

Figura 0 Vista interior de la iglesia de Durazno. Vicente del Amo. Fuente: Jiménez, 1996:175.



Secuencia: Camino de la Escuela de Arquitectura de Alcalá. Ana M^a Marín y Gonzalo Barluenga.
Fotos: Irene Palomar

ELADIO DIESTE Y LA CERÁMICA ARMADA: La forma de lo resistente

ELADIO DIESTE AND THE REINFORCED CERAMIC:
Shape and structure

Ana M^a Marín¹, Gonzalo Barluenga²

RESUMEN

La contextualización de la obra de Eladio Dieste está aún por realizarse. Inventor de la cerámica armada en Uruguay, la convirtió en una alternativa eficaz, económica y elegante al hormigón armado. Rompió con la concepción del ladrillo como un material de relleno con el que sólo se puede trabajar a compresión, realizando con él formas visualmente sorprendentes, y haciéndolo trabajar en elementos a flexión.

Los paralelismos que se hacen de su obra con la bóveda catalana son desacertados, pues la única coincidencia con aquella es la utilización del ladrillo como material. El propio Dieste se encargaba de rehusar esta semejanza cuando se le preguntaba sobre ello, contestando: *“la génesis no ha venido por ahí [de las bóvedas catalanas] sino que la génesis ha venido por las estructuras de hormigón armado, de desencofrado rápido; eso ha sido la madre de las estructuras. Que el resultado final pueda coincidir con algunas cáscaras catalanas no quiere decir que esté inspirado, lo que hacemos, en la bóveda a la catalana, no tiene nada que ver.”*³

Este trabajo trata de establecer las relaciones entre la cerámica armada de Dieste y las cáscaras de hormigón armado que inspiraron su obra, identificando las aportaciones que hicieron de la cerámica armada un nuevo material capaz de producir una nueva manera de hacer arquitectura.

Palabras clave: Eladio Dieste, cerámica armada, arte estructural, bóvedas gausas, bóvedas autoportantes.

ABSTRACT

The work of engineer Eladio Dieste has yet to be contextualized. The inventor of reinforced ceramic in Uruguay, he transformed this material into an efficient, economic and elegant alternative to reinforced concrete. Dieste changed the conception of brick as a filler material that can only be used under compression by using it to produce visually surprising shapes and in elements under flexure.

Parallelisms between Dieste's work and Catalan vaults are mistaken, as the only coincidence is the use of brick. Dieste took it upon himself to deny this similarity when asked about the matter: *“The origin of reinforced ceramic did not come from it [the Catalan vault]. Instead, the source can be found in reinforced concrete structures, in fast stripping techniques; that is the basis of the structures. The coincidence between aspects of the final result and some Catalan shells does not mean that reinforced ceramic was inspired by the timbrel vault. It has nothing to do with it.”*³

The aim of this paper is to define the relationships between Dieste's reinforced ceramic and the reinforced concrete shells that inspired his work and identify the contributions that transformed reinforced ceramic into a new building material capable of producing a new way of making architecture.

Keywords: Eladio Dieste, reinforced ceramic, structural art, gaussian vaults, self-supporting vaults.

Artículo recibido el 8 de agosto de 2013 y aceptado el 24 de abril de 2014

[1] Escuela de Arquitectura, Universidad de Alcalá, Madrid, España. anamarin_06@hotmail.com

[2] Escuela de Arquitectura, Universidad de Alcalá, Madrid, España.

[3] Cita tomada de la entrevista personal realizada a Eladio Dieste por el Dr. Rodrigo Gutiérrez, Profesor Titular de Historia del Arte en la Universidad de Granada en mayo de 1996, trasladada a papel, conservándose copia del original en el archivo del arquitecto Martín de Porres Ramírez.

INTRODUCCIÓN

Eladio Dieste (Uruguay, 1917-2000) entendía, por experiencia propia, que una técnica y una ciencia ya establecidas, no tenían que aceptarse por principio, sino que era necesario repensar y aplicar ambas a los casos concretos de la sociedad en la que se está inmerso (Jiménez, 1996: 245-247). Es por ello que encontró en el ladrillo el material, en el hormigón armado, la técnica, y en la memoria cultural de su comunidad, la íntima unión, la confluencia perfecta para ofrecer a su pueblo y, por extensión, a toda la humanidad, las respuestas necesarias que otros materiales, otras tecnologías, otras formas de vida, en teoría más evolucionadas, no habían sabido ofrecer. Así, consiguió formas tan expresivas y poderosas como aquellas realizadas por Guastavino (si las comparamos con arquitecturas realizadas con ladrillo), aunque ni constructiva, ni estructuralmente tengan relación.

Cuando Dieste escribe o habla de su invención, la cerámica armada (Jiménez, 1996: 33-34; 1996: 222-232), la enmarca dentro del proceso evolutivo que tuvieron los materiales de construcción después de la revolución industrial, y a igual que el hormigón armado había reemplazado al hierro y éste, a su vez, a las fábricas; consideraba la cerámica armada como una alternativa natural al hormigón armado⁴. Dieste logró por primera vez poner en práctica esta idea en 1945⁵, cuando el arquitecto Antonio Bonet (1913-1989), le llama para colaborar en el cálculo de la estructura abovedada de la casa Berlinghieri, en hormigón armado, ante lo cual el ingeniero propondrá cáscaras de ladrillo armado para su elaboración.

