

el estadio cubierto de **Dartmouth**

U.S.A.

PIER LUIGI NERVI, ingeniero

886-16

sinopsis

Este estadio ha sido construido en Hanovre (U.S.A.) para la Universidad de Dartmouth.

Está cubierto con una bóveda alveolada de 110 m de longitud y 69,80 m de luz, con altura libre máxima de 18,30 m y apoyada en soportes de hormigón armado, espaciados a 5,70 metros.

Cada soporte está constituido por tres elementos formando triángulo rectángulo: cuya hipotenusa es el elemento transmisor de esfuerzos al estribo; el montante, el apoyo de arranques, y el elemento horizontal, la pieza de arriostamiento.

La estructura está formada por elementos triangulares, prefabricados, unidos por medio de nervios cruzados realizados en obra, que se empotran, en sus extremos, a dos vigas continuas. La construcción se ha llevado a cabo por tramos sucesivos, de 8,50 metros.

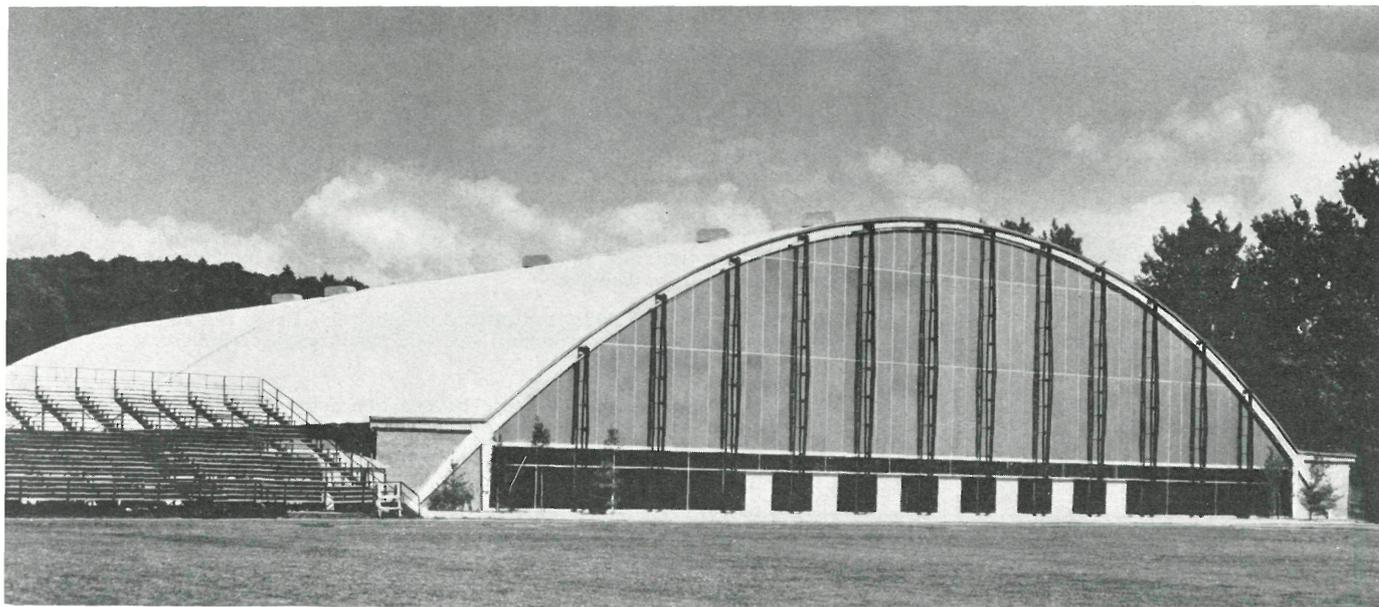
Introducción

La Universidad de Dartmouth está enclavada en las proximidades de Hanovre, Estado de New Hampshire (Estados Unidos).

