

Wallace Neff, edificios *airform* y otras construcciones con forma de iglú realizadas en España y Portugal en la década de 1950

Wallace Neff, Airform Buildings and Other Igloo-Shaped Constructions in Spain and Portugal in the 1950s

Sheila Palomares Alarcón
Universidade de Évora
CIDEHUS
<https://orcid.org/0000-0001-5451-8225>
sheila@uevora.pt

Recibido: 19/12/2022; Revisado: 02/07/2023; Aceptado: 26/09/2023

Resumen

Wallace Neff fue el arquitecto que más viviendas *airform* construyó en el mundo. Registró su primera patente en 1941 y desde entonces inició un proceso en el que continuó legalizando los sistemas constructivos que había inventado en otros países. Después de haber realizado una exhaustiva búsqueda de los registros de las patentes de W. Neff en varios archivos, de haber efectuado un completo de trabajo de campo y de haber revisado la literatura se pretende con este estudio analizar qué patentes registró W. Neff en la península ibérica, si se ejecutaron y cómo, y si se conservan en la actualidad.

Palabras clave: Wallace Neff, viviendas *airform*, década de 1950, patentes, península ibérica.

Abstract

Wallace Neff was the most prolific architect in the construction of airform homes worldwide. He registered his first patent in 1941, subsequently initiating a process of legalizing the construction systems he invented in other countries. Following an extensive search of W. Neff's patent records across various archives, comprehensive fieldwork, and literature review, this study aims to analyze which patents W. Neff registered in the Iberian Peninsula, whether they were realized and how, and if they are still preserved today.

Keywords: Wallace Neff, Airform Housing, 1950s, Patents, Iberian Peninsula.

1. INTRODUCCIÓN¹

Los edificios *airforms* son también conocidos como *airform buildings*, *airform houses* o *bubble houses*. El término *airform* fue acuñado por el estadounidense Wallace Neff (1895-1982) y se refiere a un sistema constructivo que usa un elemento hinchable como encofrado sobre el que se ejecuta una estructura de hormigón armado proyectado.

Se trataba de un novedoso sistema que el arquitecto patentó por primera vez en 1941 y con el que se construyeron miles de estructuras en todo el mundo.

Según J. HEAD (2011), quien ha publicado el libro más reciente sobre la vida del arquitecto: *No nails, no lumber. The bubble houses of Wallace Neff*, su obra es tan basta que serían necesarias varias investigaciones pormenorizadas sobre la obra del arquitecto desde una perspectiva internacional para entender verdaderamente la envergadura de la expansión de las *airform houses*.

Además, J. Head refiere que Portugal fue uno de los países en los que la patente de W. Neff se ejecutó de forma más exitosa. La autora de este artículo, en su tesis doctoral defendida en 2020 titulada *Los nuevos usos de la arquitectura industrial agroalimentaria en el sur de Portugal en el contexto del Mediterráneo* ya observó edificios *airform* ejecutados en el sur de Portugal en las *adegas cooperativas* donde se utilizaban para almacenar vino (Fig. 1) y planteó la hipótesis de que se hubieran ejecutado edificios similares también en España.



Figura 1. Granja Amaraleja (Fotografía de la autora, 2022).

¹ Este trabajo ha sido financiado por Fondos Nacionales a través de la Fundação para a Ciência e a Tecnologia en el ámbito del proyecto UIDB/00057/2020. Agradezco a los evaluadores sus sugerencias, que tanto han contribuido a mejorar el texto original.

Con el objetivo de averiguar si las estructuras *airform* identificadas en Portugal responden al sistema constructivo patentado por W. Neff y si se construyó algún ejemplar en España se plantea este estudio, ya que se desconoce investigación alguna en la que se hayan analizado las estructuras *airform* en la península ibérica.

Partiendo de la hipótesis de que probablemente sí se hubieran ejecutado viviendas u otro tipo de edificaciones *airform* en la década de 1950 en el citado ámbito geográfico, en este artículo se pretende responder a las siguientes preguntas: ¿Se construyeron solo almacenes de vino *airform* en Portugal? Y en España, ¿Construiría Wallace Neff alguna vivienda/estructura con este sistema constructivo? ¿Se conserva alguna vivienda *airform* en la península ibérica?

Para poder responder a las cuestiones formuladas, por un lado, se ha realizado una exhaustiva indagación de fuentes primarias en distintos archivos, tanto en la búsqueda de las patentes como de los proyectos, y, por otro lado, se ha realizado un importante levantamiento bibliográfico completado con un profundo trabajo de campo tanto en Portugal como en España.

Entre los fondos consultados cabe destacar la pesquisa realizada en el Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM); en el Archivo Histórico del IETcc (Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja); en el *Arquivo Torre do Tombo* de Portugal (ANTT); en el *Arquivo Municipal* de Lisboa; en el Archivo Municipal de Puerto Real (Cádiz) (AMPR); en el *Archivio Storico Fondazione Fiera Milano* de Italia; en *The Huntington Library* (San Marino, California) donde se conserva la *Wallace Neff Collection archNeff* y en el *Online Archive of California* (OAC).

Cabe referir que entre la bibliografía consultada se ha realizado un estudio pormenorizado de varias de las revistas especializadas publicadas en el periodo de análisis, la década de 1950, como: *Arquitectura*, *Hogar y Arquitectura* o *Nueva Forma*.

Dado que la muestra de partida era muy descompensada entre los dos países: cientos de almacenes de vino construidos en Portugal y quizás ninguna vivienda construida en España, se abordó la investigación con un procedimiento muestral. Se pretendía averiguar si la hipótesis de partida era cierta, es decir, si se habían ejecutado edificios *airform* en España y en Portugal; si se habían patentado estos sistemas constructivos en los dos países y si se conservan estructuras *airform* en la actualidad.

2. ESTADO DEL ARTE: LAS ESTRUCTURAS AIRFORM Y OTROS EDIFICIOS CON FORMA DE IGLÚ CONSTRUIDOS EN LAS DÉCADAS DE 1940-1950 EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

La literatura arquitectónica hace referencia a los edificios *airform* en los estudios sobre estructuras neumáticas como el de ESGUEVILLAS (2009) o en los tratados sobre la Historia de la prefabricación como el de BRUCE (1945). Sin

embargo, las estructuras *airform* ni son arquitectura neumática ni prefabricada.²

Si bien utilizaban un encofrado neumático para su construcción y se concibieron como pequeños conjuntos residenciales en los que se repetía varias veces el módulo base, las *airform* eran estructuras con planta circular y forma de iglú que se ejecutaron *in situ* con una nueva técnica constructiva y que surgieron en la década de 1940 en Estados Unidos para dar respuesta a un problema muy concreto: alojar a las personas que habían perdido su vivienda durante la II Guerra Mundial.

La persona que más investigó, patentó y ejecutó los *airform buildings* fue W. Neff, un arquitecto norteamericano conocido por diseñar casas de estilo *Spanish Colonial-revival* para estrellas de cine (ONLINE ARCHIVE OF CALIFORNIA, NEFF WALLACE COLLECTION).