HORMIGÓN ARMADO Y HORMIGÓN PRETENSADO

Dieste se mostró siempre muy crítico con las consecuencias de la revolución industrial, pues aunque, a su parecer, conllevó un desarrollo técnico-científico importante, también dejó un abandono de los valores universales (Jiménez, 1996: 29), y una pérdida de la concepción de la obra como un “todo”, concibiendo ese todo como el *pleno logro del hombre* (Jiménez, 1996: 30). Aunque, hay que señalar que otros ingenieros y arquitectos, anteriores a Dieste, han trabajado con los materiales teniendo esta visión global y controlando todos los detalles, desde el proyecto hasta la ejecución, como Gustave Eiffel (1832-1923), con el hierro, o Robert Maillart (1872-1940), Pier Luigi Nervi (1891-1979), Eduardo Torroja (1899-1961) y coetáneos suyos como Félix Candela (1910-1997) o Paulo Mendes (1928), con el hormigón armado y pretensado. En una entrevista

[4] “Con la cerámica armada me sucede algo curioso. Es hija del hormigón armado pero salvo para grandes puentes o construcciones análogas, ya no pienso en hormigón armado sino en cerámica armada”. Extracto de un fax personal enviado a Ana M^a Marín de fecha 9 de junio de 1998.

[5] Eladio Dieste recordando sus comienzos profesionales indica “[...] tuvimos que construirles a los ingleses unas vías de ferrocarril que rodearan el pantano [Rincón del Bonete]. Ese fue mi primer trabajo. Y después de eso me acuerdo que la primera obra ya más de arquitectura, fue con Bonet”. Extraído de la entrevista realizada en mayo de 1996 en Granada (España) por Rodrigo Gutiérrez. Archivo del arquitecto Martín de Porres Ramírez.

realizada por el arquitecto Mariano Arana (1933), se le preguntó a Dieste qué creadores, arquitectos o ingenieros, analizó o valoró con mayor interés dentro de su formación como estudiante o profesional, y si bien éste no pudo señalar en particular a ninguno, recordó que en su época estudiantil la obra de Freyssinet despertó su inclinación, pero no por la expresividad de sus obras, de la que, a su juicio, carecían -a excepción de los Hangares de Orly y los puentes sobre el río Marne-, sino por el valor que el ingeniero daba al trabajo artesanal (Aristocles⁷, 1990).

Si se analiza la trayectoria de Eugène Freyssinet (1879-1962) y la de Dieste, advertiremos que, aunque los resultados plásticos sean diferentes, la forma de enfrentarse cada uno de ellos al material que crean, hormigón pretensado y cerámica armada respectivamente, es muy similar. Ambos fueron proyectistas y constructores, y cuando concebían una obra no se limitaban a pensarla acabada, sino que planificaban escrupulosamente todo el procedimiento constructivo que había de hacerla posible, conociendo y ejerciendo todos los oficios que los nuevos materiales conllevaban. Además Freyssinet creó, y Dieste perfeccionó y evolucionó, una nueva puesta en obra de los nuevos materiales, proyectando la forma de los encofrados, y modificando la manera de construir sus cimbras -móviles-, de modo que podían desplazarse longitudinalmente, para desencofrar de forma rápida y sencilla, y así permanecer intactas y ser inmediatamente reutilizadas. Ambos emplearon el descimbramiento por gatos, lo que les permitía levantar el arco y crear empujes adicionales en la clave, poniendo en tensión los tirantes de las bóvedas justo antes de desencofrar, consiguiendo con ello no sólo facilitar el descimbramiento, sino además compensar los efectos de la retracción, al utilizar aceros bajo tensiones elevadas. Diseñaron, asimismo, la maquinaria necesaria para poder pretensar, uno el hormigón y el otro la cerámica -porque Dieste también realizó estructuras pretensadas y postensadas en ladrillo-. Utilizaron, por último, mano de obra sin cualificar que ellos personalmente se encargaban de contratar y, posteriormente, de capacitar. En suma, fueron los primeros en idear, pero también los primeros, cada uno con su material, en poner lo pensado en práctica.

LA CERÁMICA ARMADA: UN NUEVO MATERIAL

Dieste termina sus estudios de Ingeniería Civil en 1943 en la Facultad de Ingeniería de Montevideo, incomparándose al año siguiente, en la misma Facultad, como profesor en la asignatura de Mecánica Teórica, que compatibilizará, desde 1953 hasta 1973, con la asignatura de Puentes y Grandes Estructuras. En 1945 entra en

la empresa Christiani y Nielsen, trabajo que compagina, entre 1944 y 1947, con el de ingeniero de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas del Uruguay, proyecto de puentes y también, con el de la Jefatura en la Sección Técnica de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas de Uruguay, desde 1945 a 1948. De esta etapa que encuentra muy provechosa formativamente, comentará: "Tratando de cumplir bien mi trabajo, tenía que entender a mis interlocutores, sus puntos de vista, todo esto me fue muy útil, muy formativo"⁶. Aunque la producción arquitectónica general que se realiza en ese momento en Uruguay no le marca significativamente: "Es una arquitectura de revistas, sin mayor interés"⁶.

En 1945 Bonet se traslada a vivir desde Argentina a Uruguay, para proyectar, en el departamento de Maldonado, el Plan de urbanización Punta Ballena, un área de 1.500 hectáreas, de las cuales 1.000 estaban constituidas por bosques. Aquí construyó, entre otras edificaciones, las casas de la Gallarda, Cuatrecasas, Booth, La Rinconada o Berlinghieri. Esta última vivienda la proyectó como dos bloques enfrentados, uno de ellos dedicado a los espacios comunes y habitaciones del servicio y, el otro, a las habitaciones de la familia. De esta manera, cada una de las estancias que componían la casa se constituía como una edificación autónoma, lográndose visualmente esa idea de independencia a través de las diferentes bóvedas, en hormigón armado, que cubrían cada uno de sus espacios.