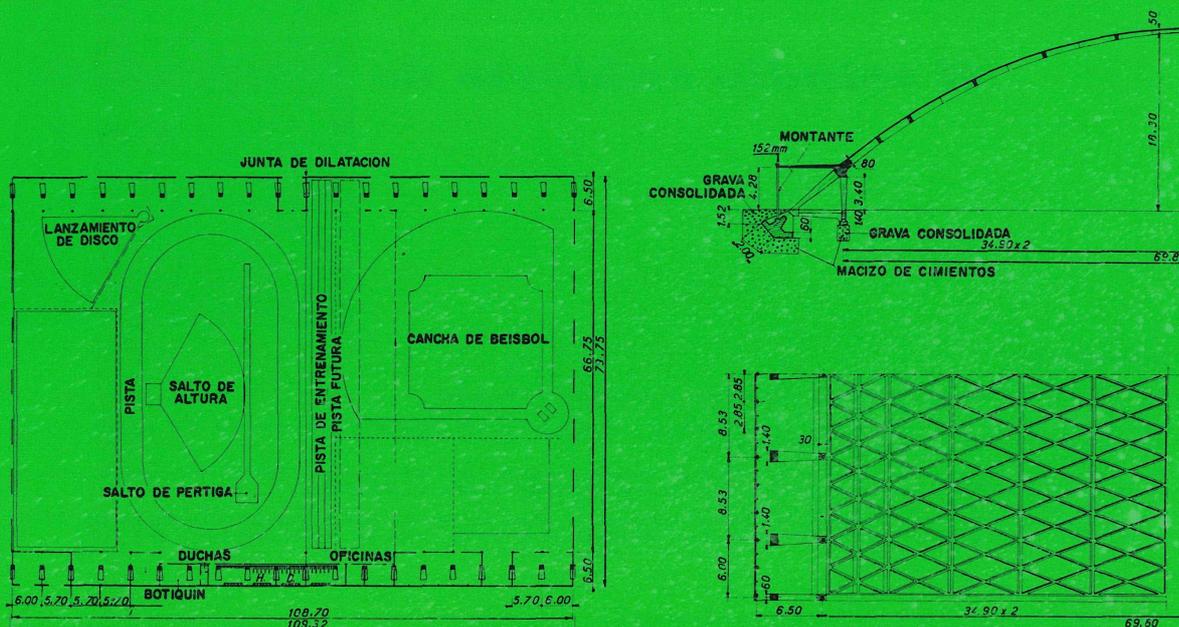
Esta institución docente, de rancio abolengo, ha sido cuna de la educación de múltiples familias distinguidas que siguen líneas tradicionales y bien fundadas en la formación de sus miembros. Por ésta y otras razones de carácter didáctico y alcance superior es uno de los colegios-universidades americanos que disfruta del más reconocido prestigio.

Con objeto de disponer de un estadio cubierto donde poder practicar manifestaciones deportivas o de tipo vario, esta institución encargó el proyecto a uno de los más notables ingenieros contemporáneos: el profesor Nervi.

El edificio tiene 110 m de longitud, 80 m de anchura y 18,30 m del suelo a la clave de la bóveda que lo cubre.



planta, intradós de la bóveda y sección



Colaboraron con el ingeniero Nervi dos profesores americanos de Mecánica Aplicada. La ejecución corrió a cargo de la empresa americana Werler Construction Co.

Los terrenos donde se halla ubicada la obra pertenecen al Colegio y se prestan favorablemente a este tipo de construcciones.

Concepción y descripción de la estructura

La forma que mayor sencillez geométrica presenta es la bóveda rebajada, ya que, además de cerrar volúmenes importantes, tiene aspecto gracioso y deja el espacio cubierto libre de todo impedimento y exento de los soportes tradicionales en las construcciones de formas cúbicas.

El perfil transversal de dicha bóveda presenta forma de parábola y tiene 69,80 m de luz, con espesor variable de 0,5 m en la clave a 0,80 m en los arranques propiamente dichos.

