



CAPILLA DE LAS ESCUELAS PROFESIONALES SALESIANAS DE SAN JOSÉ, EN ZAMORA

Arquitectos: Luis Moya,
Pedro R. la Puente y
Ramiro Moya.

Las Escuelas Profesionales de Zamora, que publicaremos en un número próximo, constituyen un conjunto de enseñanza laboral de gran importancia.

Las grandes dimensiones de la capilla se deben al número de alumnos (externos e internos) acogidos a la Institución, al que hay que añadir un numeroso público del barrio en que está situada.

La planta de la capilla acusa claramente tres zonas: para el culto, para los fieles y el canto y música. Cada

zona tiene sus accesos propios desde el edificio de la Institución y desde el exterior.

Está construida con muros de mampostería y cubierta con una cúpula de arcos entrelazados de ladrillo, cuya disposición y cálculo se explican más abajo.

El aspecto exterior acusa claramente los volúmenes que constituyen la iglesia. La cubierta es de pizarra. Los grandes paramentos lisos van revocados en blanco, destacando sobre ellos el único elemento ornamental, que es la portada realizada en granito y piedra de Colme-

ñar; sobre esta portada se ha colocado una imagen en piedra, de María Auxiliadora, obra del escultor Manuel Alvarez Laviada.

A la parte posterior de la iglesia va adosada una pequeña edificación, que contiene la sacristía, y que tiene importancia en el conjunto estético, pues sirve de término de comparación de escalas.

La decoración interior es fundamentalmente su propia forma y la disposición constructiva de la cúpula.

La calidad y color de los muros interiores son consecuencia del acondicionamiento acústico. Este acondicionamiento se calculó según el método de Sabine, consiguiendo para las frecuencias de 128, 512 y 2.048 los tiempos de reverberación de 2,85, 1,86 y 1,58 segundos, respectivamente, que se aproximan grandemente a los indicados como ideales por V. O. Knudsen para este tipo de local y de audición.

En la pared de fondo se ha procurado la máxima absorción, y, en cambio, el presbiterio se ha dejado como superficie reflectora.

El resultado obtenido en la práctica ha sido altamente satisfactorio, y responde con gran exactitud a las previsiones teóricas.

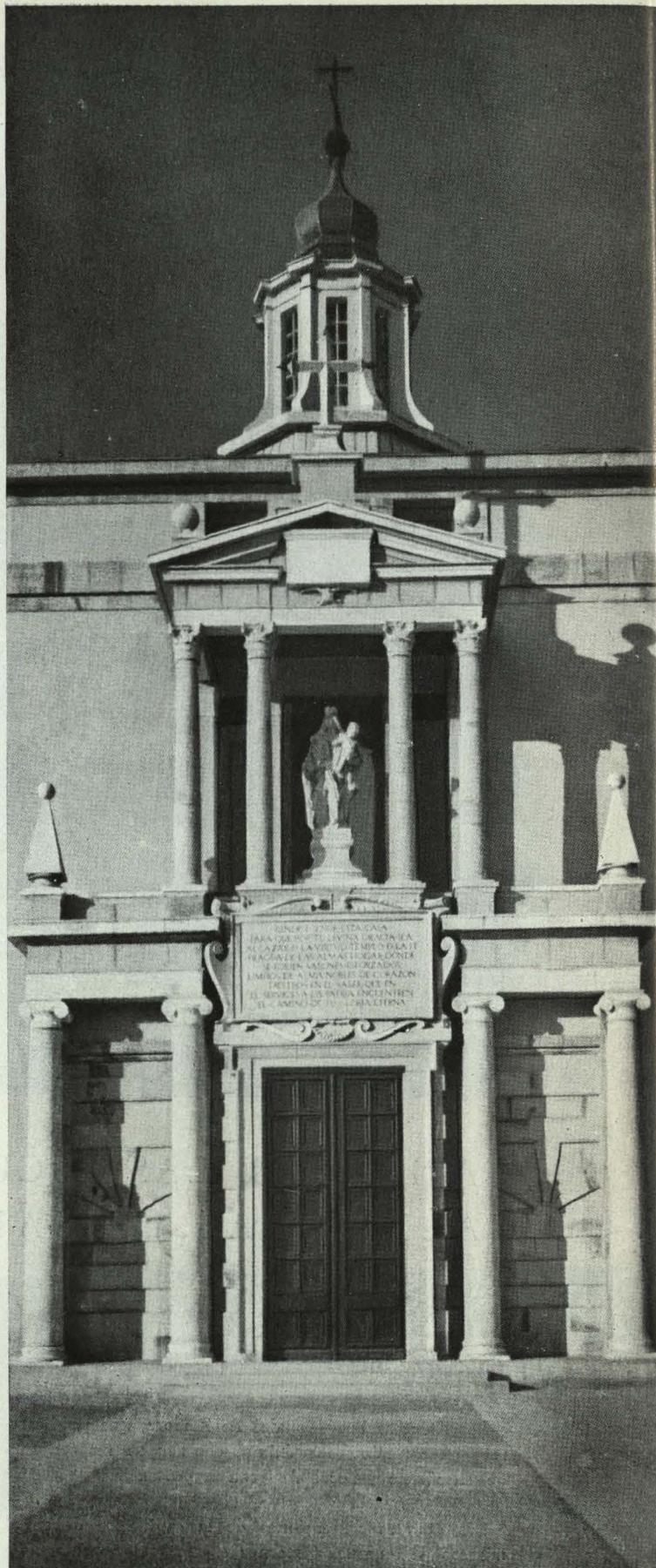
Los materiales absorbentes empleados han sido: lana de vidrio cubierta con tela o con *tablex* perforado, guardados de yeso con termita y madera, repartiendo las diversas superficies según sus coeficientes de absorción y su selectividad para las distintas frecuencias.

