

Félix Candela, el mago de los cascarones de concreto*

Juan Ignacio del Cueto Ruiz Funes

Las revolucionarias y espectaculares cubiertas de concreto armado que Félix Candela construyó en México en los años cincuenta y sesenta, lo convirtieron en una de las figuras destacadas del panorama arquitectónico internacional. Aunque profesionistas de distintos países incursionaron en el campo de la construcción de estructuras laminares desde la década de los cuarenta, a decir de Frei Otto «sólo un hombre, Félix Candela, logró convertirlas en una obra maestra».¹

A diferencia de lo que se pudiera suponer, el autor de formas tan atrevidas y audaces era en realidad un hombre modesto y sencillo, aunque tan franco y honesto como sus estructuras; su modestia le llevaba a atribuir sus triunfos, más que a su propio talento, a la coincidencia fortuita de una serie de factores que convergieron en el momento justo para que él pudiera llevar a cabo inquietudes que arrastraba desde su juventud. Su personalidad abierta, desprejuiciada, curiosa y optimista —que ha quedado reflejada en la copiosa correspondencia que mantuvo con sus allegados a lo largo de su vida—² le ha hecho tomarse la vida como una suerte de aventura, de laboratorio de pruebas.

Félix Candela Outeriño nació en Madrid el 27 de enero de 1910 y estudió en la Escuela de Arquitectura de esa ciudad entre 1927 y 1935. Fue un destacado deportista en su juventud —campeón de esquí alpino y rugby— y su facilidad para los estudios —en

*(Artículo publicado en *Arquine*, revista internacional de arquitectura, núm. 2, México, invierno de 1997)

particular para las ciencias exactas— le llevó a trabajar, mientras estudiaba la carrera, como ayudante de la materia de Resistencia de Materiales y dando clases particulares a sus compañeros.

Los años de formación de Candela fueron años de gran efervescencia —política y cultural— en España. La convulsión política que vivía el país desde la crisis de 1898 culminó con la proclamación, en 1931, de la Segunda República Española, que ponía fin a la Monarquía de Alfonso XIII. La apertura cultural del nuevo gobierno hizo que cristalizaran diferentes tendencias filosóficas y artísticas que se venían fraguando desde años anteriores. A mediados de los veinte habían aparecido los primeros intentos de acercamiento de la arquitectura española a los postulados del Movimiento Moderno; en los treinta, con el beneplácito de las autoridades republicanas, arquitectos pertenecientes al GATEPAC³ —como Fernando García Mercadal en Madrid, Josep Lluís Sert y Josep Torres Clavé en Barcelona, y José Manuel Aizpurúa en el País Vasco— construyeron buenos ejemplos de una arquitectura racionalista que tuvo corta vida en España, pues sus principios quedaron proscritos tras la caída de la República en 1939.

Las estructuras laminares que se construían en Europa desde los años veinte (Dischinger en Alemania, Freyssinet en Francia, Torroja en España, etc.) habían llamado poderosamente la atención del joven Candela, quien en 1936 recibió una beca para estudiar en Alemania sus características y procesos constructivos; sin embargo, sus planes se vieron frustrados por el estallido de la Guerra Civil Española (1936-39) y por su decisión de permanecer en su país para enrolarse como voluntario en el ejército republicano y defender, así, la legalidad democrática frente a la agresión fascista del ejército de Francisco Franco.

Candela participó en la contienda como capitán de ingenieros en varios frentes de batalla. En febrero de 1939, cuando la victoria franquista estaba prácticamente sentenciada, salió de España y pasó unos meses en uno de los campos de concentración que el gobierno francés había preparado para instalar a los miles de republicanos que cruzaban los Pirineos. Fue