Esta estructura se apoya sobre una serie de soportes en forma de triángulo rectángulo, espaciados a 5,70 m, cuyos lados son: un montante, una pieza horizontal, y la hipotenusa, que sigue la dirección de la tangente en el eje de arranques de la bóveda.

La pieza principal de estos soportes es la hipotenusa, que se encarga de transmitir la presión al estribo. El montante transmite su esfuerzo a la solera que le sirve de apoyo. El estribo es corrido y se extiende a lo largo de toda la bóveda, terminando en dos elementos planos que forman un ángulo aproximado de 135°. Uno de ellos, el horizontal, absorbe las cargas verticales, mientras que el otro recoge el empuje correspondiente.

Para el hormigonado de estribo y solera se abrieron dos zanjas independientes a cada lado de la bóveda; la correspondiente al estribo, de mucho mayor sección que la otra, se relleno con grava fuertemente compactada, realizando el hormigonado sobre esta capa de base.

El intradós de la bóveda aligerada presenta un aspecto alveolado, bastante profundo, de aristas redondeadas y forma triangular. Para formar estos alvéolos se prepararon una serie de encofrados, cerámicos y revestidos con yeso fino con objeto de lograr superficies lisas.

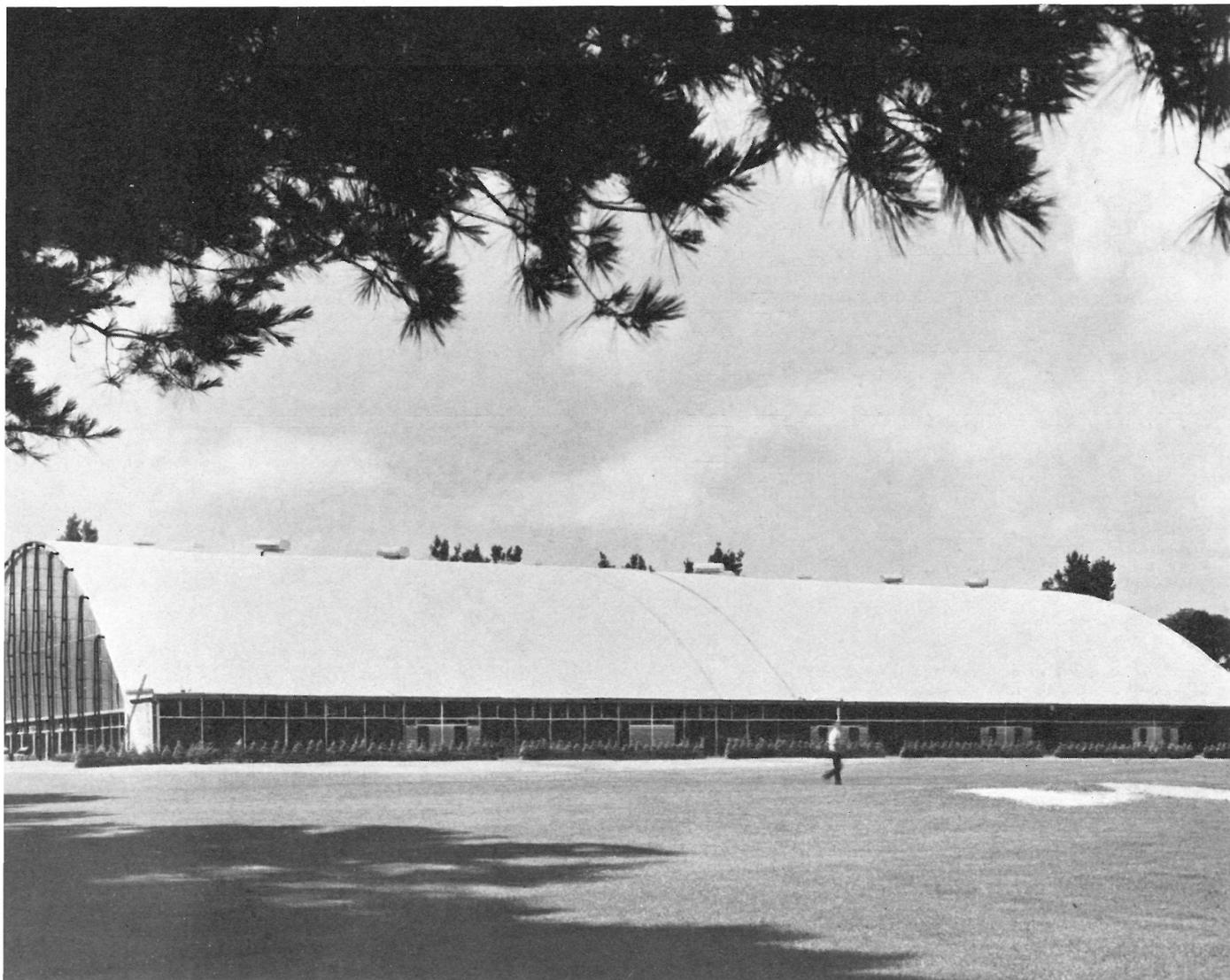
Tuvo gran importancia preparar previamente una monte de la parte de bóveda que debía hormigonarse en primer lugar. Esta monte, soporte de moldes, consistió en una cimbra, con igual luz que la bóveda y 8,50 m de anchura, sobre la que se colocaron los moldes, dejando huecos entre ellos que, al ser rellenados con hormigón, constituirían los nervios, que tienen forma circular y una inclinación en planta de 60 grados.

