planes implican el estudio y análisis de los riesgos y peligros a partir de los datos más recientes, que es la base para toma de decisiones a corto y largo plazo sobre la gestión de lo existente.

A gran escala, las ciudades costeras llevan décadas desarrollando proyectos que buscan una reducción drástica de estos fenómenos en los entornos urbanos. Sin embargo, estos planes no provocan un efecto directo a corto plazo sobre la población, quien acaba sufriendo de primera mano los efectos de la fuerza del agua, que en muchos casos provoca indudables tragedias.

A menor escala, en lo que respecta a los edificios, la resiliencia a las inundaciones se basa considerablemente en la situación contextual. Es necesario tener en cuenta los medios de subsistencia y las medidas de adaptación previas para reelaborar un nuevo diseño de emergencia que minimice los daños. Por lo tanto, la resiliencia de una comunidad es un cambio causal en la mentalidad de planificación y organización, que se transforma en medidas de sostenibilidad que deben tomarse a corto plazo para reducir así los riesgos de sus habitantes.

02.3 INTRODUCCIÓN A LA ARQUITECTURA NEUMÁTICA

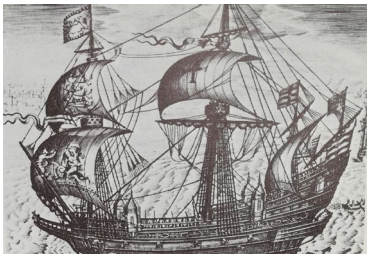


Figura 14. Barco de la Armada Invencible (1588)

El aire. Esa materia transparente, continua e infinita. Ese pilar fundador de la naturaleza junto al fuego, el agua y la tierra. Un elemento de adoración, cosmológico y mitológico. Un objeto personificado en divinidades como Baal, según la mitología fenicia, Júpiter, dios romano del cielo y el aire, o Eolo, controlador de los vientos en el mundo griego.

Desde tiempos pasados, el hombre aprendió a tomar ventaja del aire, convirtiéndose no sólo en un elemento de culto, sino en un material ligado a la evolución de la técnica. Gracias a la observación de la naturaleza y sus especies voladoras, o incluso las burbujas en el agua, este material comenzó a ser parte de la historia de la humanidad.

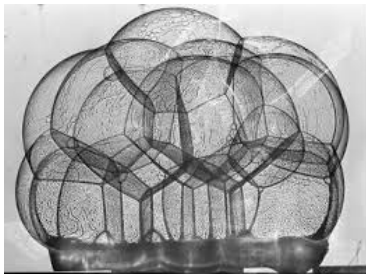


Figura 15. Experimento con pompas de jabón de Frei Otto (1960)

En este contexto podemos señalar la vela como uno de los elementos históricos por excelencia que nacieron conectados a la fuerza del aire, exprimiendo su capacidad impulsora y portante al máximo. Cabe destacar la figura de Frei Otto, máximo precursor de los sistemas estructurales tensados, los cuales han seguido presentes en la historia de la arquitectura desde su nacimiento hasta nuestros días.

El desarrollo de la arquitectura neumática se debe, en gran parte, a los estudios y técnicas empleadas en el diseño de los globos. Por ello, no resulta extraño que Walter Bird, el gran precursor de los edificios neumáticos, se inició en el campo de la aeronáutica, pasando posteriormente a la arquitectura.

Debido a la rápida evolución técnica que se produjo a mediados del siglo XX, la exigencia por la novedad comenzó a formar parte del sentimiento de la sociedad. Contraria a las bases de la arquitectura tradicional, la cual no podía hacer frente a tales exigencias, la arquitectura hinchable nace como una arquitectura visionaria y revolucionaria. Un concepto novedoso, cambiante y flexible. Una arquitectura efímera que permitía la resolución de problemas sociales y comerciales de una manera más sencilla, rápida y económica.



Figura 16. Tienda de camping hinchable de Stromeyer (1952)

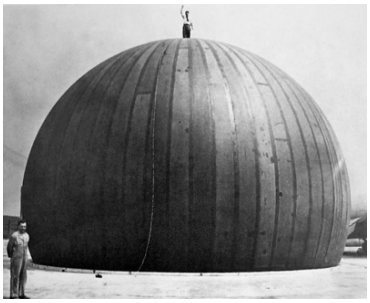


Figura 17. Cúpulas de Radar - Walter Bird (1956)



Figura 18. Cúpula neumática en Manhattan. Buckminster Fuller (1962)



Figura 19. Expo de Osaka (1970)

Su capacidad para erigirse y desmantelarse con gran facilidad y su posibilidad de ser un elemento portátil y transportable en reducidas dimensiones, fueron factores cruciales para su éxito. Se planteó este tipo de arquitectura como estructuras que permitían resolver temporalmente la falta de espacio de almacenaje, proporcionar un techo para personas sin hogar, o incluso, para los más utópicos, servir de refugio lunar.