- 1 OTTO, F. «Sobre Candela. Una aproximación subjetiva», en: SEGUÍ, M. et al. *Félix Candela, arquitecto*, catálogo de exposición. Madrid: Instituto Juan de Herrera, mayo 1994.
- 2 En el archivo de Félix Candela, depositado desde hace unos años en la Avery Library de la Universidad de Columbia (Nueva York), se encuentra la correspondencia que el arquitecto ha guardado desde finales de la década de los treinta hasta años recientes.
- 3 El GATEPAC (Grupo de Artistas y Técnicos Españoles para el Progreso de la Arquitectura Contemporánea), fundado en 1930 por arquitectos progresistas, actuó como de introductor de los postulados del Movimiento Moderno en España.
- 4 Entre los que llegaron, venían arquitectos consagrados y que habían tenido puestos importantes en el gobierno republicano (Bernardo Giner de los Ríos, Tomás Bilbao, Francisco Azorín, José Luis M. Benlliure —padre de José Luis Benlliure Galán— y Jesús Martí) y otros más jóvenes que realizaron la mayor parte de su obra en México (Juan de Madariaga, Arturo Sáenz de la Calzada, Enrique Segarra, José Caridad, Oscar Coll, Ovidio Botella, Eduardo Robles, etc.)
- 5 La catenaria es un trazo geométrico derivado de la forma que toma una cadena sostenida por sus extremos. Conforme los extremos de la misma se aproximan, la curva que forma la cadena se va haciendo más pronunciada. Esta forma rigidizada e invertida —anticatenaria— tiene la propiedad de recibir únicamente esfuerzos de compresión, por lo que una bóveda catenária —o funicular— puede tener un espesor constante en todos los puntos.
- 6 CANDELA, F. *En defensa del formalismo y otros escritos*. Bilbao: Xairat Ediciones, 1985. p. 9.
- 7 FABER, C., *op. cit.* p. 15.
- 8 El paraboloide hiperbólico o hyper contiene dos sistemas de generatrices rectas, cada uno paralelo a un plano director. A diferencia de las superficies sinclásticas o cupuliformes, en las que las curvaturas principales van en la misma dirección, la superficie de un hyper es de doble curvatura anticlástica: las dos curvaturas principales tienen su concavidad en direcciones opuestas. El hecho de ser una superficie reglada —constituida por líneas rectas— facilitaba la construcción de la cimbra, que se realizaba con piezas rectas —generalmente tablonés— obteniendo la forma de doble curvatura.
- 9 AIMOND, F. *Etude Statique des Voiles Minces en Paraboloide Hyperbolique Travallant sans Flexion*. Zurich: IABSE, 1936.

allí donde el arquitecto recibió la noticia de que partiría a México, país que había realizado una serie de gestiones por medio del gobierno del general Lázaro Cárdenas para dar asilo a los desterrados.

Entre los miles de exiliados españoles que llegaron a México entre 1939 y 1942, se contaban veinticinco arquitectos; Félix Candela era uno de los más jóvenes.⁴ Por las mismas fechas arribaron también otros arquitectos extranjeros de renombre, como Hannes Meyer y Max Cetto, que escapaban de los regímenes totalitarios europeos. La llegada de estos profesionistas coincidió con una época en que el país latinoamericano experimentó un notable despegue económico que se reflejó en la industria de la construcción, lo que facilitó, de alguna manera, su integración al medio. Para entonces, el gobierno mexicano había aceptado los principios de la arquitectura funcionalista como vehículo para cubrir las demandas populares en el campo de la construcción.

Candela llegó a México en 1939 y obtuvo la nacionalidad mexicana en 1941. Diez años después de su arribo, y tras unos inicios profesionales inciertos —trabajó en Chihuahua, Acapulco y la Ciudad de México y se aventuró, incluso, como productor cinematográfico—, construyó su primer *casarón* experimental: una bóveda funicular o catenária⁵ que aplicaría al año siguiente en el proyecto de una escuela rural en Tamaulipas.

Animado por el éxito de esta bóveda y convencido del abanico de posibilidades que se abrían en ese campo innovador, Candela fundó con sus hermanos Antonio y Julia y con los arquitectos mexicanos Fernando y Raúl Fernández, una compañía constructora que intentaría introducir los cascarones de concreto en el campo de la arquitectura industrial. Así nació *Cubiertas Ala*, la empresa desde la que Félix Candela —actuando como arquitecto, ingeniero, consultor, calculista, contratista y constructor— levantó las cubiertas que lo harían mundialmente famoso.

«Por fin, al cumplir los cuarenta años, descubrí asombrado que mi desordenada y casual formación parecía haber sido

misteriosamente dirigida en un determinado sentido que me permitía encontrarme preparado para la labor que tenía que ejecutar».⁶

Era como si todos los acontecimientos previos de mi vida empezaran a tener sentido y significado. Comencé a sentirme mentalmente «en forma», como un atleta se siente físicamente. Me dí cuenta de que había llegado el momento de hacer algo.⁷

LA EVOLUCIÓN DE LOS CASCARONES DE CONCRETO

Recién creada *Cubiertas Ala*, Candela construyó un segundo casarón experimental en los terrenos de la Fábrica Fernández, una bóveda conoidal de 15 x 6 mts. con un espesor uniforme de 3 cms., apoyada en dos arcos inclinados de distinto peralte —uno de ellos muy rebajado— que formaban las directrices de lo que se convertía en una cubierta ligeramente alabeada; fue su primera aproximación —en este caso fortuita— a las superficies de doble curvatura.