Uno de sus proyectos más reconocidos fue el *Igloo Village*, un conjunto de casas de guerra de bajo coste financiadas por Jesse Jones de la *Defense Housing Corporation* (DHC) en 1942, en Falls Church (Virginia, EE. UU.). El arquitecto construyó estas viviendas mientras trabajaba para esta corporación (BRUCE, 1945: 39). Aunque el arquitecto comenzó a trabajar sobre la idea de las *airform* en 1934 su primera patente fue financiada por la DHC en 1941 al considerarla de interés nacional. No fue la única, el arquitecto continuó registrando mejoras de las patentes de este sistema en EE. UU. hasta 1945.³

Se conservan diseños y descripciones en los que el arquitecto apunta que este método, además de servir para construir casas, se podía utilizar para ejecutar depósitos de almacenamiento para aceite o agua, hospitales, escuelas, graneros

² Por este motivo no se han referido en este apartado referencias sobre esa arquitectura. No obstante, dado que las *airform* se apoyan en un encofrado neumático para su construcción, se considera necesario referir que la primera patente de aplicación en la arquitectura de una estructura neumática se le atribuye al ingeniero inglés Frederick William Lanchester (1868-1946), quien en 1919 patentó una estructura de esta tipología para uso militar que se utilizó tanto para los edificios de alojamiento temporales como para los hospitales. Se trataba de una estructura hinchable en forma de balón que se mantenía inflada usando de forma constante aire a presión, lo que permitía que las personas se movieran en el interior del espacio creado (HEAD, 2011: 21). El ingeniero desde que a los 21 años empezó a trabajar en la empresa Forward Gas-Engine Co., estuvo experimentando con estructuras neumáticas. Publicó 29 *papers* y libros y recibió numerosos reconocimientos. «*In Lanchester we had one of the very rare combinations of a great scientist, a great engineer, a mathematician, an inventor and a true artist in mechanical design*» (RICARDO, 1948: 765). Otra de las personas que estudió este tipo de arquitectura fue el arquitecto Frank Lloyd Wright, quien desde la década de 1920 experimentó con plantas insólitas (COBBERS, 2008) y quien a finales de la década de 1950 proyectó las *Fiberthin Airhouses*, un grupo de viviendas con cubiertas de nylon producidas por la *United States Rubber Company* que fueron presentadas en la *New York International Home Building Exhibition* en mayo de 1957. Cada una de las viviendas, en planta, eran círculos de 6 metros de diámetro que se combinaban entre sí unidas a través de cortos pasillos rectos de conexión. Se trataba de una propuesta económica y duradera que podía usarse como casa de vacaciones, aunque no se llevó a cabo. No obstante, F. L. Wright sí consiguió instalar en la Kentucky University unas *Fiberthin Airhouses* a modo de tiendas de campaña en 1957 (FRANK LLOYD WRIGHT FOUNDATION, 2019). En el contexto de la península ibérica cabe señalar la obra del arquitecto Prada Poole (CIMADOMO, 2020). Ver, además: (QUADERNS D'ARQUITECTURA I URBANISM, 2005).

³ Patentes norteamericanas núms. 2270229, de fecha 20 de enero de 1942, número 2335300 de fecha 30 de noviembre de 1943 y número 2388701 de 13 de noviembre de 1945 (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Oficina Española de Patentes y Marcas, O.A. Archivo. Fondo Histórico, P_0207313).

o establos. W. Neff describía los *airform* como «*a new type of construction in which a rubber-coated fabric balloon is blown up and then sprayed with concrete or plastic*» (HEAD, 2011: 11).

El sistema constructivo, difundido en varias publicaciones como en la revista *Architectural Record* (1944) fue aplicado en la construcción de miles de viviendas en 50 países diferentes, entre ellos: Estados Unidos, Brasil, México, Angola, Senegal, Cuba, Egipto o Portugal (CASSIENELLO, 2013: 182). Además, también se ejecutaron edificios para el almacenamiento de cereales, vino, e incluso equipamientos como gasolineras.

El proceso de construcción consistía en primer lugar, en realizar el replanteo de la zona a construir, ejecutar zanjas y hormigonar la cimentación después de haber colocado los ganchos de anclaje; colocar el encofrado neumático deshinchado y el compresor de aire que se conectaba a una manguera de admisión; hinchar el encofrado y controlar el indicador manométrico; proyectar algún producto antiadherente; poner la armadura, el impermeabilizante; colocar los encofrados de madera de los huecos y finalmente proyectar el hormigón y revestir la superficie una vez que el hormigón hubiera fraguado.

El hormigón que se utilizaba era gunitado (hormigón proyectado con manguera a alta presión), técnica que él ya había utilizado sobre encofrados de madera en la construcción de varias viviendas en la década de los 20 del siglo XX y que aún se conservan.

Aunque se trataba de un nuevo sistema constructivo, la forma de la estructura *airform* recordaba a un iglú: «considerado por algunos como la respuesta más rica, ingeniosa y variada dentro de las construcciones nómadas» (BAHAMÓN y CAÑIZARES, 2008: 6).

Se desconoce si el arquitecto se inspiró de forma consciente o inconsciente en estas estructuras que, de forma aislada, agrupadas formando pequeñas comunidades o interconectadas generando espacios más grandes, han sido el icono inuit canadiense⁴ por excelencia. Lo que bien es cierto, es que han sido numerosos los arquitectos que de algún modo han interpretado las características de los iglús y de su arquitectura vernácula para diseñar algunas de las obras más recientes.

2.1. Viviendas temporales con forma de iglú. Una aproximación

Durante la II Guerra Mundial y con el objetivo de construir viviendas temporales que pudieran dar cobijo a quienes hubieran perdido su vivienda durante los bombardeos, se proyectaron y ejecutaron diferentes conjuntos habitacionales que tenían que dar respuesta a las necesidades mínimas de habitación, ser económicos, rápidos de construir y poder reproducirse fácilmente.

En paralelo, en este periodo hubo diferentes corrientes de pensamiento que

⁴ El iglú se ha utilizado como vivienda de invierno en la región groenlandesa de Thule y en la zona central de Canadá. En Siberia, en el este de Groenlandia y en Alaska se emplea solo como refugio de caza temporal (BAHAMÓN, CAÑIZARES, 2008: 6).

cuestionaban la industrialización de la vivienda. ¿Por qué la construcción de viviendas se estaba quedando atrás frente a la automatización? En este contexto se justificaba su producción en serie. Según Henry FORD:

El concepto de producción en serie se utiliza para describir el método por el cual se fabrican grandes cantidades de un solo artículo estandarizado. La producción en serie no es simplemente producción en cantidad ni producción mecánica. La producción en serie es la aplicación de los principios de potencia, precisión, economía, método, continuidad y velocidad de un proceso de fabricación (SECO y ARAUJO, 1991:12).

Unas de las soluciones que eligieron diferentes arquitectos e ingenieros para construir casas temporales en serie durante o inmediatamente después de la II Guerra Mundial fueron viviendas de planta circular y forma de iglú construidas con diferentes técnicas constructivas. A modo de ejemplo se refiere:

2.1.1. *Dymaxion Deployment Unit (DDU) de Buckminster Fuller*

Buckminster Fuller (1895-1983) fue un ingeniero, arquitecto, cartógrafo, filósofo, geómetra y futurista, e inventor de la cúpula geométrica (BUCKMINSTERFULLER, s.d.). En 1940 construyó una serie de viviendas con forma de iglú para alojar a las personas que hubieran perdido sus viviendas tras los bombardeos durante la II Guerra Mundial denominadas *Dymaxion Deployment Unit (DDU)*.

Se trató de un encargo de la *British War Relief Organization* que lo invitó para proyectar las citadas viviendas. Si bien el gobierno británico se retiró del proyecto, se construyeron varias unidades de estas estructuras que sirvieron para alojar a mecánicos y aviadores rusos y americanos durante la II Guerra Mundial. No se llegaron a producir viviendas en serie, pero sí se construyeron un buen número de estas DDU.

Según GORMAN (2005:70) el arquitecto se inspiró en los almacenes metálicos para cereales que producía en serie la Sociedad Butler desde 1930. La estructura de la vivienda era de chapa de acero galvanizado, tenía planta circular y estaba cubierta por un techo con forma de cono que tenía una apertura en su cúspide que servía para controlar la ventilación y la climatización interior. Las ventanas se disponían tanto por las paredes como por la cubierta y eran de forma circular. Los módulos de la vivienda tipo podían unirse entre sí simplemente colocando una puerta de conexión entre ellos. Las particiones interiores se realizaban con cortinas.⁵

⁵ Este no fue el único prototipo que diseñó B. Fuller de esta tipología. En 1944 diseñó una *Airbarac Dymaxion Dwelling Machine (DDM)* que serviría como alojamiento, cuartel u hospital y la *Wichita House* en 1946, el único prototipo completo de la DDM (GORMAN, 2005). Se pueden consultar algunas fotografías sobre estas viviendas tomadas por el propio arquitecto en *Fuller State*: <https://www.buckminsterfuller.net/images>

2.1.2. Las viviendas del barrio Maggiolina de Mario Cavallé

El ingeniero y arquitecto italiano Mario Cavallé (1895-1982), especializado en arquitectura cinematográfica, patentó y ejecutó una serie de conjuntos de viviendas con forma de iglú, otras con forma de champiñón, en las que exploró las posibilidades del hormigón armado para crear espacios diáfanos.