La primera estructura neumática hinchada por aire fue la tienda de camping hinchable de Stromeyer, diseñada anteriormente a la segunda guerra mundial y formada por una fina membrana impermeable entre dos costillas hinchadas por aire que se cruzaban entre sí. La tienda plegada, por un lado, ocupaba un espacio mínimo, desplegándose con la fuerza de la tensión.

En 1946, la arquitectura hinchable se hizo realizad con la llegada de las "Cúpulas de radar" o "radones", los primeros edificios soportados por aire. Se trató de unas cúpulas que se utilizaron para cubrir las nuevas antenas desarrolladas por el ejército de los Estados Unidos, las cuales debían cubrirse con un sistema de cierre que permitiera al mismo tiempo resguardarlas de las condiciones atmosféricas y oponer la mínima resistencia al paso de las ondas del radar.

La neumática en la Arquitectura

No fue hasta 1959 cuando, finalmente, las estructuras neumáticas comenzaron a ser foco de interés para los arquitectos. El primer arquitecto que utilizó este tipo de construcción en una de sus obras fue Carl Koch, quien proyectó y construyó una cubierta neumática para el teatro del Centro Artístico de Boston (Fig. 15).

Las estructuras neumáticas también fueron parte del repertorio del arquitecto e ingeniero americano Richard Buckminster Fuller quien, en 1962, propuso una cúpula neumática para cubrir Manhattan (Nueva York), reduciendo así los niveles de contaminación. Su amplia investigación en el campo de las estructuras ligeras le llevó a la invención y desarrollo de la cúpula geodésica, consiguiendo una gran fama, e influyendo notablemente en el campo de la arquitectura hinchable.

Exposiciones Universales

Pero, sin duda, si hay que destacar un evento internacional como el máximo exponente de las estructuras neumáticas en la historia son las exposiciones o ferias universales, que acrecentaron el entusiasmo por la neumática, con la aparición de nuevas formas y técnicas.

Sin embargo, no fue hasta años más tarde, en la EXPO 70, celebrada en la ciudad japonesa de Osaka de marzo a septiembre de 1970, cuando se produjo el mayor acontecimiento neumático hasta el momento, con infinidad de pabellones neumáticos de distintos tamaños, formas y colores que consiguieron dar el impulso necesario a la arquitectura neumática. Varios de estos pabellones serán estudiados con mayor exactitud más adelante.

En este contexto, a finales de la década de los 60 y principios de los 70, surgieron varias firmas de arquitectos europeos que, tomando los principios de la arquitectura ligera y móvil desarrollada por Walter Birdair, Frei Otto y Buckminster Fuller, establecieron su ideología a través de propuestas neumáticas. Entre estos grupos destacan Haus Rucker-Co, Archigram, Utopie, Co-op Himmelb(l)au, y Ant Farm. En España destacó la figura de José Miguel de Prada Poole, cuya vida y obra desarrollo en mayor profundidad en mi Trabajo de Fin de Grado.



Figura 20. Ciudad Instantánea de Ibiza. José Miguel de Prada Poole (1971)

Sin embargo, a mediados de los años 70, la cultura hinchable de desinfló, coincidiendo con una etapa de cambio social, cultural y económico. Muchos de estos grupos visionarios se diluyeron, y otros cambiaron su actividad profesional, centrándose en otros campos. La crisis del petróleo que se produjo en esta década conllevó a una subida de precio del PVC en un 400% aproximadamente. Además, a pesar del constante esfuerzo por su materialización, las estructuras neumáticas no pudieron satisfacer las necesidades de estabilidad estructural, durabilidad y eficiencia económica.

"Pero, más allá de estas explicaciones, ¿no se debería también al desvanecimiento del espíritu de libertad, de utopía y de oposición de la sociedad capitalista...?"