En una de las paredes laterales se ha colocado una pintura sobre lienzo, obra de Enrique Segura.

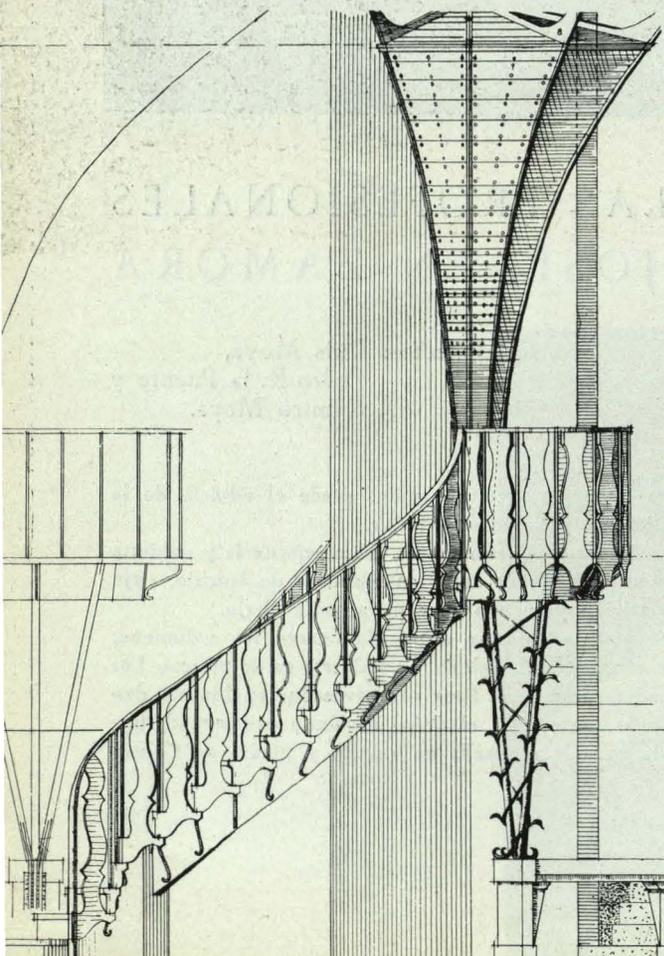
El resto de la ornamentación no está todavía terminado; por razones de economía se reducirá al mínimo, y, además, se aprovecharán algunas piezas existentes que no estaban pensadas para esta iglesia.

Por el contrario, y de acuerdo con las normas litúrgicas, los materiales nobles se concentrarán en el altar, cuya mesa será una losa enteriza de granito pulimentado; el Sagrario será de mármol.