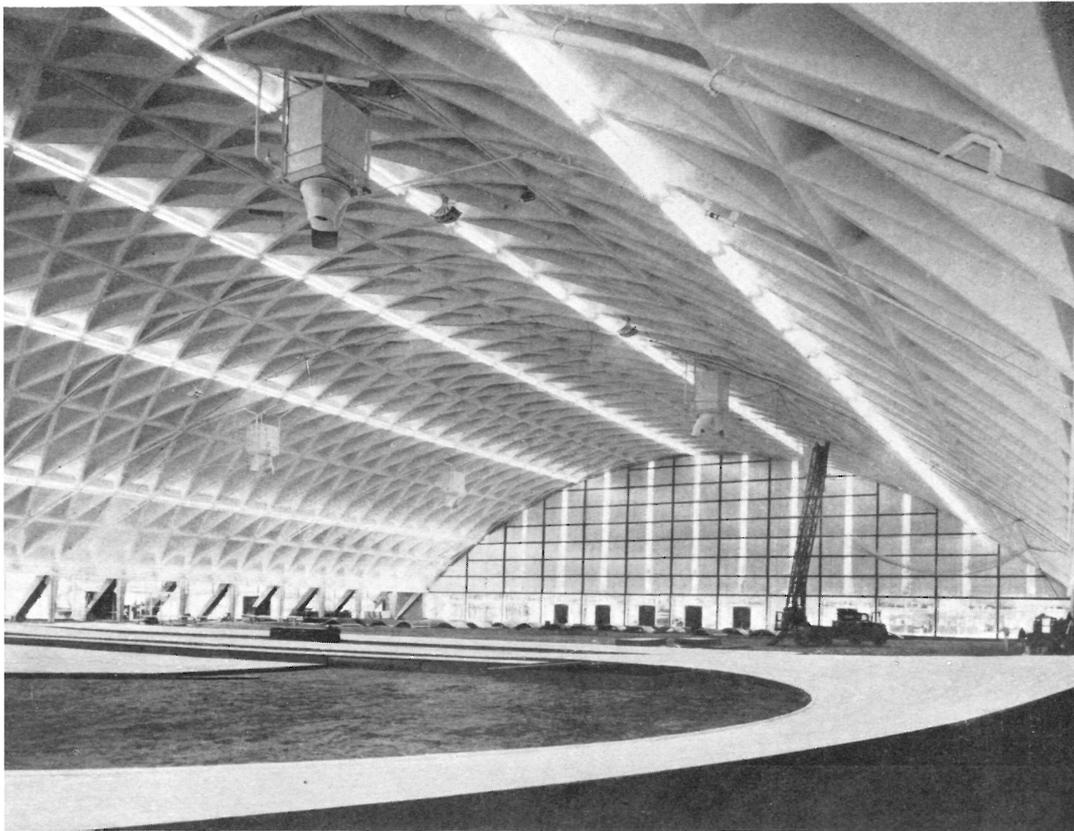
El número de moldes necesarios fue de 1.240. A petición del autor, no se utilizó madera contrachapada en los encofrados para dejar en el hormigón visto las huellas del hilo de la madera de pino, lo cual presta siempre una plástica altamente agradable.