Figura 21. Proyecto Hinchable Second Home - DOSIS (2016)

Durante los años 80 y principios de los 90, las arquitecturas hinchables parecían haber desaparecido del mapa. El gran periodo de experimentación y de vanguardia vivido durante las décadas anteriores llegó a su fin, pareciendo marcar el triste desenlace de estas estructuras, quedando fotografías, videos, dibujos y multitud de anécdotas de aquellos que tuvieron la suerte de vivirlas.

Sin embargo, a finales del siglo XX, comenzó un nuevo surgimiento de obras hinchables, gracias al desarrollo de nuevos materiales y sistemas constructivos, planteándose generalmente como una alternativa para instalaciones efímeras, las cuales requieren una rápida ejecución con un bajo coste, y para cubriciones de grandes luces, debido a su ligereza y a su alta resistencia a la torsión, resistiendo elevados empujes de viento.

02.4 ESTRUCTURAS NEUMÁTICAS COMO SOLUCIÓN A LOS DESASTRES CLIMÁTICOS

A lo largo de la historia, los modos de habitar como parte fundamental de la arquitectura han sido objeto de estudio, proyectos y análisis de toda clase, centrados sobre todo en el desarrollo de las ciudades de Europa y Norteamérica, y apareciendo nuevos modelos en países en desarrollo que buscaban atender nuevas necesidades de vivienda.

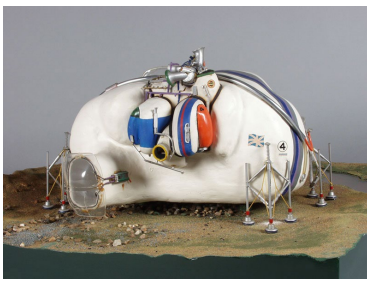


Figura 22. Cápsula de emergencia Living Pod - Archigram (1965)

Las viviendas prefabricadas nacen del entendimiento de partes que, unidas entre sí, forman un conjunto coherente, el cual puede adaptarse y combinarse. Este tipo de construcciones forman parte de la denominada arquitectura efímera, aquella que busca la resolución de un problema concreto en un momento determinado, y cuyo principal propósito no es perdurar generación tras generación, sino servir de solución temporal para aplicaciones militares, eventos, instalaciones artísticas y estructuras de emergencia, entre otros.

Las poblaciones afectadas por desastres climáticos no pueden, en la mayoría de las situaciones, regresar a sus comunidades, debido a su desaparición o al grado de deterioro de las viviendas. Ello hace que sea necesario su traslado a campamentos colectivos o viviendas temporales

Aprovechando las ventajas que las instalaciones temporales ofrecen y su bajo coste, las arquitecturas hinchables o neumáticas suponen una acertada opción para la construcción de refugios rápidos y baratos que pueden ser utilizados en situaciones de emergencia frente a catástrofes climáticas. Ello hace de este tipo de construcciones una solución idónea para instalaciones temporales o para refugios en lugares afectados por desastres climáticos.
Un ejemplo de cómo hacer de la debilidad, virtud.



Figura 23. Cúpula SheltAir (2017)



Figura 24. Balsa Salvavidas (2017)

Otro aspecto esencial a tener en consideración es el factor tiempo. La rapidez de montaje y desmontaje resulta clave para ejecutar una respuesta ágil ante una situación de emergencia.

En la última década se han desarrollado diversos proyectos de emergencia y manuales que buscan servir de herramientas útiles para la coordinación de todos los actores que intervienen en una situación de alarma. Podemos destacar algunos:

- Proyecto VEM - Grupo de investigación REbirth INhabit. (2015) Propuesta de alojamiento en situaciones de emergencia, que busca la creación de una unidad mínima hinchable de habitabilidad.
- Handbook for Emergencies (tercera edición). Manual que sirve como herramienta a la hora de enfrentarse a la propuesta de un asentamiento de emergencia.
- Proyecto Esfera de Cruz Roja. Busca establecer un conjunto de normas mínimas universales en ámbitos esenciales de las respuestas humanitarias.
- SheltAir - Gregory Quinn (2017). Refugio de emergencia constituido por una fina red estructural y una cimbra neumática con células llenas de aire, capaz de cubrir grandes espacios en un rápido periodo de tiempo, y con una fácil instalación.
Inundaciones

De entre las numerosas aplicaciones de las arquitecturas hinchables, relacionándose de primera mano con las inundaciones, una de las más utilizadas es la de supervivencia y salvamento (balsas salvavidas). Estos equipos, que parecen muy alejados de la arquitectura, poseen una gran importancia para el estudio de los dispositivos de emergencia, ya que sus materiales, técnica y mecanismos de inflado deben resistir condiciones de seguridad y exposición climática extremas.