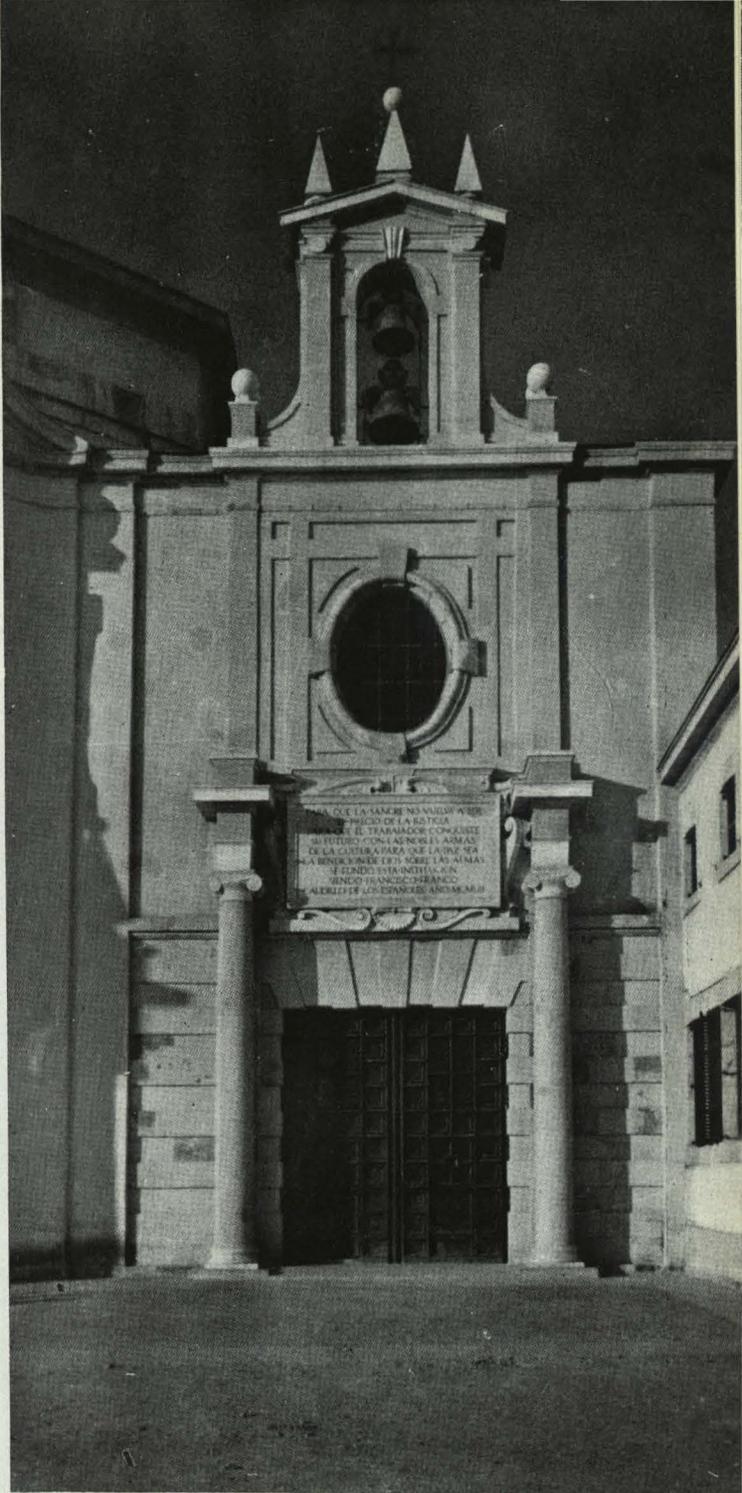
El baldaquino será de madera pintada al óleo. La



Pormenor de la puerta de ingreso a la capilla, con la escultura de Manuel Laviada. Al lado, dibujo del púlpito.



Pormenor de la entrada a las Escuelas y vista de conjunto a través del porche de juegos.