Esta idea de utilizar la bóveda como elemento generador del espacio, ya la había puesto en práctica anteriormente para el Conjunto de Viviendas en Martínez, Buenos Aires (1941-42), con gran satisfacción de los resultados formales obtenidos pero no así de los cálculos estructurales, que le habían obligado a ejecutar encuentros difíciles entre las bóvedas y los muros. Para esta casa necesitaba, entonces, un calculista que le solucionase el problema de una manera sencilla. Augusto Torres (1913-1992) le presentó a un joven ingeniero, amigo suyo, llamado Eladio Dieste, docente en la Facultad de Montevideo, que trabajaba con el hormigón armado, y que podía resolver el tema estructural.

En una entrevista realizada por el Dr. Rodrigo Gutiérrez (1967) en mayo de 1996, en Granada (España), Dieste le relata del siguiente modo dicho encuentro: "La cosa empezó así: Bonet me llamó para calcular la estructura de unas casas que había proyectado en Punta Ballena. Ahora, la casa de Bonet realmente sugería el no hacer de hormigón las bóvedas sino hacerlas de ladrillo. Me acuerdo que Bonet me dijo: 'pero no lo haríamos de ladrillo porque nos va a dar una cosa muy pesada', porque él había pensado colocar los ladrillos en el sentido de los 12 cm. Yo le dije: 'una cáscara de ladrillo' y me respondió: '¿usted cree que eso se puede hacer?' Yo le dije: 'Bueno, déjemelo que lo voy a pensar'. Y lo pen-

[6] Carta personal a Ana M^a Marín de fecha 26 de febrero de 1998.

sé y, claro, tenía una cantidad de dudas muy grandes pero estaba seguro de que se podía hacer. Entonces lo hicimos. El contratista no quería construirlo, después no quería ponerse debajo, después no quería subirse a la estructura y el ver las cintas de ladrillo contra los bosques me hizo realmente ver que había encontrado algo que valía la pena seguir; era la punta de un hilo." En la misma entrevista indica también: "La primera obra en la cual tuve que intervenir me sugería una cáscara de ladrillo más que una estructura de hormigón. Había una libertad formal aparente, la cual llevaba a una solución cara, poco económica, en cambio la solución con cascaras de ladrillo iba a ser una mucho más económica".

Vista la trayectoria profesional de Dieste, la punta del hilo a la que se refiere consistió en convertir al nuevo material, la cerámica armada, en una alternativa al hormigón armado, útil, económica y de gran expresividad. Ya que, a nivel mecánico, la solución era sustituir parte de la masa del hormigón por mampuestos cerámicos de resistencias parecidas al hormigón⁷, siendo la armadura la que el cálculo le daba y que podía colocar entre las juntas de los mampuestos, añadiendo la armadura adicional sobre estos.

De la confluencia entre Bonet y Dieste, y de la novedosa invención sólo queda la publicación en 1947 del artículo "Bóveda nervada de ladrillos 'de espejo'" en la Revista de Ingeniería, de Montevideo, en donde Eladio Dieste explica las características constructivas y estructurales de la bóveda elaborada para la casa, así como la aplicación de esta técnica en una segunda cáscara, en la que aumenta la luz, y además señala la pretensión de realizar una tercera bóveda aún mayor.

Según el artículo, para esta casa se realizaron unas bóvedas de 6 m de luz, con la forma de una catenaria, de flecha 1/6 de la luz, de una sola hoja de ladrillo puesto de plano, de 5,5 cm de espesor -el del ladrillo-, colocando dos alambres de acero de 4 mm en las juntas transversales de mortero, que eran de 2 cm de espesor, cada 25 cm. Interiormente, se dispusieron tirantes metálicos cada tres metros para reducir el empuje de las bóvedas sobre los muros. Y aquí acabaría su colaboración para la vivienda, aunque todo el conjunto se terminase con un ladrillo puesto de canto, una especie de "empalomado", a fin de dejar una cámara de aire de unos 12 cm de espesor, para aislar térmicamente, y sobre éste, se apoyase un ladrillo fino, de 3 cm de espesor. Como medio auxiliar -y aquí viene la clave para la viabilidad económica de este tipo de bóveda, aunque cuando se explica esta obra no se le dé la suficiente importancia- se empleó una pequeña cimbra móvil, de 1,50 m de longitud, que iba trasladándose manualmente todos los días. Se

podía descimbrar tan rápidamente porque el mortero de las juntas de los ladrillos era el único material que tenía que endurecer, representando una cantidad muy pequeña con respecto al resto de la bóveda. Aunque la resistencia alcanzada en tan breve lapso fuese pequeña, era lo suficiente para poder desencofrar la bóveda sin esperar al endurecimiento total del mortero. Todo el proceso implicaba una gran labor de estudio, pues desde el proyecto se había de calcular cómo se realizaría el desplazamiento y cómo iba a resistir la estructura en todas y cada una de las posiciones intermedias, debiendo la sección de la bóveda, es decir, su forma, estar proyectada junto con la cimbra, de manera que el desencofrado fuera sencillo, que no se tuviera que desmontar completamente y que quedase por entero reutilizable para las siguientes puestas. El resultado, además del valor expresivo, era una economía de medios y un proceso continuo del trabajo⁸.

Todo el pensamiento de Dieste se halla condensado en esta casa, reflejado claramente en el artículo, y se puede resumir en las siguientes ideas: la unión del ladrillo, el mortero y el hierro como una unidad estructuralmente viable; la elección de la catenaria como directriz de la bóveda; la utilización de una sola capa de ladrillo, puesto a tabla, de manera que el espesor de la bóveda sea el espesor del ladrillo; un desencofrado en cuestión de horas; la utilización de un encofrado móvil; el diseño de los equipos necesarios para la ejecución de la bóveda, como eran la propia cimbra, los gatos del tesado, o el instrumento para comprobar *in situ* la resistencia del hormigón previa al desencofrado; la utilización de una mano de obra local, y, en definitiva, una manera de vivir.