Este tipo de medios de salvamento serán profundamente estudiados para la elaboración del dispositivo Ephemergence, que buscará servir de "habitáculo salvavidas" en caso de grave inundación.

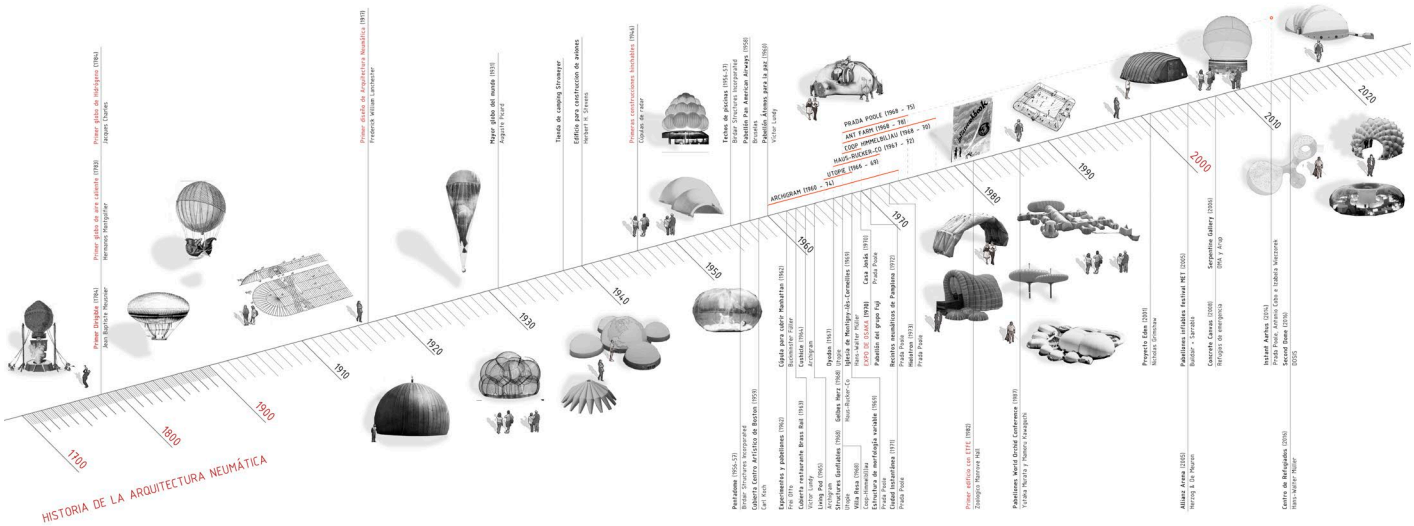


Figura 25. Estudio gráfico y temporal de la Arquitectura Neumática. Elaboración Propia

02.5 NUEVA YORK. UNA CIUDAD FRENTE AL MAR. EL CASO DE QUEENS Y BROOKLYN

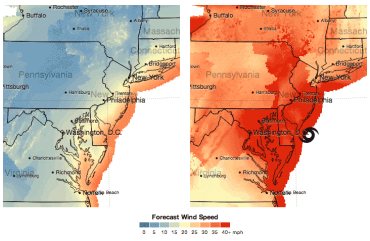


Figura 26. Gráficos que muestran la fuerza el viento del huracán Sandy (2012)

Desde sus inicios, Nueva York ha sido una ciudad costera. Sus más de 800 km de costa son uno de sus mayores atractivos, ya que albergan vibrantes barrios con decenas de miles de hogares y negocios, así como actividades marítimas, áreas naturales e instalaciones recreativas. Esta topografía marítima provoca importantes riesgos con la aparición de tormentas tropicales y huracanes. Actualmente, alrededor de 220.000 neoyorquinos viven dentro de la "llanura de inundación" designada así por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA).

El 29 de octubre de 2012, el huracán Sandy devastó el sur y el oeste de la ciudad, provocando graves consecuencias en los barrios más próximos a la costa, que acabaron con más de 40 fallecidos únicamente en Nueva York. Un año antes, la tormenta tropical Irene provocó también fuertes lluvias e inundaciones, decretándose el primer cierre de emergencia de toda la red de metro de Nueva York. El huracán Sandy se proclamó como la tormenta más dañina de la historia de la ciudad, pero debido al cambio climático y a la subida del nivel del mar, se esperaba que aumentaran los riesgos de la ciudad ante huracanes más intensos e inundaciones costeras.