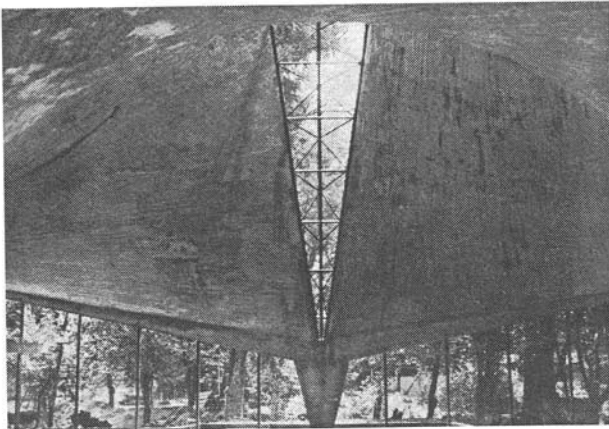
En 1951, Candela levantó el casarón que lo catapultaría a la fama: el pequeño Pabellón de Rayos Cósmicos (12,00 x 10,75 mts.) en Ciudad Universitaria, un laboratorio especializado en la medición de neutrones, proyectado por el arquitecto Jorge González Reyna. La condición era que la cubierta no sobrepasara los 15 milímetros de espesor, lo que se antojaba imposible para un edificio permanente. Candela propuso utilizar una bóveda de doble curvatura en lugar de la cilíndrica que planteaba González Reyna, argumentando que el trazo geométrico le conferiría la rigidez necesaria y permitiría solucionar la cubierta con un espesor mínimo. Fue la primera vez que Candela aplicó una solución a base de paraboloides hiperbólicos (o *hypars*),⁸ una forma geométrica que el arquitecto había estudiado en un tratado publicado en 1936⁹ y que llegó a dominar y a emplear profusamente y con gran virtuosismo, generando los *mantos* suaves y sinuosos que constituyen sus creaciones más emblemáticas.



Iglesia San Antonio de las Huertas.



Capilla San Vicente Paúl. Coyoacán, México D. F.



Capilla Coayacán.

Aunque fue creada con la idea de dedicarse a la construcción de estructuras laminares aplicadas a la arquitectura industrial, *Cubiertas Ala* tuvo algunas intervenciones en el campo de la arquitectura habitacional. Entre 1951 y 1953 se edificaron cinco residencias para el periódico *Novedades* (que las sorteaba entre sus suscriptores) en Jardines del Pedregal, el revolucionario proyecto urbano de Luis Barragán inaugurado por esas fechas, en las que Candela tuvo oportunidad de experimentar con el uso de cascarones en vivienda, experiencia que no le dejó muy convencido. Unos años después construía Candela su propia casa en Tlacopac, de la que comentaba: «no me atrevo a enseñar [la casa] a ningún arquitecto, pues todos esperan que yo viviera en alguna monstruosidad con techos alabeados y paredes de vidrio». ¹⁰

Entre 1952 y 1953, Candela construyó los primeros prototipos experimentales de *paraguas*, elementos conformados por cuatro segmentos —o tímpanos— de *hypar*, sostenidos por un apoyo central. Por su eficacia y rapidez de construcción —se podía aprovechar la misma cimbra para hacer varias piezas—, que lo convertían en un producto muy económico, el *paraguas* fue, desde su aparición, el tipo de cubierta más solicitado por los empresarios y arquitectos mexicanos para levantar naves industriales y edificios que necesitaran grandes superficies cubiertas.

Con sus primeros cascarones, Candela pudo constatar en la práctica que el escepticismo que, desde joven, sentía hacia los complicados análisis matemáticos utilizados en el cálculo de estructuras laminares, tenía fundamentos válidos. Las críticas que realizó, poniendo en duda la eficacia de estos análisis en la práctica, le granjearon varias enemistades dentro del pequeño círculo internacional especializado en el tema.

A partir de la construcción del Pabellón de Rayos Cósmicos, *Cubiertas Ala* empezó a recibir encargos de mayor envergadura. En la mayoría de las obras que ejecutó desde su empresa, Candela actuó como colaborador de arquitectos mexicanos a los que asesoraba en el proyecto de sus propuestas —muchas veces caprichosas— para cubiertas, presentadas generalmente como incipientes bocetos a los que, en

10 GIRAL, Á. «La arquitectura de Félix Candela», en VV. AA. *El destierro español en América*. Madrid: Ministerio de Cultura, 1991.

11 CANDELA, F. «Carta de Félix Candela al director», en *Arquitectura*, Madrid, octubre, 1959.

12 «Félix Candela», en *Arquitectura/México*, año XXX, tomo XXIII, núm. 100, México, abril-julio, 1968.

un acto casi de prestidigitador, Candela definía geométricamente, sistematizaba y transformaba en planos para, tras encargarse de su cálculo y construcción, convertirlos en una realidad edificada. Evidentemente, este «acto de magia» implicaba un complejo proceso; cuando sus colegas le presentaban sus esquemas y explicaban sus propósitos, Candela replanteaba el problema estructural desde una actitud crítica, descartaba lo que no le parecía lógico y presentaba, de ser necesario, nuevas propuestas. Al respecto escribía en 1959: «mi principal trabajo consiste en simplificar y regularizar los croquis que me presentan y en convencer de que el éxito no estriba en construir formas extravagantes, sino en hacer cosas sencillas, estudiando con cariño los detalles».¹¹