En uno de sus artículos, el titulado "La invención inevitable", el ingeniero indica lo siguiente: "Afirmando algo que todos seguramente compartimos y habiendo rodado bastante por el mundo, creo que es mucho lo que la cultura iberoamericana tiene que dar al mundo (entre otras cosas, inventar una manera de vivir en el trópico que no masacre a la mayoría). Y ese darse supone ser. El mundo del futuro no será una especie de imposible esperanto de civilizaciones, sino algo lleno de sabores. Y para ser humanamente, construyendo de veras este mundo, conformándolo por y para el hombre, necesitamos también de la técnica. Y no accederemos a ella de manera viva, sin que la realidad nos lleve muchas veces a una invención inevitable" (Jiménez, 1996: 257-258).

En el mismo artículo de la Revista de Ingeniería indica también que ha realizado con la misma técnica una segunda bóveda, pero salvando ya una luz entre ejes de muros de 10,50 m, y para ello solo necesitó aumentar la armadura. La directriz sigue siendo una catenaria de

[7] Sobre la utilización de los ladrillos, Dieste indica: "Elegimos el ladrillo por una serie de razones que creemos conveniente explicitar porque se refieren a hechos no siempre bien conocidos: 1. Su elevada resistencia mecánica. Pocos saben que en los países industrializados la gran masa del material producido tiene resistencias entre 500 y 1.00 kg/cm², y hay ladrillos de precio accesible que alcanzan 1.500 kg/cm², resistencias que igualan o superan a las de los mejores hormigones. En Uruguay, Argentina, Brasil, etc., hay ladrillos de alta calidad ó "3. A igualdad de resistencia, el ladrillo tiene un módulo de elasticidad menor que el hormigón, lo que es una ventaja y no un inconveniente, porque da a la estructura una mayor adaptabilidad a las deformaciones" (Jiménez, 1996: 35).

[8] En un fax enviado a Ana M^a Marín el 26 de febrero de 1998, Dieste responde a la pregunta "¿cómo fue su trabajo en común con el arquitecto Bonet?": "la relación con Bonet fue típicamente profesional; me sería muy útil su amistad ahora".

flecha 1/6 de la luz. El espesor de las juntas de mortero es de 3 cm de espesor, embebiendo dos hierros de diámetro 6 mm por cada ladrillo, es decir, cada 25 cm aproximadamente, en el sentido de la directriz y, un hierro de diámetro 6 mm cada dos ladrillos (aproximadamente 25 cm) en sentido longitudinal. Todo lo acaba con un enlucido de mortero de 1 cm de espesor. Coloca tensores de 1x8 cm, cada 5 m, siendo la carrera de descarga de 50 cm de altura por 35 cm de ancho.

El hecho de que pueda incrementar la luz de las bóvedas, aumentando la armadura, lo lleva a querer ensayar con la misma técnica una bóveda de 12 m de luz y 6 m de longitud, anhelo que también señala en el artículo citado. Cabría añadir ahora un punto más a la síntesis presentada más arriba: aquel pensamiento que Dieste tenía cuando ingresó en la Escuela de Ingeniería, de poner la ciencia al servicio de la construcción y la de adquirir el conocimiento a través de la práctica, utilizando las obras construidas como modelos reales para avanzar cada vez más en conseguir nuevos logros estructurales⁹.

Visto el proceso constructivo, observamos que el paralelismo que se viene realizando continuamente con las "bóvedas tabicadas" no está justificado, y se debe más a la utilización del material común empleado, el ladrillo, que al comportamiento estructural y a la tecnología utilizada. Consultado Dieste sobre qué impresión le causó, desde un punto de vista estructural, constructivo y plástico, la primera bóveda catalana con la que tuvo contacto, contestó¹⁰: "Siempre me ha admirado la "bóveda catalana" como maravilla artesanal, nuestro trabajo nada tiene que ver con ella lo que hacemos viene del hormigón armado, ¿cómo hacer con bóveda catalana el depósito de Julio H. y Obes o el lucernario de San Pedro?"

A partir de su primera experiencia con el ladrillo, Dieste tiene que seguir trabajando con hormigón armado¹¹ y Bonet no utilizará más esta tecnología en sus obras¹².

UN NUEVO MATERIAL EXIGE NUEVAS FORMAS. LAS BÓVEDAS.

El punto de inflexión en la trayectoria de Dieste se produce en 1954, cuando decide fundar en Montevideo, con su amigo y antiguo compañero de facultad, Eugenio Rolando Montañez (1916-2001), una empresa de cálculo y construcción: Dieste & Montañez, S.A., materializando con ella todas sus densas visiones espa-

ciales, creando con total libertad nuevas formas estructurales y desarrollando todo su sistema constructivo. Inicialmente, se especializaron en cubiertas de edificios industriales, bien porque eran las que salían a concurso, ganándolos por ser los más económicos, o bien, porque les contrataban directamente los industriales o los estudios de arquitectos para cubrir grandes luces sin apoyos intermedios.

La producción de Dieste es muy extensa porque el material por él inventado es muy dúctil constructivamente, dando respuesta a cualquier elemento constructivo-estructural de un edificio: bóvedas, muros de fachada, muros de contención, paredes, forjados, escaleras, etc. Por ello, para acotar este estudio nos vamos a referir a las primeras estructuras que desarrolla Dieste, y las más utilizadas, que son las laminas de cubierta, las que se agrupan en superficies con curvatura simple (Figuras 1 y 2), curvatura doble (Figura 3) y superficies sin curvatura (Figura 4).