Esto traería un aumento del tamaño de las áreas de inundación, poniendo nuevas zonas en riesgo y provocando mayores impactos en las zonas que ya se encuentran situación de emergencia.

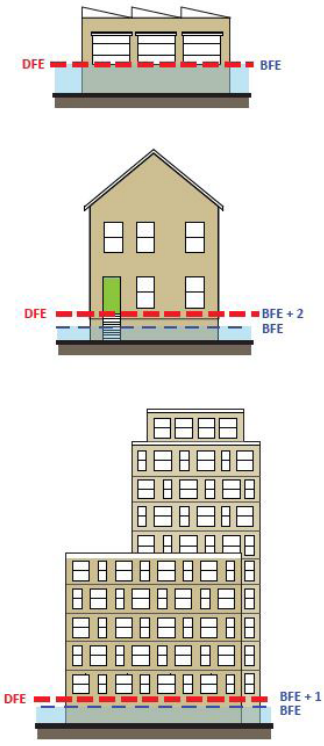


Figura 27. Requisitos mínimos de elevación para edificios en zonas de inundación por categoría de ocupación de la estructura. Código de construcción de NY (2008)

Aunque sea imposible eliminar todos los riesgos asociados a las inundaciones y tormentas costeras, la ciudad puede planificarse y ser más resistente frente a los mismos, es decir, más capaz de soportar y recuperarse de los eventos extremos y los cambios ambientales. Un elemento clave de estos esfuerzos de resiliencia es garantizar que los de las áreas de inundación se construyan y se adapten para gestionar mejor los riesgos de inundación costera.

El código de construcción de la ciudad exige que los nuevos edificios situados en la zona de inundación se eleven sobre dicho nivel. Sin embargo, dicha elevación plantea retos para mantener un entorno público vibrante. Las plantas bajas elevadas pueden resultar en un detrimento de la calidad de la experiencia peatonal y el carácter de los barrios al perder conectividad visual con la calle, crear vacíos o elementos de acceso incómodos o desviarse de los patrones característicos.

Cabe señalar que uno de los mayores problemas proviene de la edificación preexistente, la cual debe ser adaptada frente a estos fenómenos para así preservar la seguridad de sus habitantes. Por ello, no basta con la creación de ambiciosos planes urbanísticos futuros de defensa frente a inundaciones, o la creación de mecanismos de prevención y elevación para las nuevas construcciones. Resultará clave reunir todos los esfuerzos en aumentar la resiliencia de los edificios existentes de forma que mantengan y mejoren la calidad del espacio público, utilizando las mejores herramientas disponibles para influir en el entorno construido.

Recientemente, en septiembre de 2021, el huracán Ida mató al menos a 43 personas en Nueva York, siendo los distritos de Brooklyn y Queens los más afectados. El diluvio convirtió las calles y plataformas del metro en verdaderos ríos. Las aguas se adentraron dentro de varios sótanos de estos barrios, impidiendo a sus habitantes salir de los mismos lo cual resultó en una enorme tragedia.

02.6 DISPOSITIVO HINCHABLE "EPHEMERGENCE". MECANISMO TEMPORAL DE EMERGENCIA

El dispositivo neumático de emergencia Ephemergence, posee como principal objetivo el evitar sucesos como los descritos anteriormente. Se pretende crear un nuevo mecanismo modular y adaptable, que permita acoplarse a las edificaciones preexistentes, mitigando el riesgo de las inundaciones y protegiendo la vida de sus habitantes a corto plazo.

Este dispositivo será estudiado en los vecindarios más vulnerables a sufrir los efectos de las inundaciones de los distritos de Brooklyn y Queens, buscando su correcta adaptación y futura escalabilidad para el resto de la ciudad. Este habitáculo o grupo de "refugios" será ligero, de rápida ejecución y desmantelamiento, fácilmente transportable, seguro y económico.

Para su estudio y ejecución se tomará como base el marco de cinco dimensiones de la resiliencia del proyecto europeo CORFU, que evalúa el impacto y la capacidad de mantener un funcionamiento adecuado antes, durante y después de una inundación. Este marco se considera adecuado para el ámbito de esta investigación porque introduce la dimensión temporal en la gestión del riesgo y permite lograr un enfoque resiliente integrado de las inundaciones a nivel urbano y construido.