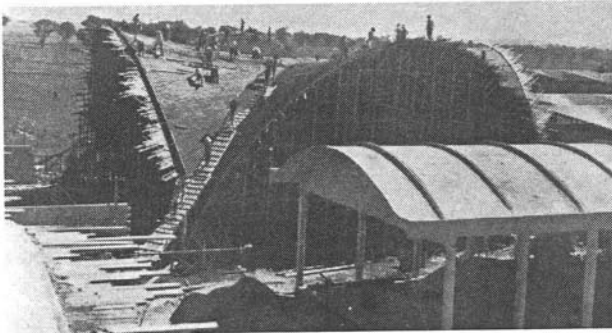
Así, desde *Cubiertas Ala*, Candela tuvo relación con lo más granado del panorama arquitectónico mexicano. En el archivo de la empresa queda constancia de más de cuarenta arquitectos que se acercaron a solicitar su asesoría o colaboración, aunque en muchos casos los proyectos no se llevaron a cabo. En la relación de proyectos de la compañía destacan los nombres de Mario Pani, Juan Sordo Madaleno, Enrique Yáñez, Pedro Ramírez Vázquez, Enrique de la Mora, Federico y Nicolás Mariscal, Jorge González Reyna, Guillermo Rosell, Alejandro Prieto, Carlos Recamier, Fernando Barará Zetina, Enrique Castañeda, Manuel Ortiz Monasterio, Ernesto Gómez Gallardo, Max Cetto, Vladimir Kaspé, Carlos Contreras, Miguel Herrera Lasso, René Capdeville o Manuel Larrosa. Muchos de estos vínculos profesionales se convirtieron con el tiempo en relaciones de amistad; en otros casos, los celos profesionales de sus colegas llevaron a Candela —«sin temerla ni deberla»— a enfrentamientos y enemistades con algunos ex-colaboradores.

Entre las colaboraciones más logradas de Candela y sus colegas mexicanos hay que destacar los Almacenes de las Aduanas (Vallejo, 1953, con Carlos Recamier), los mercados que construyó entre 1955 y 1956 con Pedro Ramírez Vázquez y Rafael Mijares (Coyoacán, Azcapotzalco y Anahuac), el Restaurante Los Manantiales (Xochimilco, 1958, con Joaquín Álvarez Ordóñez) y la capilla abierta de Palmira (Cuernavaca, 1959, con Guillermo Rosell y Manuel Larrosa).

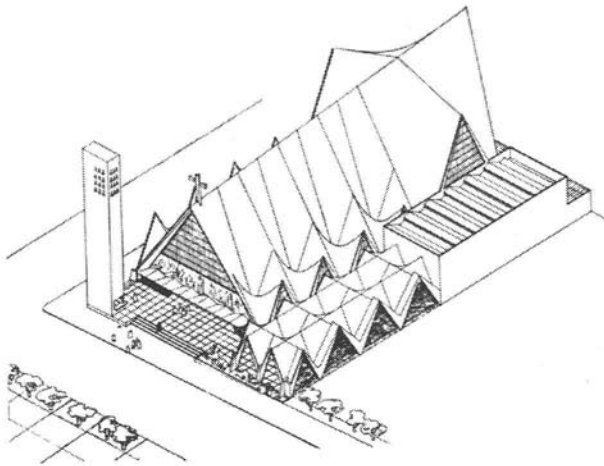
Mención aparte merece la colaboración de Candela con los arquitectos Enrique de la Mora y Fernando López Carmona, que se inició en 1955 con la cubierta para la Bolsa de Valores de México. De la capacidad proyectual del *pelón* de la Mora y de las mentes analíticas y prácticas de Candela y López Carmona salieron a la luz innovadoras soluciones espaciales concretadas en forma de cascarones de diversos tipos en otras tantas iglesias: el Altillo (Coyoacán, 1955), San Antonio de las Huertas (DF, 1955), San José Obrero (Monterrey, 1959) y San Vicente de Paul (DF, 1959). Aunque de la Mora y López Carmona se separaron en 1960, Candela siguió colaborando con ellos. En 1960 se construyó, con proyecto de López Carmona, la iglesia de Santa Mónica (DF) y en 1963 Enrique de la Mora recibió el encargo de hacer la iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe en Madrid, que fue la primera obra de un arquitecto mexicano en España y el regreso profesional de Candela a su patria.

Los paraboloides hiperbólicos, que marcaron una época en la arquitectura mexicana, sólo pudieron ser construidos en el lugar y en el momento en que se realizaron y gracias a la capacidad constructiva y la visión espacial de Félix Candela y pocos arquitectos más —Fernando López Carmona y Oscar Coll, entre ellos— que alcanzaron a dominar el complejo sistema constructivo necesario para desarrollarlos. Hubiera sido difícil empezar a construirlos en otros países, pues las delgadas láminas de hormigón que conforman los *cascarones* no cumplían las normas mínimas de seguridad del reglamento de construcciones de naciones más desarrolladas («la reglamentación rigurosa de lo que se permite hacer, significa la casi imposibilidad de intentar algo nuevo, de evolucionar y progresar»¹²); además, estaba el aspecto económico: estas cubiertas basaban su rentabilidad en la mano de obra —barata y de primera calidad— que aportaban los albañiles mexicanos.