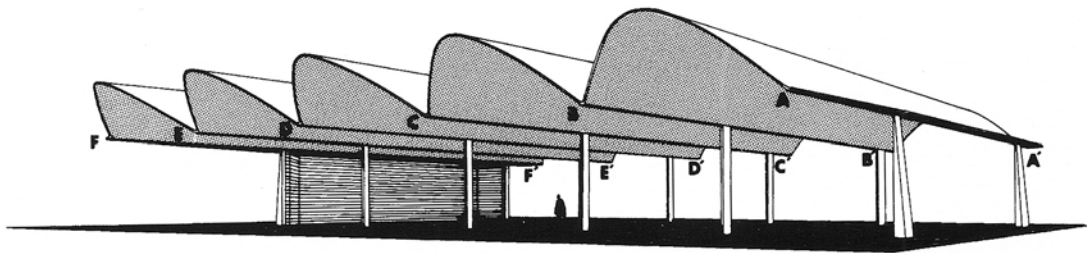
Las estructuras laminas de curvatura simple se pueden organizar, a su vez, en cáscaras autoportantes de directriz catenaria sin tímpanos -también denominadas bóvedas arco de directriz catenaria- y láminas circulares. La cáscara autoportante la utilizaba para cubrir luces transversales pequeñas o medianas, por ejemplo, los 6 m de luz libre de la casa Berlingieri o los 30 m del Auto Palace (Montevideo, 1964). Se trataba de bóvedas arco de directriz catenaria, que descargaban en elementos resistentes (vigas, pilares, tensores o muros), y en donde la estabilidad de la estructura estaba asegurada con la inercia del espesor de la propia lámina. Progresando sobre esta tipología, Dieste consiguió calar las láminas en toda su superficie, convirtiéndose la cáscara en un entramado cerámico. Como muestra, cabe señalar la casa parroquial de la Iglesia de Nuestra Señora de Lourdes (Malvin, 1966-68), con 3,60 m de luz transversal, o los 5,80 m en la casa Dieste (Punta Gorda, 1967-68). Pero el mayor avance se produce cuando introduce el postensado, que le permite realizar voladizos, como la Terminal de ómnibus (Salto, 1974) (Figura 5), en la que una lámina de 28 m de longitud y 6 m de luz transversal es sujeta sólo por unos pilares centrales. La lámina circular la comenzó a utilizar una vez que tuvo muy avanzada la técnica, por ejemplo, en el Parador de Ayuí (Salto, 1976-1977). Se trata de una cubierta en forma de cono, de 15 m de diámetro y 6 m más de vuelo (21 m de diámetro total), en el que el "flector producido por el vuelo hace innecesario el zuncho de borde, de otro modo indispensable, para absorber los empujes. La estructura global resulta de este modo autopretensada, no habiendo otras tracciones que las debidas a los fletores de la losa volada" (Jiménez, 1996:188).

[9] A propósito, señala: "En mi práctica constructiva he usado poco el modelo; cuando llegué a pensar en hacerlo tenía el problema tan estudiado que ya no lo necesitaba. Lo que sí puedo decir es que he procedido gradualmente y las estructuras más pequeñas han sido el modelo de las mayores" (Jiménez, 1996: 229).

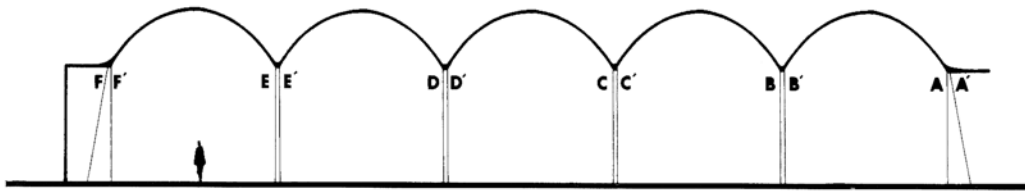
[10] Fax de fecha 26 de febrero de 1998 a la arquitecta Ana M^a Marín.

[11] Dieste continúa trabajando para Christiani y Nielsen, empresa dedicada a proyectar y construir con hormigón armado, hasta el año 1955 en el que gana el concurso para la construcción de un depósito de la Administración General de Combustibles, Alcohol y Portland (A.N.C.A.P.) en Capurro, Montevideo, y se dedica a construir unas bóvedas cilíndricas de ladrillo armado de 8 m de luz apoyadas sobre pórticos de hormigón, de 40 m de largo.

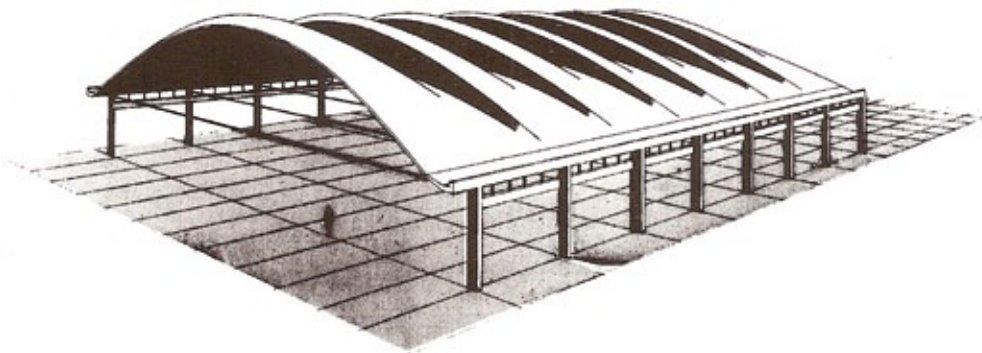
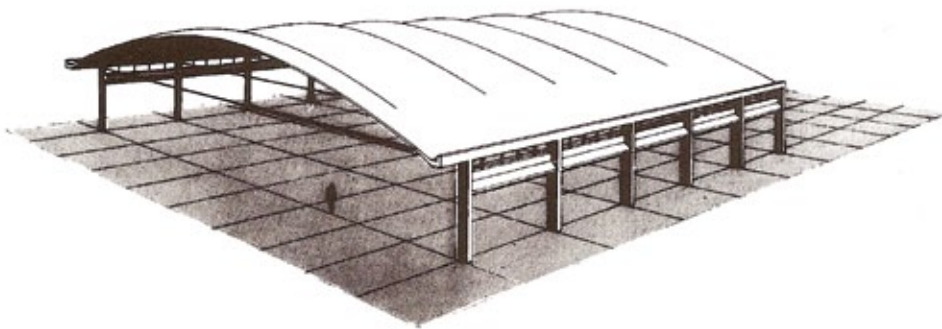
[12] Lo realizado en las bóvedas de casa de La Ricarda no corresponde a la tecnología de la cerámica armada; la introducción de ladrillo en las bóvedas es una solución de obra con el fin de aligerar peso (Marín, 2005).