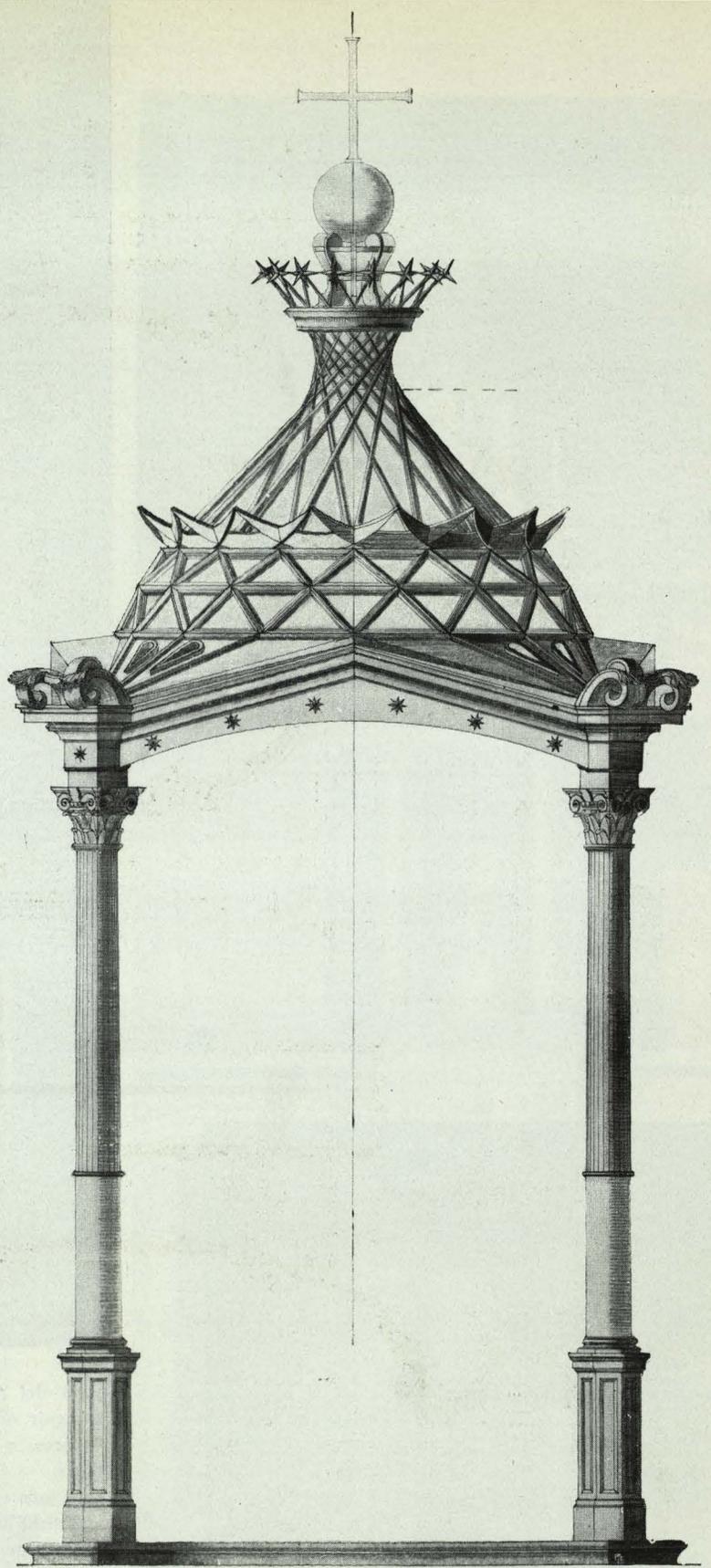
forma del tornavoz del púlpito se ha estudiado para conseguir que la predicación se haga sin necesidad de altavoces, a pesar de las grandes dimensiones de la iglesia.

Fué aparejador de la obra Manuel de las Casas, y contratista Juan Sánchez Cano, asesorado por su técnico, el aparejador Julián Cejuela.