La cimbra-soporte se componía de cuatro cerchas metálicas, articuladas en la clave, que transmitían su empuje a los estribos, los cuales, de esta forma, y desde un principio, se sometieron a cargas progresivas, permitiendo así su consolidación previa a la carga definitiva.

El corrimiento de la cimbra de uno a otro trozo de bóveda se logró con ayuda de cuatro gatos hidráulicos, de 150 t de capacidad cada uno, instalados en las articulaciones de la clave, además de otros gatos de tornillo sin fin. Para la traslación se disponía de dos vías longitudinales, espaciadas a unos 20 m, sobre las que corría el castillete que soportaba la cimbra.

La colocación de alvéolos sobre la cimbra empezó por la parte baja de la bóveda y en los dos lados, simultáneamente, con el fin de conseguir el adecuado equilibrio. Los alvéolos se colocaban debidamente en posición con ayuda de un gato dispuesto en el gancho de una grúa. Una vez que estuvieron todos en su lugar, se procedió a rectificar la curvatura de la cimbra por medio de gatos instalados en la clave, se colocaron las armaduras de los nervios y, finalmente, se hormigonaron dichos nervios. Se utilizó cemento rápido, con resistencia de 210 kg/cm² a los dos días y medio. Cada diez generatrices se dejaba una junta de dilatación.