1



2



3

Figura 1 Perspectiva de una cáscara autoportante. Eladio Dieste. / **Figura 2** Corte entre pilares. Eladio Dieste. / **Figura 3** Bóvedas gausas. Eladio Dieste.

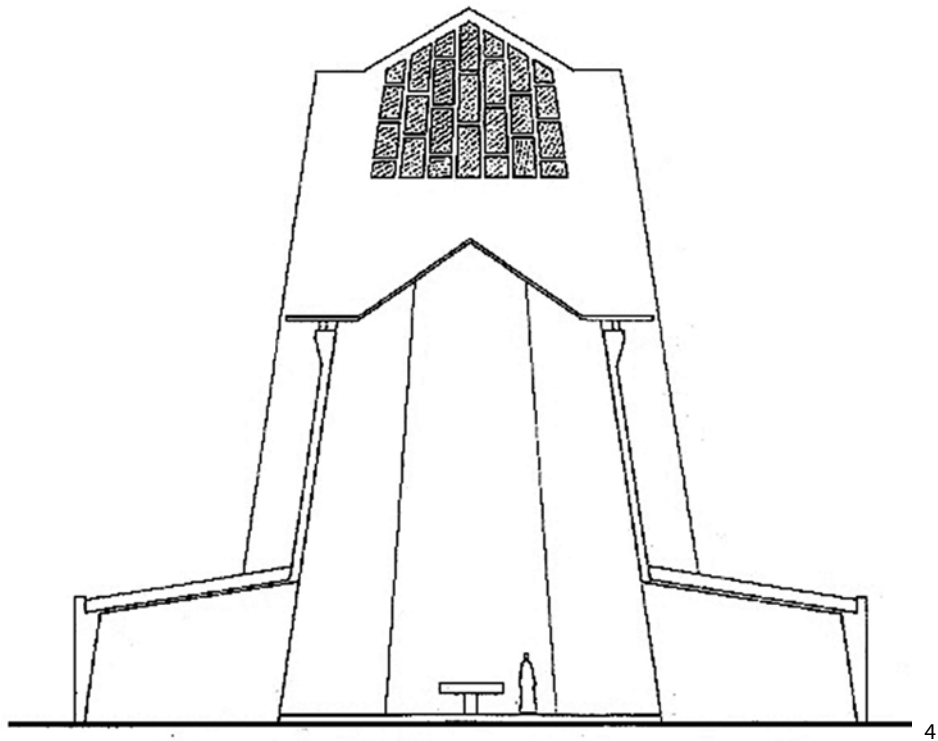


Figura 4 Corte transversal. Iglesia de Durazno. Eladio Dieste. / **Figura 5** Terminal de ómnibus en Salto. Vicente del Amo. Fuente: Jiménez, 1996:119.



Figura 6 Vista interior del Depósito del puerto en Montevideo. Gasparini. Fuente: Carbonell, 1987:77.

Cuando trató de solucionar cubiertas de grandes luces se le presentaron las siguientes situaciones: tener que peraltar mucho la bóveda, solución poco elegante y anti-económica, o incrementar el espesor de la bóveda para aumentar su inercia, lo que conllevaba un incremento del peso, el encarecimiento de la propia cáscara y de su cimbra. Así, desechó ambas soluciones. Quedaba entonces ondular la bóveda, con lo que podía aumentar mucho la rigidez con un aumento pequeñísimo de su peso, solución que le satisfacía por ser práctica y bella. Estas bóvedas, denominadas gausas, las hizo variando la amplitud de la onda de la cáscara desde un máximo en la clave a cero contra los elementos resistentes de borde. La forma geométrica se obtenía desplazando una catenaria de cuerda fija y flecha variable, contenida en un plano vertical móvil que se trasladaba, manteniéndose paralelo a otro plano vertical fijo, de modo

que los arranques de estas catenarias recorrieran dos rectas paralelas entre sí, en general contenidas en un mismo plano horizontal. Un ejemplo de bóvedas gausas continuas lo constituye la iglesia de Cristo Obrero (Atlántida-Canelones, 1958-60), donde la luz máxima de la bóveda es de 18,80 m, y la flecha varía de 7 cm a 147 cm. Cuando las luces por cubrir eran muy grandes, como era el caso del Depósito de la Administración Nacional de Puertos (Montevideo, 1977-79), (Figura 6) de 50 m de luz transversal, o de la Envasadora de Cítricos Caputto (Salto, 1971-72) (Figura 7), de 45 m, Dieste tuvo que atirantar las bóvedas, de manera que se vieran los tensores por dentro de la nave y se creara una segunda línea de estructura; solución justificable porque no se encarecía la obra, ni con el material ni con la cimbra (Figura 8).