Uno de sus conjuntos más conocidos es el ubicado en el barrio Maggiolina en Milán, en la vía Lepanto (SAPIENZA, UNIVERSITÀ DI ROMA, s.d.).⁶ Se construyó en 1946 y se planteó como un conjunto de viviendas temporales que pretendían ser una rápida respuesta de alojamiento para las familias desplazadas de las viviendas que habían sido bombardeadas y destruidas durante la II Guerra Mundial (BRANDOLI, 2023). *A posteriori*, sus habitantes decidieron continuar viviendo en ellas.

En la actualidad se conservan ocho de las doce primitivas viviendas iglú construidas en este barrio gracias a que el arquitecto Luigi Figini en la década de 1960 se movilizó e impidió su destrucción.

Según PIRÉ (2023: 24), M. Cavallé podría haberse inspirado en un modelo residencial y en una técnica constructiva desarrollada en Estados Unidos donde ya se habían construido viviendas circulares para este fin: las *airform houses* construidas por Wallace Neff:

Pour répondre aux exigences du programme, le concepteur a adopté un système expérimental importé des Etats-Unis et qui avait probablement beaucoup de points communs avec la technique de construction de dômes en béton pneumatique de Wallace Neff (1895-1982), un architecte qui construisait à l'époque ses Bubble Houses en Californie (PIRÉ, 2023 : 24).

Las viviendas iglú proyectadas por M. Cavallé tenían 50 m² y estaban compuestas por una pequeña entrada, un baño, una cocina-comedor y dos dormitorios. El sistema constructivo utilizado consistió en servirse de un encofrado inflable sobre el que se apoyaban hileras de ladrillos que *a posteriori* se cubrían de hormigón proyectado.⁷

2.1.3. La Vivienda VICAM de Francisco Jaén López

En España se ejecutó un grupo de viviendas con forma de iglú, probablemente inspiradas en las viviendas *airform* de W. Neff o en las de M. Cavallé, pero que utilizaron otro sistema constructivo.

Fue el caso del procedimiento patentado por Francisco Jaén López, denominado «Un procedimiento para la construcción de viviendas semiesféricas»

⁶ Se puede consultar una fotografía histórica tomada por Farabola entre 1950 y 1959 en el *Archivio Storico Fondazione Fiera Milano* aquí: <https://archivistorico.fondazionefiera.it/oggetti/61890-le-case-a-fungo-di-via-lepanto-nel-quartiere-maggiolina-a-milano>

⁷ Según PIRÉ (2023) podrían considerarse precursoras del método constructivo *Binishell*, aplicado por primera vez por su inventor, el arquitecto Dante Bini en la década de 1960 en Cerdeña, para construir la cúpula de la vivienda de Michelangelo Antonioni y Monica Vitti.

presentado el 24 de septiembre de 1954; concedido el 29 de noviembre de 1954 y publicado el 1 de enero de 1955 (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Oficina Española de Patentes y Marcas, O.A. Archivo. Fondo Histórico, P_217558).

Francisco Jaén López, perito aparejador, el 5 abril de 1956 solicitó permiso de obras, aportando memorias y planos firmados por el arquitecto Fernando Barquín en diciembre de 1955, para construir una vivienda experimental en unos terrenos de su propiedad en el municipio gaditano de Puerto Real. La licencia fue concedida en junio del mismo año.

Parece ser que construyó más de una vivienda de esta tipología porque en septiembre de 1957 volvió a solicitar permiso municipal para construir dos viviendas semiesféricas denominadas VICAM.

Según se describe en la memoria del proyecto visado el 23 de abril de 1956 por el Colegio Oficial de Arquitectos – Delegación de Cádiz, la vivienda propuesta prescindía del hierro para su construcción porque había carestía de ese material:

Dada la escasez y cuantía del material férrico y el afán de resolver el problema de las clases media y obrera, se ha prescindido de dicho material y recurrido a la forma atrevida pero geométrica de la semiesfera, asentada sobre zócalo de hormigón cilíndrico de altura suficiente para no tener cabezada en su interior y por lo tanto, aprovechando al máximo su superficie útil (BARQUÍN, 1955).

Destacaba de esta tipología de vivienda el hecho de que fuera de una planta y esférica, lo que favorecía la insolación (al no formar sombras) y la rápida evacuación de las aguas, lo que aseguraba su impermeabilización (Fig. 2).

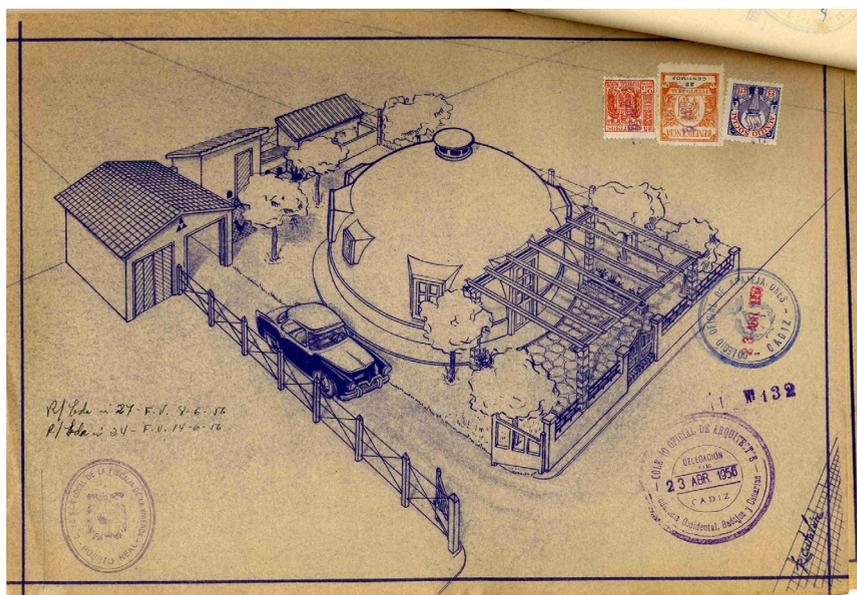


Figura 2. Vivienda VICAM. Perspectiva. Fuente: Archivo Municipal de Puerto Real, Cádiz. Signatura 1995-4.

La vivienda, de 6,25 m de diámetro, tenía una superficie útil de 50,24 m². El programa de necesidades era: acceso por la cocina-estar, dormitorio de matrimonio, dormitorio de dos camas, dormitorio de una cama, cuarto de aseo, despensa y pasillo de distribución interior circular aireado e iluminado cenitalmente por una apertura circular cubierta por un gorrete esférico rebajado de 1,55 de diámetro (BARQUÍN, 1955).

Para la construcción de las viviendas se utilizaron piezas de hormigón prefabricado moldeado en taller apoyadas sobre la zanja de cimentación y muros de hormigón vibrado ejecutados *in situ* con encofrados metálicos. Para las jambas, alféizares y el gorrete de aireación utilizaron prefabricados de hormigón y para la tabiquería interior placas de yeso nervadas con cámara de aire entre las dos placas.

Algunas bases de datos de arquitectura como la del docomomo_ibérico y publicaciones como (IAPH, 2008), así como la *Resolución de 7 de diciembre de 2009 de la Dirección General de Bienes Culturales, por la que se incluyen en el Inventario de Bienes Reconocidos del Patrimonio Histórico Andaluz los bienes inmuebles de la arquitectura contemporánea, sitos en la provincia de Cádiz*, atribuyen la autoría de las viviendas semiesféricas VICAM (también referidas como casas del ingeniero) a Joaquín Barquín Barón y a Luffini.