La clave del proceso constructivo de los cascarones estaba en la complicada elaboración de la cimbra, hecha a base de tablillas rectas de madera, que conformaba la superficie alabeada que daba forma a la cubierta; sobre la cimbra, se colocaba el armado de finas varillas que creaban una retícula sobre la que se



Planta embotelladora Bacardi. México D. F.



Iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa.

vaciaba el cemento; una vez que fraguaba el concreto, era desprendida la cimbra y el *cascares* tomaba, así, su forma definitiva. Para llevar a cabo esta tarea era necesaria la participación de muchos peones —reclutados de los flujos migratorios que llegaban del campo a la ciudad— que aportaban buena mano de obra a cambio de una baja remuneración; cuando en 1964 el presidente en turno, Gustavo Díaz Ordaz, promulgó una ley en la que se establecía un nuevo salario mínimo para los trabajadores, los *cascares* dejaron de ser económicamente rentables y *Cubiertas Ala* inició su declive.

En sus 26 años de vida (1950-1976), la empresa desarrolló un impresionante volumen de obra: elaboró un total de 1.439 proyectos, de los que llegaron a construirse 896; más del 90% de ellos fueron para edificios industriales. El periodo de mayor actividad se sitúa entre 1956 y 1960, lustro en que construyeron un total de 395 obras.¹³ Fueron los años en que Félix Candela era una referencia constante en revistas especializadas de todo el mundo; durante el Congreso de la Unión Internacional de Arquitectos (UIA), celebrado en Londres en julio de 1961, recibió el premio *Auguste Perret* por la excelencia de su obra; unos meses después fue condecorado con la Medalla de Oro que The Institution of Structural Engineers concedía a los mejores estructuristas del mundo (hasta entonces sólo habían sido galardonados J. F. Baker en 1952, Eigène Freyssinet en 1957 y Hardy Cross en 1958). Los premios y reconocimientos se fueron sucediendo año con año. Desde que empezó a tener éxito, tanto en España como México lo consideraban *producto* orgullosamente nacional y se disputaban su *paternidad*; él zanjaba la polémica diciendo que se consideraba un arquitecto formado en España, pero realizado en México.

La última obra importante de Candela fue el Palacio de los Deportes, construido en colaboración con Enrique Castañeda y Antonio Peyrí para los Juegos Olímpicos de 1968, en el que sustituyó el uso de los cascares de concreto (poco aptos para grandes claros) por una económica e ingeniosa estructura metálica semiesférica dividida en varios segmentos de planta cuadrada, en los que se insertan unas

13 GERMENOS SALUM, J. A., *op. cit.* Tabla de obras de Cubiertas Ala en pp. 65-66.

14 OTTO, F., *op. cit.*

15 CANDELA, F. «El cascares como delimitador de espacio», conferencia dictada en 1954 en el Massachusetts Institute of Technology y publicada en CANDELA, F. *En defensa del formalismo y otros escritos*, Bilbao: Xarait Ediciones, 1985.

16 FABER, C., *op. cit.* p. 150.

17 CANDELA, F. «La Iglesia de la Virgen Milagrosa», en *En defensa...*, *op. cit.* pp. 51-56. También publicado en *Las Españas* (México, 1956) y en *Informes de la Construcción* (Madrid, 1959).

18 CANDELA, F. «La Iglesia de la Virgen Milagrosa», *op. cit.*

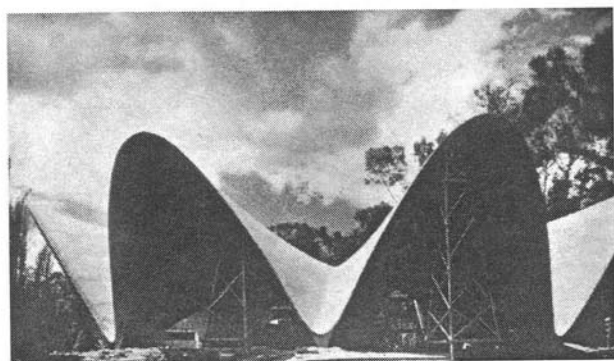
subestructuras alabeadas —basadas en la forma de los *paraguas*— forradas con chapa de cobre. Esta gran bóveda cobriza, que recuerda el caparazón de una tortuga brillando al sol, se ha convertido en uno de los símbolos de la capital azteca.

En 1971, Candela aceptó la oferta de la Universidad de Illinois (Chicago) para incorporarse a la planta docente de su escuela de Arquitectura. Además de que sus cascarones habían dejado de ser rentables y que su empresa se encontraba en horas bajas —«las imitaciones de Candela estaban *in*, pero el arquitecto Candela estaba *out*»—,¹⁴ parece que una turbia maniobra dentro de la Escuela Nacional de Arquitectura de la UNAM —en la que daba clases desde 1953— para sacarlo de su cátedra, influyó en su decisión de emigrar a los Estados Unidos.