La metodología propone un ciclo de cinco elementos: protección, resistencia, respuesta, recuperación y reflexión, que pretende aumentar la capacidad de afrontamiento de las comunidades afectadas.



Figura 28. Prada Poole en el interior de su Estructura de Morfología Variable

03. OBJETIVOS

La investigación plantea un análisis de las zonas afectadas por las inundaciones, identificando y analizando las edificaciones preexistentes más vulnerables y proponiendo un dispositivo de emergencia que ayude a reducir los riesgos para los habitantes de estos vecindarios.

Para ello se ahondará especialmente en los siguientes objetivos:



Figura 29. Diagrama de adaptación de vivienda frente a inundaciones.

- Trazar un marco de diseño genérico desarrollando la relación entre la resiliencia y la adaptación de los edificios en futuros climáticos (im)predecibles.
- Examinar cómo las comunidades afectadas diferencialmente aprovechan sus recursos para adaptarse a las secuelas de una inundación.
- Estudiar la arquitectura de los vecindarios más vulnerables a estas inundaciones, así como la tipología de vivienda más afectada por las mismas.
- Proponer un conjunto de estrategias de diseño para la arquitectura preexistente en el entorno costero. Estas directrices se recomiendan para cualquier comunidad que luche contra los peligros costeros y podrían aplicarse a una escala mayor.
- Realizar un estudio profundo de la arquitectura neumática de emergencia, manuales y directrices existentes. Analizar las capacidades técnicas, estructurales y materialidad de este tipo de soluciones, que pueda ser directamente aplicables para el prototipo hinchable propuesto.
- Ejecutar a nivel teórico un prototipo de dispositivo (o conjunto de dispositivos) viable, adaptable, modular, económico y ligero que permita su correcta integración en las edificaciones estudiadas.

La investigación pretende finalmente obtener los suficientes datos para contribuir a la mejora de la resiliencia de las zonas afectadas por este tipo de desastres climáticos a corto plazo, aunándose a la multitud de planes a largo plazo que buscan mitigar las acciones climáticas en las áreas costeras de la ciudad de Nueva York.

A su vez, marcará unas directrices a modo de manual que permita su adaptabilidad tanto para inundaciones en otras localizaciones a nivel mundial, como para otro tipo de emergencias climáticas o humanitarias.

04. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo, se plantea una metodología de análisis previo, trabajo de campo y posterior elaboración de las distintas secciones de la investigación, extrayendo conclusiones y realizando un prototipo a escala real.

La investigación se llevará a cabo en tres fases principales.

Inicialmente, se realizará un análisis exhaustivo de las áreas de mayor riesgo a inundaciones. Para identificar y comprender el riesgo de inundación de las comunidades costeras dentro del Programa Nacional de Seguro de Inundaciones (NFIP), se analizarán los estudios de peligrosidad publicados como Estudios de Seguros de Inundación (FIS) y Mapas de Tasas de Seguros de Inundación (FIRM). Estos documentos proporcionan información necesaria para que las comunidades gestionen y apliquen una serie de requisitos marcados dentro de las zonas de inundación asignadas.

Una vez identificadas dichas áreas, se seleccionarán varios vecindarios y se realizará un catálogo de tipologías de vivienda, marcando sus zonas de riesgo teniendo en cuenta factores como la altura, distribución, materialidad, edad de la edificación, entre otros. Para ello se elaborará una cartografía específica, así como planimetrías concretas de las edificaciones a estudiar.

Paralelamente se completará el estudio sobre Arquitectura Neumática, realizado anteriormente, con nuevos dispositivos de emergencia, desde botes de salvamento, refugios, viviendas prefabricadas y manuales universales, que permitan un mayor entendimiento del funcionamiento de este tipo de estructuras efímeras para su correcta aplicación y diseño.