Sin embargo, la investigación llevada a cabo hasta este momento nos permite realizar la hipótesis de que, si bien el arquitecto fue Joaquín Barquín, el diseño de la patente de las viviendas semiesféricas VICAM se cree que fue de Francisco Jaén López, y no de Luffini. Recordemos que el propietario ya la había patentado en 1954, es decir, dos años antes de que el arquitecto firmara el proyecto. Además, no se han localizado las fuentes documentales que corroboren que la patente fue de Luffini ni al autor Luffini en la base de datos de la Oficina Española de Patentes y Marcas.

3. LAS PATENTES DE WALLACE NEFF REGISTRADAS EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

En España, en 1949, en el Concurso Internacional de industrialización de viviendas convocado por Eduardo Torroja, una de las propuestas presentadas fue la de W. Neff. Esta fue eliminada porque, según el jurado, no era económico producir los encofrados de nylon necesarios para la ejecución del sistema constructivo, ni tampoco era barato adquirir la patente de la empresa que los fabricaba, la *Goodyear Tire and Rubber Company* (CASSINELLO, 2013: 184).

Esa no fue la primera vez que el arquitecto intentó que sus *airform* se construyeran en España. El 29 de enero de 1948 W. Neff (de nacionalidad norteamericana, residente en Hollywood, California) solicitó la patente de invención «Un procedimiento de construir estructuras de hormigón» por veinte años. Esta solicitud se correspondía a la que el arquitecto presentó en EE. UU. el 3 de abril de 1941 (núm. 386.727). Su propuesta ofrecía:

Estructuras de hormigón de camisa fina del tipo de barril y cúpula para viviendas y cuarteles, para fines domésticos de defensa, así como para el uso en el campo de las casas baratas, el presente invento ofrece un nuevo procedimiento por el cual dichas estructuras pueden fabricarse con un mínimo de tiempo y de coste (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Oficina Española de Patentes y Marcas, O.A. Archivo. Fondo Histórico, P_0181474) (Fig. 3).

También se incluía en la propuesta un encofrado mejorado, un neumático inflable a presión, hermético al aire, no estirable y resistente que cuando estaba hinchado tendría la misma forma y tamaño que el interior de la construcción que se creara.

Especificaba que si se quería conseguir una estructura de barril el encofrado tendría esa forma, y si el objetivo era una cúpula de camisa el neumático tendría esa otra figura.

Indicaba que la lona debía revestirse de algún material que evitara su adhesión al hormigón como, por ejemplo, el caucho.

Además de explicar el proceso constructivo, exponía que era preferente el vertido del hormigón a pistola. El objetivo era construir una capa continua de 8 cm armada, con sus correspondientes refuerzos. Para definir los huecos de las puertas y ventanas se utilizarían los encofrados. Una vez hormigonado, la camisa deshinchada se sacaba por una ventana.

Exteriormente se podía enlucir con cemento, no enlucirse o aplicarse una mezcla de cemento con color. Para las particiones interiores proponía el uso de tabiques de argamasa sobre estructuras metálicas que podían revestirse.

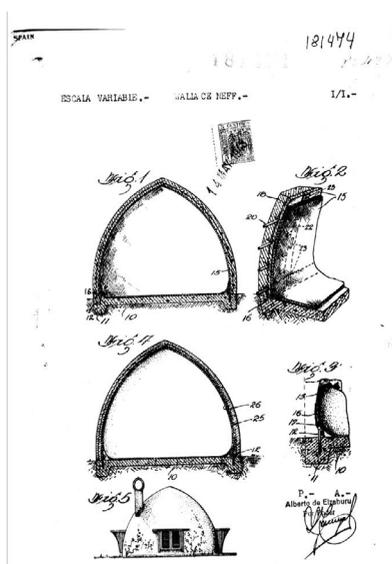


Figura 3. «Un procedimiento de construir estructuras de hormigón». Wallace Neff. Fuente: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (Oficina Española de Patentes y Marcas, O.A. Archivo. Fondo Histórico, P_0181474). https://consultas2.oepm.es/pdf/ES/0000/000/00/18/14/ES-0181474_A1.pdf

Algunos años más tarde, en concreto, el 20 de enero de 1953, W. Neff solicitó otra patente de invención, también por un periodo de veinte años, denominada «Un método de construir estructuras en forma de casco de hormigón» que consistía en la mejora de la ejecución de las estructuras de hormigón en forma de casco sobre molde neumático interior. Esta solicitud se correspondía con la que el arquitecto presentó en EE. UU. el 19 de junio de 1952 (núm. 294.316).

Explicaba que al ejecutar varias de las patentes norteamericanas (núm. 2270229, de 20 de enero de 1942; núm. 2335300 de 30 de noviembre de 1943; y núm. 2388701 de 13 de noviembre de 1945) había detectado desperfectos y grietas en las paredes laterales de las estructuras debido a que, en las cúpulas, por debajo del plano de ruptura, el material trabaja a tracción. Por otro lado, en la parte de la bóveda, incluso cuando estaba sin armar, raras veces se observaban grietas ya que el hormigón en esta parte trabaja principalmente a compresión.

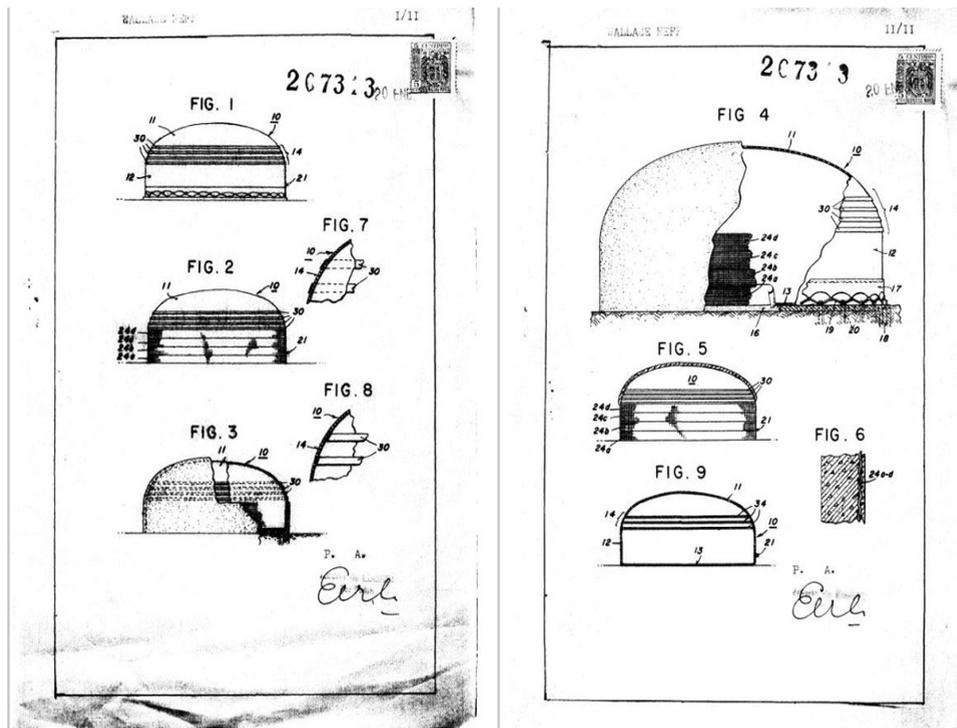
Para solucionar este problema y poder pretensar las paredes laterales, haciendo que el hormigón trabajase a compresión y evitar así deterioros y fisuras, propuso las paredes verticales rectas o sustancialmente rectas. La planta seguía siendo circular y la cubierta abovedada.

Proponía una mejora del encofrado para conseguir un fraguado del hormigón uniforme. El resto de los pasos y elementos en el procedimiento eran los mismos. Las ventajas de esta solución (la del hormigón pretensado) eran conocidas: mayor resistencia, estructura más estable, reducción de carga muerta y ahorro de armaduras. El arquitecto insistía en que se trataba de una práctica sencilla, que no requería habilidad especial.