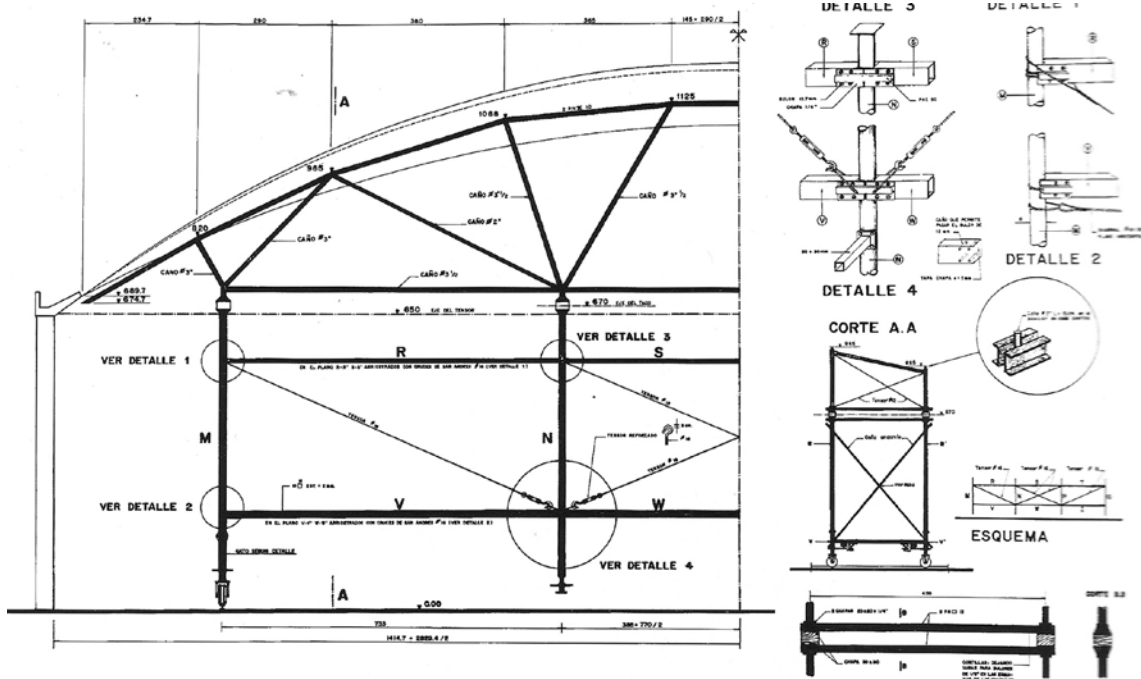
Figura 7 Vista interior de la envasadora de Cítricos en Caputto. Vicente del Amo. Fuente: Jiménez, 1996:57.

La tercera gran familia de elementos laminares de cubierta sería aquella que no utiliza la curva catenaria como elemento formal, sino la superficie plana. Se ha de indicar que si bien esta tipología es poco utilizada por Dieste, no resulta por ello carente de interés estructural, constructivo o formal (Figura 9 y 10). El principal ejemplo de ella es la Iglesia de San Pedro (Durazno, 1974-75). En esta obra construyó dos pórticos laterales en hormigón armado, situando uno en el prebisterio y otro a los pies de la iglesia que “zunchaban” los planos inclinados con los que estaba formada dicha iglesia, “Los muros laterales de la nave central se trataron como grandes vigas precomprimidas, también de 32 m de luz, apoyadas en los pilares de refuerzo en la pared que da al atrio, y en un pórtico dispuesto rodeando la boca del presbiterio”, que sostenían la losa plegada del techo y las viga-pared laterales. Las naves laterales se techaron con losas de

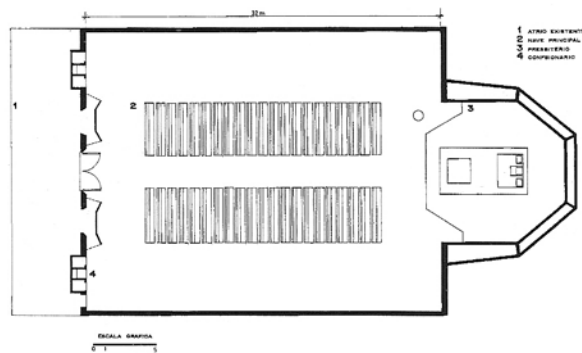
ladrillo que tenían alojadas vigas de hormigón armado en el extradós, y se apoyaban en las paredes antiguas (que había forrado con un muro de ladrillo de 12 cm de espesor, ligeramente inclinado), y en los muros laterales de la nave principal también inclinados, realizados con hormigón y ladrillo. La cubierta de la nave central era una lámina plegada y precomprimida de ladrillo de 8 cm de espesor y 32 m de luz, que apoyaba en las paredes laterales a través de unos pilarcitos (Jiménez, 1996: 176 y 178). Todo se sujeta en perfecto equilibrio como un castillo de naipes¹³.

La colocación del ladrillo en este edificio, como en el resto de sus edificaciones, llega a la perfección. Tal resultado sólo fue posible porque, además de realizar un replanteo minucioso previo a la puesta en obra, Dieste contó con unos obreros que amaban su trabajo.

[13] Así le comentaría a Ana M^a Marín en una conversación personal.



8



9

Figura 8 Planos cimbra móvil. Eladio Dieste. / Figura 9 Planta de la iglesia de Durazno. Eladio Dieste.