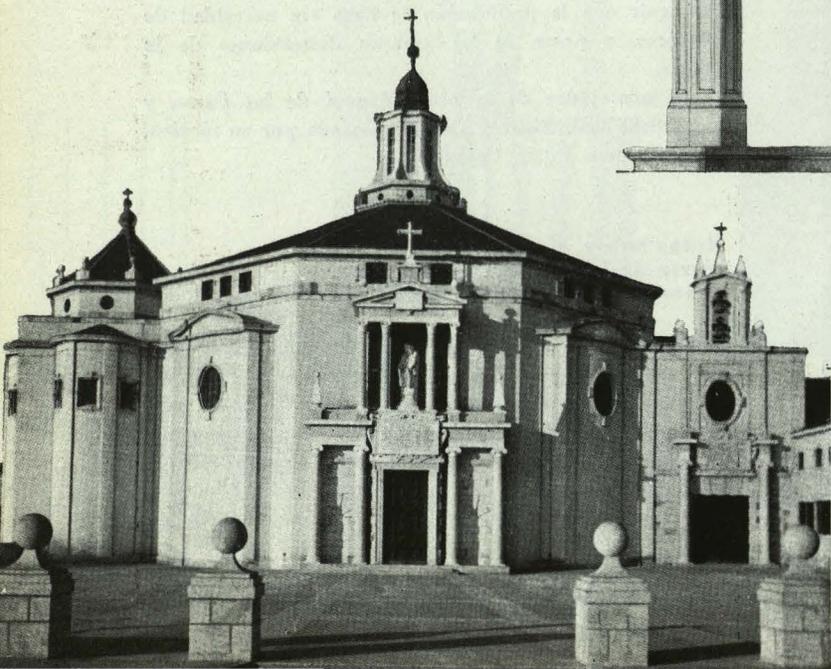
Notas sobre el cálculo de la cubierta de la capilla, realizado por el arquitecto Luis García Amorena.

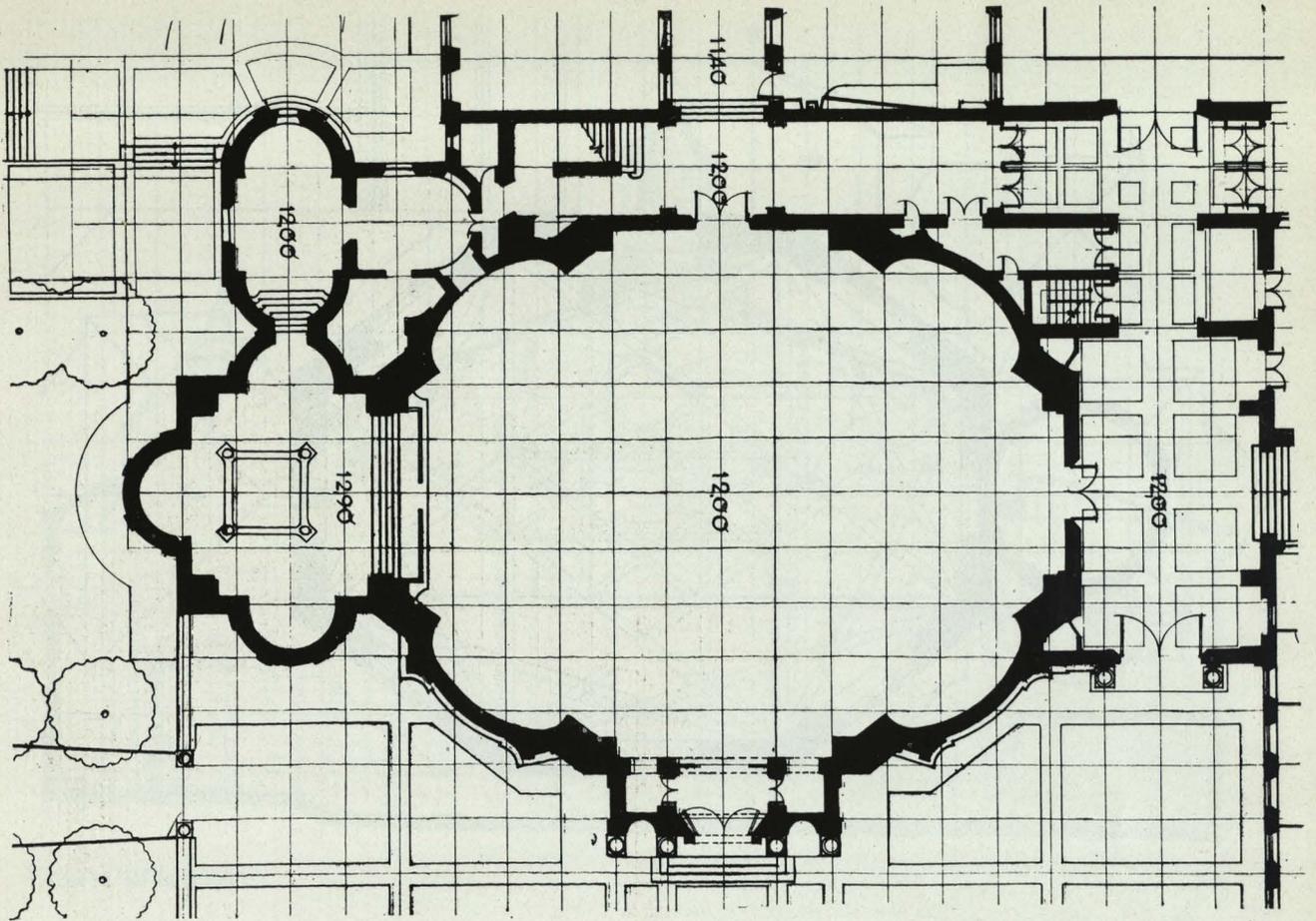
Es una bóveda de plementería tabicada sobre arcos de ladrillo, de planta octogonal alargada. Como el conjunto es enormemente complejo, lo simplificamos, yéndonos del lado de la seguridad, prescindiendo de aquélla como elemento resistente, y considerando sólo la