Cabe resaltar que en esta patente planteaba una solución alternativa para reducir el coste en la ejecución de la construcción. Describía:

También, en el caso de que la colocación del hormigón sobre el molde mediante pistola o con la llana demuestre ser demasiado costosa para construcciones extremadamente baratas deseadas en ciertas regiones y/o países, la estructura o la envolvente exterior de la misma puede hacerse de ladrillos o bloques de hormigón locales baratos dispuestos contra el molde o contra su porción de pared lateral recta después del pretensado de la armadura como antes se ha dicho, siendo los ladrillos o bloque unidos a la armadura mediante lechadas, etc.⁸ (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Oficina Española de Patentes y Marcas, O.A. Archivo. Fondo Histórico, P_0207313) (Figs. 4 y 5).

⁸ Se plantea la hipótesis de que W. Neff conociese las viviendas con forma de iglú construidas por M. Cavallé en el barrio Maggolina en 1946, que se construyeron utilizando una primera capa de ladrillo.



Figuras 4 y 5. «Un método de construir estructuras en forma de casco de hormigón». Wallace Neff. Fuente: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (Oficina Española de Patentes y Marcas, O.A. Archivo. Fondo Histórico, P_0207313). https://consultas2.oepm.es/pdf/ES/0000/000/00/20/73/ES-0207313_A1.pdf

Tres años más tarde, en 1956 en la revista *Hogar y Arquitectura* se publicó un artículo en el que se daba a conocer una propuesta de vivienda *airform* de dos plantas de altura, de 100 m² (mayor que las proyectadas por W. Neff al inicio), en el que se describía el sistema constructivo y sus ventajas, ya que las formas neumáticas se podían adaptar a formas muy diversas. Se refería, además, a que había tenido fuera de España una gran acogida (HOGAR Y ARQUITECTURA, 1956: 19).⁹

Aunque no se ha localizado como tal en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), según HEAD (2011: 159) la Constructora Airform, S.L. tuvo la licencia española de las *airform* y propuso construir con este sistema depósitos para almacenar vino y aceite, como ya se habían realizado con éxito en Portugal,

⁹ No obstante, no se han localizado artículos en otras revistas de arquitectura históricas o en monografías que publicasen proyectos construidos con este sistema constructivo en España. Sí se ha localizado alguna publicación sobre los encofrados neumáticos y su ejecución en la década de 1970 como: *Unidades habitables mínimas. Ovomodul. Encofrados neumáticos* (CERVERA, 1975). En este caso no se refiere a las estructuras como *airform* pero sí las describe tal cual aunque las llaman *ovomodul*. Pese a que las imágenes de la publicación no hacen referencia al lugar ni al autor parece que la imagen de la vivienda se corresponde con una de las construidas por W. Neff.

pero no se ejecutaron.¹⁰

Por lo que respecta a Portugal, la investigación llevada a cabo hasta este momento no nos ha permitido localizar datos sobre la existencia de la patente en este país. Según una consulta realizada al *Arquivo Nacional Torre do Tombo* donde se encuentra el fondo de la *Repertição da propriedade industrial*, el material está en tratamiento y no existe por el momento ningún inventario. La primera patente de invención que se encuentra en el ANTT es la n° 24080 de 1946 y hasta el 1 de agosto de 2022, habían tratado hasta la patente n° 27551 de 1949. En este periodo no se ha localizado documentación alguna sobre estos edificios *airform*.

Aunque no se hayan localizado las patentes, según Head (2011: 104) después de que los derechos de la patente de W. Neff finalizaran en 1956, José de Lemos, un gran defensor de estos edificios, obtuvo la licencia de las *airforms* en exclusiva. Él fue el responsable de la construcción de los edificios en los países portugués-hablantes¹¹ tales como Angola, Santo Tomás y Sudáfrica, donde los ejecutó con la Constructora Ibérica, Lda., creada por él en 1955 y a quien el gobierno le dio toda la exclusividad para construir las casas, los depósitos de vino, etc.

Cabe añadir que Jose de Lemos escribió en 1956 a W. Neff diciéndole que Waterval (quien fuera el director en Europa de la *Airform International Construction Company*¹²) solo quería «*barbarous profits at a given moment, not caring for the*

¹⁰ Tampoco se ejecutaron unos almacenes para almacenar grano proyectados en 1957 para la *Italian Federation of Farmers Cooperative* (HEAD, 2011: 157).

¹¹ No fue la primera vez que se construyeron estas estructuras en un país portugués hablante ya que en Brasil en 1947 ya se habían ejecutado trescientas viviendas de un dormitorio y doscientas de dos dormitorios, además de una gasolinera para un arsenal naval. En estos casos tampoco se proyectó el hormigón, sino que se aplicó manualmente porque era más barato. El plan para construir estas viviendas se inició en 1946 cuando W. Neff acordó con el gobierno brasileño la construcción de mil viviendas por año. Fue una propuesta de la *Fundação da Casa Popular*: «*Instituída pelo Decreto-lei nº9.218, de 1º de maio de 1946, a Fundação da Casa Popular foi o primeiro órgão de âmbito nacional, voltado exclusivamente para a provisão de residências às populações de pequeno poder aquisitivo*» (AZEVEDO Y ANDRADE, 2011: 1). La empresa que se encargó de construir estas viviendas, llamadas *Casas balão*, fue la Sociedad Anónima Mar de Río de Janeiro y el arquitecto y consultor técnico, Raul Penna Firme. Cabe destacar la publicidad que hacía la constructora sobre estas viviendas. Se referían a ellas como: Una novedad norteamericana; Una construcción de primera clase (por ser de hormigón armado); Se construían rápidamente (10-15 días); Eran de bajo coste (requerían poca mano de obra y no dependían de la importación de materiales); Su forma abovedada y el uso de un aislante térmico hacían que absorbiesen menos frío y calor; Se conservaban fácilmente, al requerir solamente pintura interna y externa para su mantenimiento; Y eran la única solución para resolver el problema de la vivienda. Añadían que se habían ejecutado en Arabia, Egipto, México, Estados Unidos y en ese momento en Brasil. Especificaban que «*As afirmações acima alem de serem de conhecimento geral dos tecnicos podem ser comprovadas por atestados do Instituto de Tecnologia (Brasil) e Instituto Tecnológico de Washington*» (HEAD, 2011: 90). En este contexto uno de los conjuntos de casas *airform* ejecutadas en Brasil fueron las conocidas como *iglús* de Guadalupe. Se construyeron entre 1949 y 1950 en el barrio de Guadalupe de Río de Janeiro y aún se conservan una decena (AGENDA BAFAFÁ, 2020; BORELLI, 2009).

¹² W. Neff creó la *Airform International Construction Company* (AICC) a finales de la década de 1940 con la intención de que los *airform* se construyeran en el mercado internacional. Para ello, en 1949 publicaron un catálogo en el que se explicaba el sistema constructivo y se mostraban imágenes de las *bubble houses*, de almacenes de cereal y de casas para militares que se habían construido en EE. UU., en Senegal y en Pakistán. La empresa se orientó cada vez más hacia las ventas especialmente a partir de que en 1954 Adolf K. N. Waterval se convirtiese en el director regional de Europa, quien cambiaría las condiciones contractuales con la AICC. Probablemente esta fue la causa principal por la que los proyectos en Europa no salieron adelante (HEAD, 2011: 27, 31).

development of the Airform system, nor having in mind the interests of sub licensees» (HEAD, 2011: 31). En Portugal, durante la década de 1950 se continuaron construyendo estas estructuras y en 1958, W. Neff viajó para ver de primera mano las construcciones de Lemos.

4. ¿SE CONSTRUYERON VIVIENDAS AIRFORM EN LA PENÍNSULA IBÉRICA?