Dos obras emblemáticas: la iglesia de la Medalla Milagrosa y la planta embotelladora Bacardí.

En una conferencia dictada en Massachusetts en 1954, Candela comentaba: «El estudio de los ejemplos de la naturaleza, en busca de inspiración para resolver cubiertas, es aún más oportuno en la actualidad, cuando un material monolítico que puede fundirse en cualquier forma se ha vuelto de uso común en construcción. El hormigón armado no solamente es muy similar al material de los cascarones naturales, sino que tiene la ventaja adicional de poder resistir esfuerzos de tracción».¹⁵ Los cascarones de concreto son siempre de doble curvatura, composición geométrica que les confiere la máxima rigidez con un espesor constante en toda su superficie. Dos obras realizadas por Candela destacan entre su vasta producción por su calidad y propuesta innovadora: un edificio de carácter religioso (la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa) y uno industrial (la planta embotelladora de Bacardí y Cia.). Aparte de la considerable cantidad de bodegas y naves industriales que diseñó, fueron pocos los edificios de otros géneros que Candela construyó con proyectos suyos; al parecer, no le atraía demasiado la actividad proyectual. En 1954 escribía: «cada día me siento menos arquitecto y voy perdiendo todo interés en resolver

plantas y dibujar detalles de ventanas o cosas semejantes».¹⁶ En 1953 recibió el encargo de proyectar y construir en la colonia Narvarte (DF) una de sus obras emblemáticas y la única que él mismo considera 100% suya: la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa, en la que tuvo la oportunidad de aplicar sus ideas sobre cubiertas ligeras en un templo, «la mejor oportunidad que puede concederse a un arquitecto para que intente, al menos, hacer algo trascendente».¹⁷ Basado en el esquema de una planta tradicional de tres naves, las superficies alabeadas de los *cascarones*, con sus 4 cms. de espesor, encontraron en ésta obra su máxima expresión plástica. Sobre ella escribió Candela: «El material de nuestra época es el hormigón armado, y yo he intentado construir con este material una iglesia de carácter tradicional, en la que tanto la función estructural como la expresión interna dependieran exclusivamente de la forma.»¹⁸ Candela levanta, sobre una planta tradicional de tres naves con capillas laterales y capilla anexa, una estructura espectacular e innovadora que recuerda, en una primera impresión, a las catedrales góticas que expresan un sentido de ascensión por medio de su estructura. La nave central, que se va elevando sutilmente conforme se avanza hacia el altar, entronca en el crucero con una nave transversal de las mismas características. La fachada principal está conformada por un gran triángulo que se convierte en el borde que recibe las tres naves interiores, mientras que la fachada lateral toma la forma zigzagueante que generan los extremos triangulares de las cuatro capillas laterales y el de la nave del transepto, de mayor altura. En realidad, la estructura de la Medalla Milagrosa está resuelta a base de una sucesión de paraguas —estructura sencilla y humilde donde las haya— con los que se ha jugado manipulando su forma, rompiendo su simetría, inclinando y doblando sus bordes horizontales, y exagerando las alturas o las flechas de sus cuatro segmentos. Las columnas toman formas alabeadas diseñadas intuitivamente según las cargas que debían transmitir; los capiteles dejan de ser necesarios y prácticamente desaparece la transición entre apoyo y cubierta, que se convierten un mismo elemento. La poderosa estructura, que hace desaparecer los poco afortunados —y afortunadamente poco numerosos— elementos decorativos que se han ido añadiendo a la



Restaurante Los Manantiales.

iglesia, es una atrevida combinación de superficies alabeadas que crean un espacio interior alucinante. Todos los elementos estructurales de cubrición, e inclusive el espigado *campanile* que precede la entrada al templo, son paraboloides hiperbólicos de 4 cms. de espesor en la mayoría de su superficie, aunque en algunos puntos —donde el encuentro de las curvas se hacía más complicado— fue necesario aumentar su grosor. «El vaciado del concreto en tales superficies inclinadas nunca es una tarea fácil; pero con una mezcla seca y un refuerzo más apretado (capaz de resistir el concreto húmedo), todo el techo de la iglesia fue hecho a mano sin formas exteriores o dobles». ¹⁹ En este edificio se pueden encontrar referencias directas a la arquitectura de Gaudí, puesto que ambos aplican una lógica estructural similar, aunque utilicen sistemas constructivos distintos: el catalán, bóvedas tabicadas o de piedra; el hispano-mexicano, estructuras laminares de concreto armado. A nivel formal, se podrían definir puntos en común de la obra de Candela con elementos del expresionismo alemán. En una entrevista realizada en 1961 con motivo de la concesión del premio «Auguste Perret», Candela declaró que la Medalla Milagrosa era la obra que —hasta ese momento— le había proporcionado más satisfacción; a continuación le preguntaron si al público le gustaba esa iglesia, a lo que respondió: «a las mujeres sobre todo. Al terminar la obra se acercaron a felicitarme y a los padrecitos se les fue pasando el susto. A los arquitectos les gusta menos...». ²⁰ En 1958, la compañía Bacardí encargó a Candela la construcción de su planta embotelladora. El arquitecto ya había trabajado antes para la marca del murciélago, cuando en 1954 les hizo una planta destiladora en La Galarza, Puebla, con los arquitectos Hector Mestre y Manuel de la Colina. El nuevo proyecto lo realizó en colaboración con el grupo de arquitectos Sacmag (Sáenz, Cancio, Martín, Alvarez y Gutiérrez). Para desarrollar la nueva planta embotelladora, Candela se inspiró en un las formas del aeropuerto de San Luis Missouri (1955), de Minoru Yamasaki. Seis grandes paraboloides hiperbólicos de 30 metros de claro (las luces más amplias que llegaron a salvar los cascarones de Candela) y 4 centímetros de espesor forman dos grandes crujiás y cubren un espacio de más de 5.000 metros cuadrados de superficie. La planta