En una fase final se propondrá el diseño de un prototipo (o prototipos) de emergencia, cuyo génesis se realizará siguiendo la metodología de los "cinco elementos de la resiliencia" marcados por el proyecto europeo CORFU (Collaborative Research on Flood Resiliend in Urban Areas), el cual estudia los impactos sociales y económicos provocados por las inundaciones, mejorando las estrategias existentes a través de una serie de casos de estudio. Estas cinco dimensiones se utilizan para evaluar el impacto y la funcionalidad del prototipo antes, durante y posterior a una inundación. Señalamos los cinco elementos:

- La protección es un elemento de "amortiguación" que se refiere a todas las medidas físicas, técnicas y de otro tipo que se aplican para prepararse antes de que se produzca la inundación.
- La resistencia se refiere a la capacidad de aguante del sistema y se centra en la prevención del incidente en la medida de lo posible.
- La respuesta son las acciones de gestión de la crisis que se llevan a cabo durante el evento. Es un mecanismo de afrontamiento que reduce el impacto de la inundación haciendo uso de las medidas técnicas, físicas, estructurales…
- El apoyo, el compromiso y la creación de habilidades facilitan el proceso de recuperación después de que el evento haya tenido lugar.
- Y finalmente la etapa de reflexión consiste en aprender del pasado y prepararse para un futuro incierto, mejorando el rendimiento y adaptándose a posibles cambios.

Como la mayoría de las investigaciones se basan en grandes escalas urbanas, hay poca traducción de los conocimientos sobre resiliencia en términos arquitectónicos. Por lo tanto, la investigación tratará de, por un lado, identificar los elementos que permitan una arquitectura resistente a las inundaciones a nivel de edificio y, por otro lado, ejemplificar cómo funcionan dichos elementos en la práctica, de acuerdo con un marco teórico común.



Figura 30. Vista de NY en 2100 - HOK (2021)

05. BIBLIOGRAFÍA

Agudo-Martinez, M.J. (2013). *La casa como cápsula: planteamientos conceptuales del grupo Archigram (1961-1974).* Universidad de Sevilla.

Blanco Agüeira, S. (2013). *Iglesia efímera.* Cesuga – University College Dublin.

BIRGAOANU, I., JAYARAMAN, M., MARAJ, N., POJAR, S.A., VISSCHER, J.J. (2020) A*rchitecture as a response to flood resilience*. Research in Urbanism and Architecture II

Cobo, A., (2014). *Pneumatic Serendipity.* Madrid

Cobo Arévalo, A. (2014). *Smart Structures. La arquitectura inteligente de José Miguel de Prada Poole*. "Pasajes arquitectura y crítica"

Dent, R. (1975). *Nuevos caminos de la arquitectura*. *Arquitectura Neumática.* Barcelona: Blume.

De Prada Poole, J.M. (1974) "*La arquitectura perecedera de las pompas de jabón*". El Urogallo, n.25. Madrid

DiCarlo, P. (2018). *Pneumatic Form.* Temple University

GARCÍA R., Susana. (2018) *Arquitectura de Emergencia. Modelos actuales transitorios, vida útil y sostenibilidad.* ETSA – Universidad de Valladolid

Global Climate Change (2006) *Climate Change Impacts in NY.* The Nature Conservancy

Herzog, T. (1977). *Construcciones neumáticas*. Barcelona: G. Gili.

KEIM, Mark E. (2008) *Building human resilience: the role of public health preparedness and response as an adaptation to climate change*. Am J Prev Med.

KOSANOVIC, Saja; FOLIC, Branislav Ll; RADIVOJEVIC, Ana. (2018) *Approach to Design for Resilience to Climate Change*. TU Delft

MCCA. (2016) *Guidelines on Climate Change – Resilient Architecture.* UN-Habitat

MUÑOZ, Lucía M. (2015) *Prototipos Contemporáneos Efímeros*. ETSA – Universidad de Valladolid

NYC Planning. (2013) *Coastal Climate Resilience. Designing for Flood Risk – Resilient Architecture*.

Pauletti, R.M., (2014). *An outline of the evolution of pneumatic structures.* Universidad de São Paulo

Prieto, N. y Sarrablo, V. (2016). *Arquitecturas inflables.* Magaceen.

Prieto González, N. (2013). *La arquitectura de José Miguel de Prada Poole: teoría y obra.* Universidad de La Coruña.

Quaderns d'arquitectura i urbanisme (2011). *Entrevista a José Miguel de Prada Poole.* Revista del Colegio de Arquitectos de Cataluña

Revista EA. Envolvente Arquitectónica. (2012) *ETFE. Un material para la envolvente Arquitectónica.* Ed. Publiditec.

United States Environmental Protection Agency (2016) What Climate Change Means for New York. National Climate Asessments by the U.S.A

VALTUEÑA T., María. (2018) *Estructuras neumáticas. Habitar en situaciones de emergencia*. ETSAM