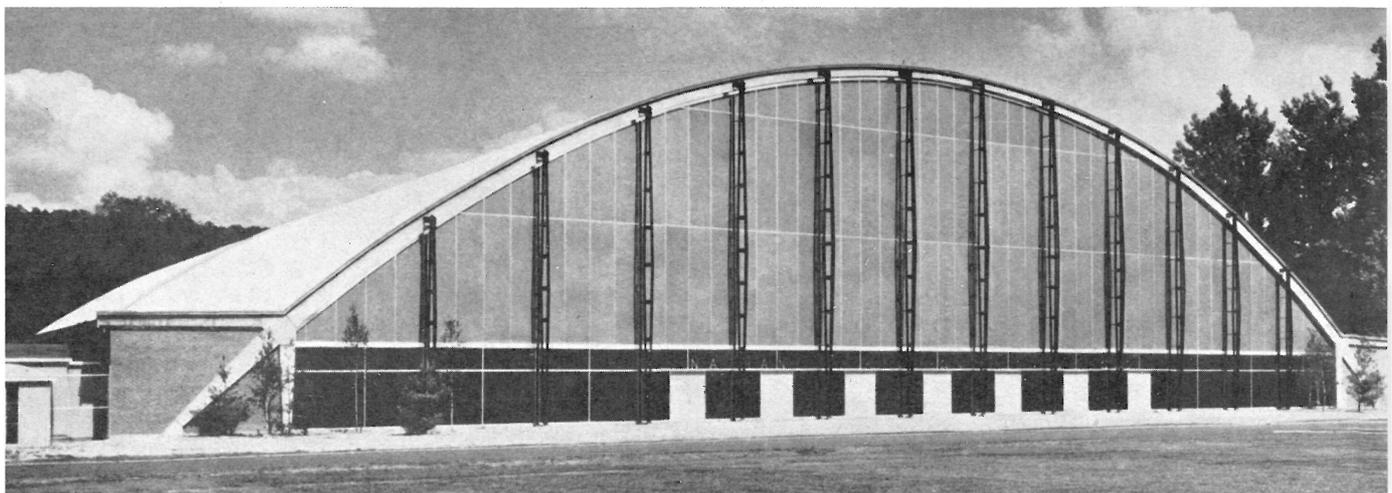


Los tímpanos de la bóveda se cerraron con cristalerías y paneles de aluminio montados sobre un entramado metálico. El extradós de la bóveda fue tratado con varias capas de impermeabilización.

El interior del estadio presenta un aspecto casi mágico, debido al cruce y reflexión de los rayos luminosos. La iluminación artificial se realiza con potentes reflectores (debidamente refrigerados) que proyectan la luz al suelo y disponen de pantallas regulables para evitar el deslumbramiento.

Traducido y adaptado por J. J. Ugarte.

Fotos: VASARI



Le stade couvert de Dartmouth - Etats-Unis

Pier Luigi Nervi, ingénieur

Ce stade, construit à Hanovre (Etats-Unis) pour l'Université de Dartmouth, est couvert d'une voûte alvéolée de 110 m de longueur et 69 m 80 de portée, d'une hauteur libre maximale de 18 m 30 et appuyée sur des supports en béton armé, espacés de 5 m 70.

Chaque support est constitué par trois éléments formant un triangle rectangle, dont l'hypoténuse est l'élément transmetteur des efforts à l'étrier; le montant l'appui des naissances de la voûte, et l'élément horizontal la pièce de contreventement.

La structure est formée par des éléments triangulaires, préfabriqués, unis à l'aide de nervures croisées réalisées en chantier, qui s'encastrent, à leurs extrémités, sur des poutres continues. La construction a été réalisée par des travées successives, de 8 m 50.

Dartmouth College Covered Stadium, U.S.A.

Pier Luigi Nervi, engineer

This stadium has been built at Hanovre, USA, for Dartmouth University.

It is covered by an ondulated shell, 110 m long and 69.80 m span, and a maximum free height of 18.30 m. This roof rests on reinforced concrete supports, spaced every 5.70 ms.

Each support is formed by three members, in the shape of a rectangular triangle: the hypotenuse transmits the thrust to the abutments, the vertical member supports the springers, and the horizontal one stabilises the structure.

The roof structure consists of triangular, prefabricated, units, attached by intersecting stiffeners, which are made on the site. These stiffeners are embedded, at their extremities, in two continuous beams. Construction has been done in successive 8.50 m long stages.

Die Sporthalle in Dartmouth - U.S.A.

Pier Luigi Nervi, Ingenieur

Diese Sporthalle wurde in Hanovre (U.S.A.) für die Dartmouth-Universität errichtet.

Das Falwerk ist aus einem zellenförmigen Gewölbe von 110 m Länge und 69,80 m Lichtweite, mit freier Maximalhöhe von 18,30 m zusammengesetzt und auf Stahlbetonstützen gelegen, die voneinander 5,70 m getrennt sind.

Jede Stütze besteht aus drei Elementen, die ein rechtwinkliges Dreieck bilden, dessen Hypotenuse den Beanspruchungsübertrager zur Stütze ist; die Stange, ist das Kämpferauflager und das horizontale Element ist den Teil von Verstrebung.

Die Struktur ist von dreieckigen vorgefertigten Elementen zusammengesetzt, die durch Kreuzrippen verbunden sind. Die Rippen sind an ihren Enden in zwei Durchlaufträger eingespannt. Das Bauen wurde durch Felder von 8,50 m durchgeführt.