Como se ha referido en el anterior apartado la primera patente que W. Neff propuso en España fue en 1948, un año antes de la convocatoria del Concurso Internacional de industrialización de viviendas convocado por Eduardo Torroja en 1949. El objetivo del concurso era obtener ideas que ayudaran a la industrialización de la construcción de viviendas en España ya que los materiales tradicionales no conseguían dar respuesta a la gran necesidad de vivienda que tenía el país en ese momento.

W. Neff se presentó al concurso con la patente *ballon formed concrete home*. Según CASSINELLO (2013) la propuesta de W. Neff fue una de las más interesantes por el uso que hacía de las estructuras laminares. El arquitecto destacaba que su patente había ayudado a resolver la gran demanda de vivienda económica que había surgido en los EE. UU. después de la II Guerra Mundial.

La ventaja de la propuesta radicaba en que no se trataba de viviendas prefabricadas en serie que necesitaran una cadena de producción de elementos, sino que era simplemente un nuevo sistema constructivo rápido y de bajo coste. La superficie media de la vivienda económica tipo tenía unos 44,60 m², se ejecutaba en solo dos días y el encofrado hinchable podía ser reutilizado para construir hasta 1000 viviendas.

La propuesta fue eliminada porque en España era inviable fabricar el nylon para el encofrado en ese momento. No obstante, se piensa que ese no fue el único problema, sino que pudo haber influido el hecho de que estaba en vigor el Decreto de 11 de marzo de 1941 sobre restricciones en el uso del hierro en la edificación.¹³

Artículo primero. [...] Se prohíbe con carácter provisional la construcción de muros de fachadas traviesas, medianerías o patios con entramados metálicos. Se prohíbe, igualmente, el empleo del hierro en cubiertas inclinadas de luces corrientes, que se excedan en crujía sencilla de seis metros y doble crujía de doce metros. En cubiertas de luces mayores se procurará la sustitución de armaduras metálicas por otras de hormigón armado, en especial aquellas que en conjunto o por sus elementos puedan moldearse en taller con máxima utilización de los moldes o encofrados. [...] En la construcción de pisos se procurará igualmente la máxima economía de hierro sustituyéndolo con procedimientos a base de hormigón armado del mínimo porcentaje de armaduras y de preferencias en elementos moldeados en taller o que requieren poco encofrado, o bien con enrasillados, bóvedas tabicadas o entramados de madera, según los materiales disponibles en la comarca de que se trate (Decreto de 11 de marzo de 1941).

¹³ Esta disposición estuvo en vigor hasta 1960 (Decreto 845/1960, de 4 de mayo).

En la propuesta de W. Neff el acero era fundamental para poder armar la estructura de hormigón, luego no cumplía con las disposiciones descritas en el citado decreto.

Además, en los años sucesivos se aprobó la Orden de 12 de julio de 1955 en la que se regulaban las ordenanzas técnicas y normas constructivas para «viviendas de renta limitada». En la Ordenanza 8ª, sobre la composición, programa y habitaciones decía:

La vivienda familiar tipo constará, como mínimo, de tres dormitorios, cocina-comedor y retrete con entrada independiente. [...] La superficie útil para la vivienda tipo será, como mínimo de 42 m² [...] Para las viviendas de mayor programa se mantendrán los 7,5 metros cuadrados útiles por habitante [...] Para las de programa [de] menos de tres dormitorios, serán precisos ocho metros cuadrados, como mínimo, por persona (Orden de 12 de julio de 1955).

Contemplaba también la posibilidad de construir viviendas crecederas, en dos etapas. En la primera se contemplaba la construcción de un solo dormitorio en el que cupiese una cama de matrimonio y una cuna, siendo la superficie mínima de la vivienda de 30 m², *a posteriori* se podía ampliar. Cabe resaltar que se especificaba que quedaban «prohibidas aquellas obras como torreones, remates o cualquier otra de las llamadas decorativas, así como los excesivos movimientos de las plantas y, en general, todo cuanto sin llenar una necesidad funcional encarezca innecesariamente la construcción» (Orden de 12 de julio de 1955).

Además, en la Ordenanza 3ª sobre forjados y bóvedas, se describía que «no se admitirán bóvedas de simple curvatura en luces mayores de 4 m ni de doble curvatura cubriendo más de 18 m²» (Orden de 12 de julio de 1955). En el caso de las viviendas *airform*, el diámetro de la circunferencia de la planta era mayor.

Pese a que W. Neff intentó patentar su sistema constructivo en España en varias ocasiones, incluso incorporando mejoras que pudieran adaptarse a la normativa y necesidades del país, hasta el momento se desconoce que finalmente construyera ninguna vivienda *airform*.

Probablemente esto fue debido a dos razones principales: en primer lugar, a que en la década de 1940 la normativa española impedía el uso del hierro en la edificación, así como la dificultad para crear el encofrado de nylon. En segundo lugar, a que cuando quizás podrían haberse empezado a construir estructuras de esta tipología, a partir de 1955, la empresa *Airform International Construction Company* (AICC) comenzó a tener problemas, lo que no favoreció la expansión del sistema constructivo en Europa.

Por lo que respecta a Portugal, según HEAD (2011) el primer proyecto de construcción de una estructura *airform* en este país fueron tres viviendas *airform* construidas a las afueras de Lisboa. Sin embargo, no se ha localizado información alguna sobre ellas ni sobre otras ni en el *Arquivo Municipal de Lisboa* ni en otros archivos y fuentes documentales consultados, por lo que no se ha podido aportar más datos al respecto ni corroborar la afirmación.

5. LOS DEPÓSITOS DE VINO *AIRFORM* CONSTRUIDOS EN LAS ADEGAS COOPERATIVAS DE PORTUGAL

Como se ha referido a lo largo de este artículo en Portugal se ejecutaron numerosas estructuras *airform* para almacenar vino. De hecho, en el libro de HEAD (2011), cuando describe las *airform* construidas en Europa, el apartado lo dedica por completo a Portugal donde se pueden observar fotografías de la construcción de los depósitos de gran interés.¹⁴

Además de este trabajo genérico sobre la obra de W. Neff, los depósitos *airform* han sido referidos en algunos Trabajos Fin de Máster relacionados con el análisis de *Adegas Cooperativas*¹⁵ en Portugal, como el de Pereira (2007) o el Lopes (2012) donde se puede observar la envergadura de su implantación en las *adegas cooperativas*. Sin embargo, se desconoce que se haya realizado un trabajo específico sobre estas estructuras.

¿Por qué se construyeron tantos almacenes para almacenar vino en Portugal? La documentación localizada hasta el momento nos ha permitido aportar importantes datos históricos que nos ayudan a entender esta transferencia de conocimiento entre EE. UU. y Europa.

En primer lugar, W. Neff ya había construido depósitos para almacenar cereales utilizando el sistema *airform* en 1942 en Arizona. Las estructuras tenían más de 9 metros de diámetro y algo más de 4 metros de altura y las ejecutaron con hormigón aplicado de forma manual. Este sistema se promocionó en el catálogo de 1949 de la empresa *Airform International Construction Company* que pretendía la instauración de las *airform* en Europa. Destacaban que era un sistema muy económico y fácil de ejecutar (HEAD, 2011: 27, 42). Además, desde 1947 se venían construyendo en Brasil, país con el que Portugal mantiene estrechas relaciones.

En segundo lugar, hubo un gran incremento en la producción del vino en Portugal con elevados picos entre 1943 y 1945 así como entre 1954 y 1955 (PALOMARES, 2020) para lo que el país probablemente no estaba preparado y necesitaba capacidad de almacenamiento para el vino con urgencia. Para contextualizar esta situación se considera necesario referir que la tradicional producción vinícola portuguesa fue interrumpida, como en otros países, entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX debido a las diferentes plagas que afectaron al sector, en particular por la filoxera. A esto se le sumó una importante campaña *cerealífera* proteccionista impuesta desde el siglo XIX hasta el final del periodo dictatorial de Salazar (1974), que fomentaba el cultivo del cereal en detrimento a otros cultivos, lo que hizo que el cultivo del vino tuviera cada vez menos presencia y que solo a

14 No ha sido posible localizar fotografías de estos almacenes en construcción en los diferentes y numerosos archivos fotográficos consultados para poder incluirlos en este artículo.