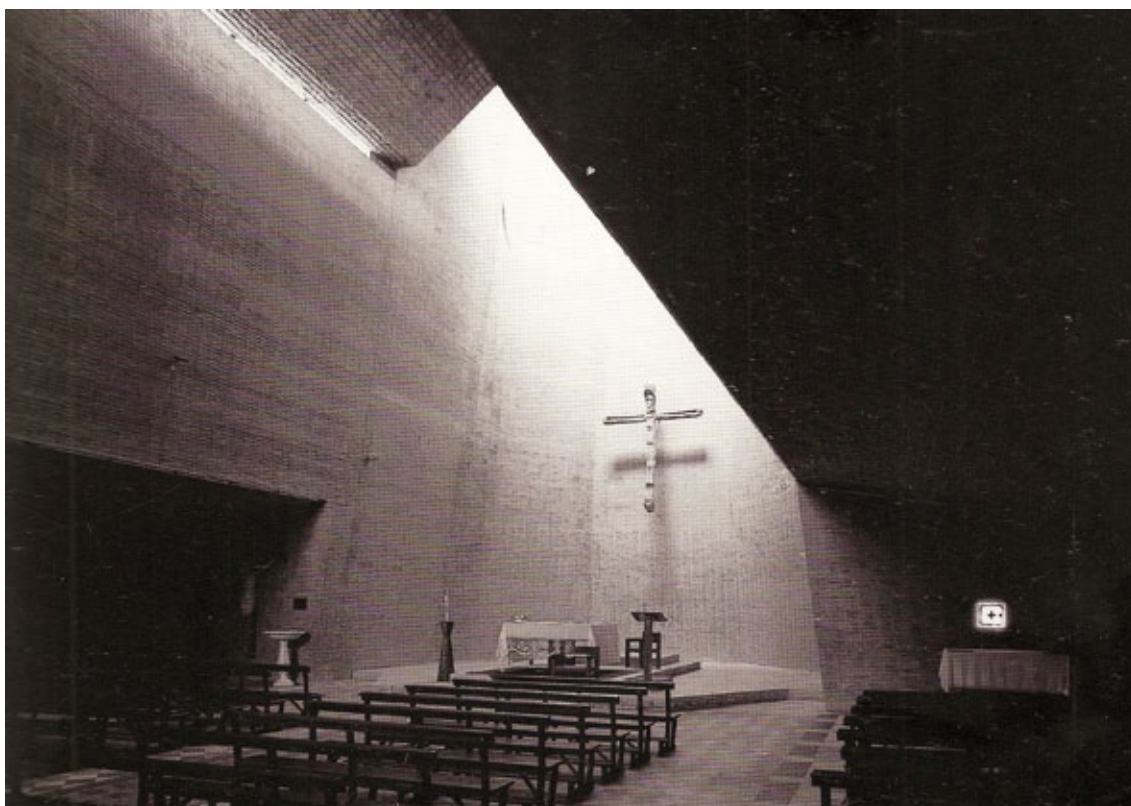


Figura 10 Vista interior de la iglesia de Durazno. Vicente del Amo. Fuente: Jiménez, 1996:175.

CONCLUSIONES

El análisis de la obra del ingeniero uruguayo Eladio Dieste permite extraer las siguientes conclusiones:

La cerámica armada es un material creado en el siglo XX e inventado por Eladio Dieste.

La cerámica armada nace de aliar la técnica del hormigón armado y el molde móvil para construir cáscaras, y su puesta en obra está caracterizada por las siguientes ideas básicas: la utilización de la forma catenaria en todas las secciones transversales de la bóveda; la utilización de mampuestos cerámicos de pequeñas dimensiones (ladrillos); la disposición de armaduras entre las juntas, transversales y longitudinales, de los ladrillos; unos desencofrados en cuestión de horas; la utilización de un molde móvil de pequeña longitud, desplazable según el eje longitudinal de la bóveda; y utilización de mano de obra local.

Con la misma metodología y procedimientos constructivos de las cáscaras, Dieste proyectó y construyó todo un repertorio formal-constructivo-estructural para realizar un edificio completo en cerámica armada: paredes de superficies regladas, láminas plegadas, conos para tanques de agua, torres, escaleras, etc.

Cuando trabaja y domina su material, la cerámica armada, Dieste da un paso más allá pretendiéndola, un logro más en su repertorio.

BIBLIOGRAFÍA

ARISTOCLES7. Entrevista realizada por el Arq. Mariano Arana el 8 de octubre de 1990 (subida el 30/11/2009), consulta el 2 de mayo de 2014, disponible en <http://www.youtube.com/watch?v=jzbdZLpPYrl>

CARBONELL, Galaor. *Eladio Dieste, la estructura cerámica*. Colección Somosur, Tomo I, Colombia: Escala, 1987.

DIESTE, Eladio. Bóveda nervada de ladrillos "de Espejo". *Revista de Ingeniería*, 1947, N° 473, p. 510-512.

DIESTE, Eladio, MONTAÑEZ, Eugenio. *Bóvedas arco de directriz catenaria en cerámica armada*. Montevideo: Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe ROSTLAC, 1985.

DIESTE, Eladio. *Cáscaras autoportantes de directriz catenaria sin tímpanos*. Uruguay: Ediciones de la Banda Oriental, 1994.

DIESTE, Eladio. *Pandeo de láminas de doble curvatura*. Uruguay: Ediciones de la Banda Oriental, 1994.

JIMÉNEZ, Antonio. *Eladio Dieste, 1943-1996*. Sevilla: Departamento de Publicaciones Junta de Andalucía, 1996.

MARÍN, Ana. Eladio Dieste, el arte de construir en ladrillo. *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Sevilla, 26-28 de octubre de 2000*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, Universidad de Sevilla, 2000.

MARÍN, Ana, TRALLERO, Antonio. El nacimiento de la cerámica armada. *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Cádiz, 27-29 de enero de 2005*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, SEHC, COAC, CAATC, 2005.