19 FABER, C., *op. cit.* p. 107.

20 RAMÍREZ DAMPIERRE, F. «Temas del momento: Félix Candela», en *Arquitectura*, núm. 30, Madrid, junio 1961.

21 FABER, C. *Las estructuras de Candela*, México DF: Compañía Editorial Continental, 1970.

22 CALATRAVA, S. «Diálogo alrededor de la obra de don Félix Candela Outeiriño», en: SEGÚI, M. et al, *op. cit.*

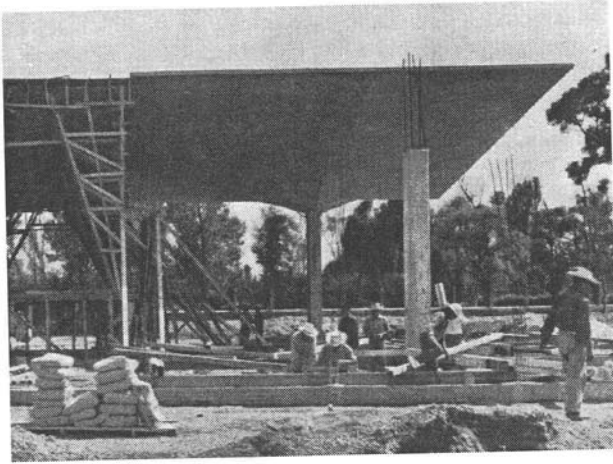
23 «Félix Candela», en revista *Arquitectura/México*, año XXX, tomo XXIII, núm. 100, México, abril-julio 1968.

24 CANDELA, F. «El cascarón como delimitador de espacio», *op. cit.*

embotelladora está conformada por seis cúpulas esféricas de pañuelo colocadas por pares formando tres filas; cada una de ellas es de planta cuadrada y está delimitada por cuatro arcos o tímpanos de borde que forman parábolas de graciosa línea que se anclan al piso de manera diagonal, sin romper la continuidad de su forma. Las uniones triangulares que producen estas cúpulas al aproximarse entre sí, están resueltas por medio de unas *costuras* de manguetería y vidrio que permiten el paso de luz. Los arcos que limitan el rectángulo de la planta están, a su vez, cerrados por grandes ventanales, lo que, unido a las *costuras-tragaluz*, confiere al dinámico y diáfano espacio interior una luminosidad sorprendente. Los arcos perimetrales de un cascarón no tienen rigidez en dirección normal a su plano y su línea de presión no coincide con la curva de contorno, por lo que es necesaria la utilización de arcos de borde que puedan absorber y transmitir las cargas por medio de fuerzas tangenciales. Candela planteaba que «si queremos tener bordes libres, debemos tener algunos bordes interiores o aristas que lleguen al suelo por líneas inclinadas (en una estructura simétrica), o bien, todos los otros bordes rígidamente fijos a elementos estructurales capaces de resistir fuerzas en cualquier dirección».²¹

Los esfuerzos tangenciales a lo largo de un borde curvo pueden anularse, a condición de que sean transferidos, a través de las generatrices, a miembros rígidos (que pueden ser las aristas de unión o los apoyos). Son bóvedas creadas por la intersección de dos segmentos de *hypar* en forma de silla de montar. La construcción de su cimbra es relativamente sencilla por tener dos sistemas de generatrices rectas. Su forma le confiere gran rigidez, por lo que puede ser construida con espesores mínimos. En ellas no se utilizan vigas o nervaduras de borde, por lo que pueden mantener un espesor constante en toda la losa —que puede llegar a ser tan delgada como el material y el sistema constructivo lo permita—, lo que les confiere gran ligereza. Este tipo de cascarón, con el que Candela experimentó todo tipo de combinaciones, dió resultados espectaculares entre los que destacan la iglesia de San Antonio de las Huertas (DF, 1956, con de la Mora), el restaurante Los Manantiales (Xochimilco, 1957, con Álvarez Ordoñez), el cabaret La