15 La primera cooperativa vinícola instalada en el sur Portugal fue la *Adega social* de Portugal. Se instaló en 1896 y estuvo en funcionamiento hasta 1906 en Viana do Alentejo (SOUSA, 1994). Según GRANCHINHO (1997: 18) la primera *adega social* creada en Portugal se abrió en 1853.

partir de la formación de la *Junta Nacional do Vinho* (JNV),¹⁶ en 1937, la viticultura iniciara a cobrar vida.

Aunque las principales cooperativas surgieron a partir de 1945 cuando se crearon las redes de las principales regiones vinícolas: Área da Junta Nacional do Vinho (1953), Douro (1955), Dão (1956) y Vinhos Verdes (1956) (GRANCHINHO, 1997); estos depósitos *airform* solo se comenzaron a construir a partir de 1955. Probablemente porque solo fue en 1952 cuando la JNV planificó la red de cooperativas. Hasta ese momento solo estaban en funcionamiento 17. En 1974 se habían construido 67 (PEREIRA, 2007: 55-56).

En un principio, se construyeron 50 depósitos de vino. Se ejecutaba uno cada dos días cuando para un tanque tradicional se podía tardar más de un mes. El éxito de la construcción de estos depósitos se debió a dos razones principales: a que fue un sistema apoyado e implementado por el gobierno, y a que según un *test* llevado a cabo por químicos franceses el vino que se almacenaba en estos depósitos era superior al que se conservaba en otro tipo de sistema de almacenamiento (HEAD, 2011: 106).

Se desconoce dónde se ejecutaron esos primeros depósitos. Probablemente se construyeron en los alrededores de Lisboa ya que existe un documental titulado *Visita à Junta Nacional do Vinho* (JNV) en el que se grabó la visita que realizaron representantes de la televisión y radio, nacionales y extranjeros a las instalaciones de la JNV en Lisboa y a otros espacios dependientes de la misma el 1 de marzo de 1959¹⁷ en el que se puede observar cómo las personas visitan una *adega* en construcción y caminan entre algunos de los depósitos *airform*.

Tras probar el vino que se almacenaba en los primeros depósitos se comprobó que las estructuras conseguían distribuir bien la temperatura en su interior y que el vino se conservaba bien, de hecho, mejor que en otros sistemas de almacenamiento. Por ello, continuaron a ejecutarlos en otras *adegas cooperativas* hasta llegar a 507 unidades en todo el país en 1985 (CALDEIRA, 1985: 17 citado por PEREIRA, 2007: 91).

Estos depósitos, también llamados *bombas*, no solo se construyeron en las grandes *adegas cooperativas*, sino que se pueden observar en *adegas* más pequeñas. Normalmente se distribuyen alineados como si fuera un tablero de ajedrez, equidistantes y creando unos pasillos intermedios que permiten la circulación entre ellos, aunque también se han observado semicubiertos, siendo su acceso por su parte superior.

Además de depósitos en las *adegas cooperativas* se construyeron otro tipo de edificios con esta técnica constructiva. Por ejemplo, en lo que hoy es el *Museo do Vinho de Alcobaça* (originalmente llamado *Museo Nacional do Vinho*),¹⁸ también se ejecutó una capilla con este sistema constructivo (Fig. 6).

16 Con la adhesión de Portugal en la CEE en 1986 fue sustituida por el *Instituto da Vinha e do Vinho* (IVV) (Decreto-lei 304/86, de 22 de Setembro).

17 El video forma parte de la colección de *RTP arquivos* y se puede ver en el portal en: <https://arquivos.rtp.pt/conteudos/visita-a-junta-nacional-do-vinho>

18 Coordenadas de localización: 39.546897, -8.965402.



Figura 6. Museu do vinho de Alcobaça. Capilla (Fotografía de la autora, 2019).

Este museo, situado en Alcobaça, ocupa unos antiguos almacenes de la JNV, así como la antigua bodega de José Eduardo Raposo de Magalhães de 1875 (que fue adquirida por la JNV en 1948) y alberga un importante expolio vitivinícola de la antigua JNV. Consta de cinco edificios técnico-funcionales y una colección de más de 10.000 piezas (GUERREIRO, 2019).

En el ámbito de estudio de esta investigación cabe destacar los depósitos exteriores. Son treinta unidades unidas entre sí por el techo, lo que permite la circulación entre los depósitos tanto por la parte de arriba como en planta baja (Fig. 7).

La mayoría tienen unos siete metros de diámetro, aunque también los hay de seis metros de diámetro y uno de unos tres metros de diámetro, el correspondiente a la capilla.



Figura 7. Museu do vinho de Alcobaça (Fotografía de la autora, 2019).

6. CONCLUSIONES

Con este artículo, además de contribuir al conocimiento de las estructuras *airform* y por tanto, a la obra del arquitecto W. Neff para entender mejor la envergadura de expansión de este sistema constructivo desde EE. UU. hacia el resto del mundo, se pretendía analizar qué patentes registró W. Neff en la península ibérica, si se ejecutaron y cómo y si se conservan en la actualidad.

La investigación desarrollada hasta el momento nos ha permitido afirmar que W. Neff registró en España dos patentes, una en 1948 y otra en 1953, y que se presentó al Concurso Internacional de industrialización de viviendas convocado en 1949, luego el arquitecto tuvo especial interés en implantar su sistema constructivo en este país.

Sin embargo, no llegó a construir ninguna vivienda o estructura *airform* en España. Los motivos, como se enunciaron en el cuerpo del texto, podrían ser, por un lado, porque el uso del hierro estuvo prohibido entre 1940 y 1960 y porque las *airform* no cumplían con el programa de las viviendas de renta limitada, además de la dificultad para adquirir otros materiales como el nylon; y, por otro lado, porque los problemas económicos que tuvo la empresa *Airform International Construction Company* (AICC) a partir de 1955 no favorecieron la expansión del

sistema constructivo en Europa.

Además, habría que añadir la promulgación de otra disposición, la Orden de 15 de marzo de 1947 que prohibía la propaganda y explotación comercial de cualquier nuevo sistema de forjados que no tuviera la aprobación previa de la Dirección General de Arquitectura, que tampoco ayudaría a la implantación de este sistema constructivo en España.

No obstante, las *airform* sí sirvieron para inspirar a otras personas¹⁹ como a Francisco Jaén López, quien patentó en 1954 un sistema constructivo para construir viviendas semiesféricas que evitaba el uso del hierro, estéticamente muy similares a las *bubble houses* de W. Neff y algunas de las cuales se conservan y están en uso en la actualidad en Puerto Real (Cádiz).

Por el contrario, en Portugal, no se han localizado las patentes que W. Neff registró probablemente en este país, porque como se refirió con anterioridad aún no están tratados los datos del fondo de la *Repartição da propriedade industrial*, situado en el *Arquivo Nacional Torre do Tombo*, donde se almacenan las patentes que se registraron en el periodo cronológico de interés para este estudio.

Sí sabemos, según HEAD (2011), que fue José de Lemos quien se ocupó de la patente a partir de 1956 y que fue Portugal uno de los países en los que la patente de W. Neff se ejecutó de forma más exitosa a partir de 1955. Testimonio de ello son los cientos de depósitos *airform* que se ejecutaron y que aún se utilizan para almacenar vino en la actualidad en todo el país.

Este sistema constructivo, utilizado para ejecutar los depósitos de las *adegas cooperativas*, también se utilizó para construir depósitos en *adegas* más pequeñas, y para otros usos, como la capilla del actual *Museu do vinho de Alcobaça*.

Es probable, que la transmisión de conocimiento desde EE. UU. hasta Portugal de forma tan exitosa se debiera a que este sistema constructivo ya lo había utilizado W. Neff para construir depósitos para almacenar cereales en Arizona en 1942; a la publicación del catálogo de la empresa *Airform International Construction Company* en 1949 que pretendía difundir el sistema en Europa; a la necesidad que tenía la *Junta Nacional del Vinho* de sistemas de almacenamiento que pudieran ejecutarse rápidamente; a que desde 1947 se venían construyendo las *airform* en Brasil, país con el que Portugal mantiene estrechas relaciones; y a que José de Lemos era un gran defensor de estas estructuras (HEAD, 2011: 104).

Para concluir, se espera que los resultados de esta investigación iniciada en 2016 contribuyan al conocimiento de las estructuras *airform* patentadas por W. Neff y a su ejecución en la península ibérica, además de ser un punto de partida para futuras investigaciones sobre esta temática.

7. REFERENCIAS

ARCHITECTURAL RECORD (1944): «Airform house for a desert colony. Residence of Mr. and Mrs. Titus, Goodyear Farms, Litchfield Park, Arizona. Wallace Neff,

¹⁹ Eliot Noyes construyó en 1956 en Florida una vivienda que perfeccionaban el sistema de las *airform* al crear una gran fachada acristaladas con formas parabólicas (NOYES, 1956).

- Architect», *Architectural Record*, 96 (1): 81-83.
- AZEVEDO, S.; ANDRADE, L. A. G. (2011): *Habitação e poder. Da Fundação da Casa Popular ao Banco Nacional de habitação* [online], Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, Río de Janeiro.
- BARQUÍN BARÓN, F. (1955): Construcción vivienda de campo, fin de semana. Puerto Real Cádiz. Propietario: Francisco Jaén López. (Archivo Municipal de Puerto Real, Signatura 1995-4).
- BORELLI, A. (2009): *Penso Subúrbio Carioca*, Editora TIX, Brasil.
- BRANDOLI, L. (2023): «One of the renowned igloo houses in Milan is up for sale», *Domus*.
- BRUCE, A.; SANDBANK, H. (1945): *A history of prefabrication*, The John B. Pierce Foundation. Housing Research Division, Raritan, N.J.
- CALDEIRA, J.A.C. (1985): *Os armazéns da Junta Nacional do Vinho* (policopiado), [s.ed.], Lisboa.
- CASSINELLO, P. (2013): «Propuestas Laminares del Concurso Internacional de Viviendas convocado por Eduardo Torreja en 1949», en S. HUERTA y F. LÓPEZ ULLOA (eds.), *Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Instituto Juan de Herrera, Madrid: 179-187.
- CERVERA MIRALLES, L. (1975): «Unidades habitables mínimas. Ovomodul. Encofrados neumáticos», *Arquitectura*, 194-195: 108-114.
- CINADOMO, G. (2020): «Los años 70. Prada Poole-Hielotrón», en G. CIMADOMO (coord.), *Arquitectura Española y Tecnología. Siete episodios clave del siglo XX*, Recolectores Urbanos, Málaga: 113-132.
- COBBERS, A. (2008): *Frank Lloyd Wright. Vida y Obra*, Könemann.
- Decreto de 11 de marzo de 1941 sobre restricciones en el uso del hierro en la edificación. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1941-2342>
- Decreto 845/1960, de 4 de mayo, por el que se deroga el de 11 de marzo de 1941, que establecía restricciones en el uso del hierro en la edificación. BOE.es - BOE-A-1960-6830 Decreto 845/1960, de 4 de mayo, por el que se deroga el de 11 de marzo de 1941, que establecía restricciones en el uso del hierro en la edificación.
- Decreto-lei 304/86, de 22 de Setembro. Diário da República n.º 218/1986, Série I de 1986-09-22. Cria o Instituto da Vinha e do Vinho (IVV).
- ESGUEVILLAS CUESTA, D. (2009): *Modelos y series en la casa americana de posguerra*, Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid.
- FRANK LLOYD WRIGHT FOUNDATION (2019): Frank Lloyd Wright's Inflatable Architecture Experiment.
- GORMAN, J. M. (2005): *Buckminster Fuller. Architettura in movimento*, Skira editore, Ginevra-Milano.
- GRANCHINHO, M.A.R.L. (1997): *As adegas cooperativas do Alentejo* (Disertação), Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Economia e Gestão, Lisboa.
- GUERREIRO, A. (2019): «Museo do Vinho de Alcobça: património, economia, desenvolvimento», en A. GUERREIRO; A. MADURO; E. GONÇALVES; J. CUSTÓDIO

- (eds.), *Enomemórias e Enoturismo. Os territórios culturais do vinho (Paisagem, Museus, Comunidade)*, Edições ISMAI - Centro de Publicações do Instituto Universitário da Maia, (s.l.): 126-143.
- HEAD, J. (2011): *No Nails, no lumber. The bubble houses of Wallace Neff*, Princeton Architectural Press, New York.
- HOGAR Y ARQUITECTURA (1956): «Viviendas «Air-form», *Hogar y Arquitectura*, 6: 18-20.
- INSTITUTO ANDALUZ DE PATRIMONIO HISTÓRICO (IAPH) (2008): Registro Andaluz de Arquitectura Contemporánea. Bases metodológicas y selección provincial obras, IAPH, Universidad de Sevilla-HUM666 y Dirección General de Bienes Culturales, Sevilla.
- LOPES, D.M.R. (2013): *A arquitectura industrial em Portugal no século xx. Para o (re) conhecimento das adegas cooperativas da Junta Nacional do vinho (Disertação)*, Universidade de Évora, Évora.
- MIGUEL, A.C.; FARO, A.E.T. (1957-1958): *Aspectos da economia vinícola. As adegas cooperativas e o comércio de vinhos*, Separa dos Anais da Junta Nacional do vinho.
- NOYES, E. (1956): «Le case a cupola di Noyes», *Domus*, 318: 190-191.
- ORDEN de 12 de julio de 1955 por la que se aprueba el texto de las ordenanzas técnicas y normas constructivas para «viviendas de renta limitada».
- ORDEN de 15 de marzo de 1947 por la que se prohíbe la propaganda y explotación comercial por Empresas o particulares de cualquier nuevo sistema de forjados que no tengan la previa aprobación de la Dirección General de Arquitectura.
- PALOMARES ALARCÓN, S. (2020): *Los nuevos usos de la arquitectura industrial agroalimentaria en el sur de Portugal en el contexto del Mediterráneo*, Tesis doctoral, Universidad de Évora, Évora.
- PEREIRA, M.C.F.B. (2007): *Acção e património da Junta Nacional do Vinho (1937-1986) (Disertação)*, Universidade Aberta, Lisboa.
- PISU, E.V. (Directeur) (2023): «Maison igloo a Milano par Mario Cavallé», *Palazzi a Venezia*, Supplément, Février : 24-25.
- Quaderns d'arquitectura i urbanism* (2005): «Inflatables: 100 years blowings», *Quaderns d'arquitectura i urbanism*, 246 : 18-29.
- Resolución de 7 de septiembre de 2009, de la Dirección General de Bienes Culturales, por la que se incluyen en el Inventario de Bienes Reconocidos del Patrimonio Histórico Andaluz los bienes inmuebles de la arquitectura contemporánea, sitios en la provincia de Cádiz, que se relacionan en el Anexo adjunto.
- RICARDO, H.R. (1948): «Frederick William Lanchester. 1868-1946», *Obituary Notices of Fellows of the Royal Society*, 5 (16): 756-766. <https://doi.org/10.1098/rsbm.1948.0002>
- SAPIENZA. UNIVERSITÀ DI ROMA. (s.d.): Mario Cavallé. <https://mostrevirtuali.uniroma1.it/mostra/architeatro/it/63/mario-cavall>
- SECO, E.; ARAUJO, R. (1991): *La Casa en serie*, Mairea, Madrid.
- SOUSA, J.M.S. (1994): *História da primeira adega social portuguesa. Viana do Alentejo 1893-1906*, Câmara Municipal de Viana do Alentejo, Viana do Alentejo.