Jacaranda (Acapulco, 1957, con Juan Sordo Madaleno), el restaurante y el cine del Hotel Casino de la Selva (Cuernavaca, 1958, con Jesús Martí) y el edificio que ahora nos ocupa. A este tipo de estructuras se les denominó *mantos*, por sus formas suaves y sinuosas que recuerdan, petrificadas, las formas que pueden tomar piezas de tela suspendidas en el espacio. Para Santiago Calatrava «la utilización de un material pétreo para reproducir una forma blanda es un gesto muy fuerte de abstracción y la calidad de la abstracción mide la calidad de este gesto. Desde mi punto de vista, una actitud como ésta sólo puede ser tomada en un origen por un artista».²² Cuando construía la cubierta para la Bolsa de Valores de México (1955, con Enrique de la Mora), Candela empezó a intuir las posibilidades del borde libre: «Yo sabía que el borde libre era una idea práctica, desde mucho antes de que intelectualmente comprendiera cómo trabajaba. Hay ocasiones en las que, de pronto, uno se encuentra realizando cosas que parecían imposibles. Después de que uno las ha hecho, parece fácil explicar cómo las hizo, pero en la mayoría de los casos estas explicaciones son falsas, porque uno no sabe exactamente cuándo e incluso cómo ha llegado a un cierto punto en su razonamiento. No es necesariamente la mente consciente la que resuelve un problema».²³ El edificio de Candela se levanta a unos cuantos metros de la única obra que realizó Mies van der Rohe en México: la sede corporativa de Bacardí y Cía. Es curioso que el destino acercara tanto a dos grandes monstruos del panorama arquitectónico del momento que tenían visiones tan dispares de lo que debía ser la obra arquitectónica. Desde antes de compartir solar y cliente con el maestro alemán, Candela criticaba sus grandes cubiertas planas por considerar que iban *contra natura*, haciendo trabajar al concreto armado de una forma poco lógica: «Las estructuras adinteladas, copiadas (por los griegos) de las formas tradicionales de los arcaicos templos de madera, constituyen una de las maneras más absurdas e ilógicas de construir con piedra... este modo particular y artificial de concebir la arquitectura se mantuvo como trasfondo de los estilos arquitectónicos occidentales, dificultando todo intento de establecer un verdadero arte de la construcción».²⁴ Su crítica se extendía a los postulados constructivos de la



Construcción de paraguas formados por cuatro paraboloides hiperbólicos.

arquitectura racionalista: «No es de extrañar que la revolución arquitectónica de nuestro siglo haya sido incapaz de liberarse de los mismos vicios clásicos de origen y, cegada por ellos, de llegar al fondo del problema. Ganó una fácil victoria contra los medios decorativos que largos años de abuso habían vuelto inoperantes, pero el esqueleto clásico quedó intacto. Fue una revolución clásica contra el arte clásico... Confundiendo las posibilidades del material (concreto armado) con sus propiedades reales, se echaron las bases del formalismo atectónico que domina la composición moderna».²⁵ Candela tuvo relación con los grandes maestros de la arquitectura internacional, en particular con los estructuralistas (Nervi, Otto, Ove Arup, etc.). En 1957 escribía a un amigo: «he conseguido meterme en el grupo de los santones de la arquitectura moderna. Una vez situado en esta privilegiada situación, puedes permitirte el lujo de teorizar y filosofar y de que todas las tonterías que se te ocurran se consideren como santa palabra».²⁶ Santiago Calatrava, quien se reconoce discípulo de Candela, comenta que «la persona y la obra de Félix Candela han sido para mí reveladoras tanto por sus características formales y materiales, como por la filosofía y todo lo que significa de realización arquitectónica. Algunas de mis obras, sobre todo las más tempranas, están hechas en admiración a los trabajos de Félix Candela... son ensayos de aproximación a la obra de este gran arquitecto».²⁷ Candela se refería a sus cascarones y a la globalidad de su obra en 1964: «Mi mayor satisfacción no estriba en haber ejecutado ciertas estructuras espectaculares —aunque confieso que he disfrutado mucho haciéndolas—, sino en haber contribuido, siquiera sea en forma mínima, a aliviar el ingente problema de cubrir económicamente espacios habitables, demostrando que la construcción de cascarones no constituye una hazaña extraordinaria que inmortalice a sus autores, sino un procedimiento constructivo sencillo y flexible».²⁸

25 *Ibidem*.

26 Carta de Félix Candela a José Subirana, México D. F., abril de 1957.

27 CALATRAVA, S. «Diálogo alrededor de la obra de don Félix Candela Outeriño», en: SEGÚI, M. et al, *op. cit*.

28 CANDELA, F. «Arquitectura y estructuralismo», en *Arquitectos de México*, núm. 21, México D. F., enero de 1964.

Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes es doctor por el programa Estética y Teoría de la Arquitectura Moderna. ETSAB-UPC. Es profesor de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Félix Candela murió la madrugada del 7 de diciembre de 1997, a pocas semanas de cumplir los 88 años, en Raleigh (Carolina del Norte, EEUU), ciudad en la que había pasado sus últimos años.