Baldaqüino.

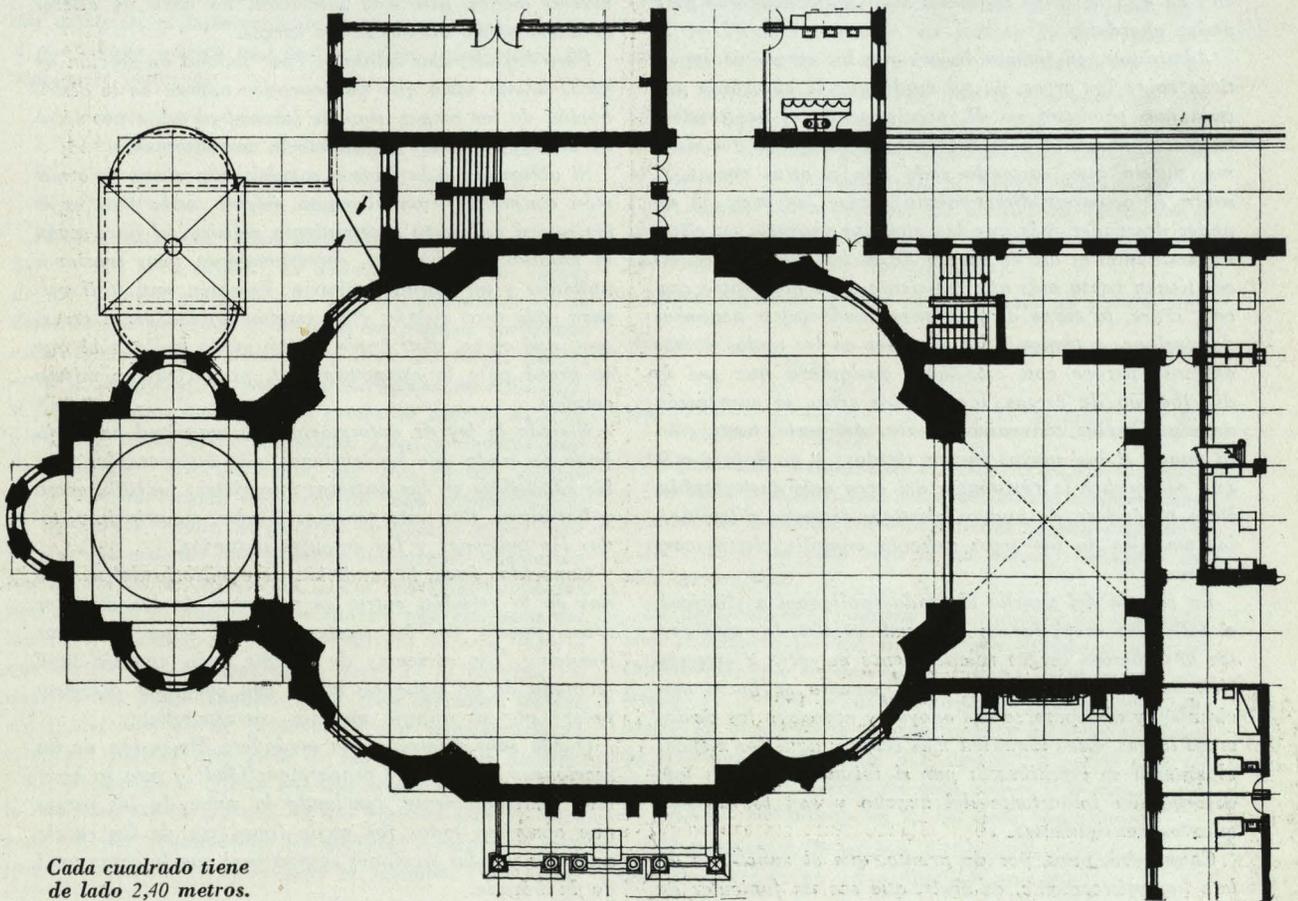


Lonja de entrada.

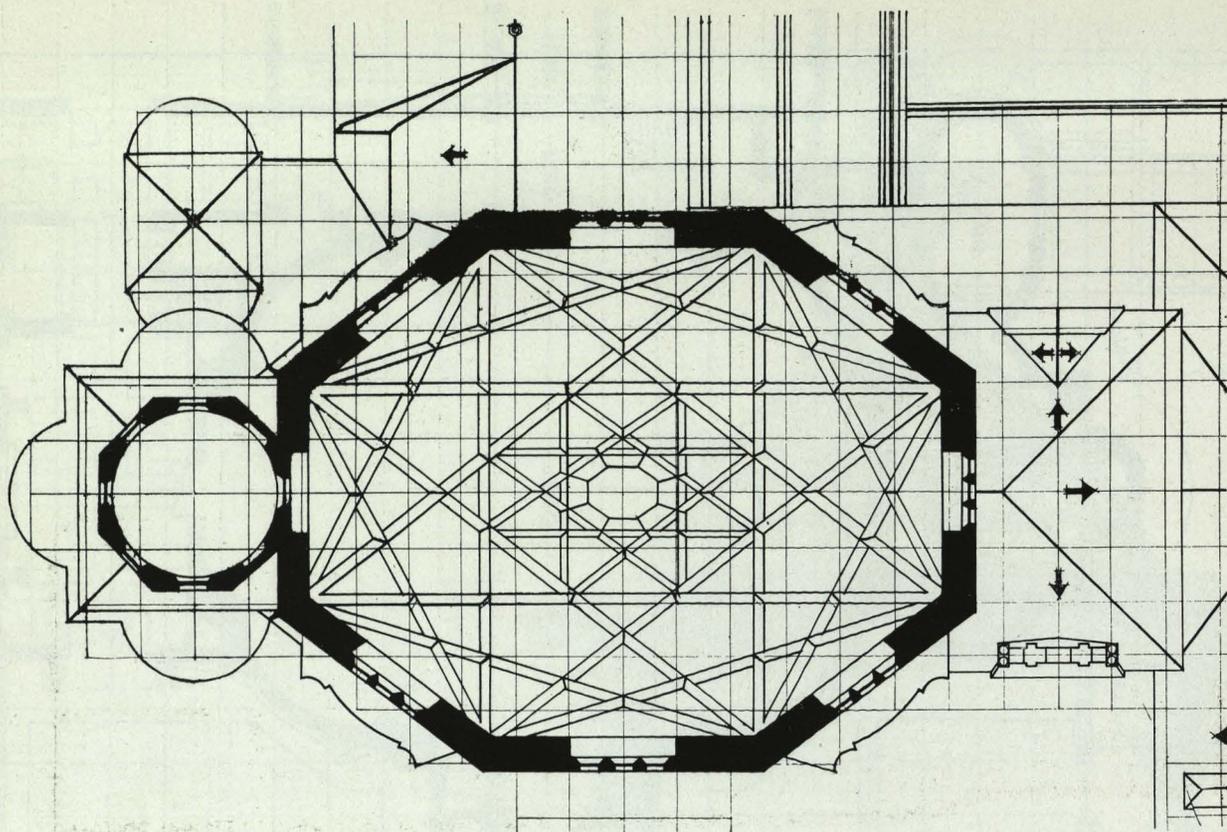




Planta baja y planta primera.



Cada cuadrado tiene de lado 2,40 metros.



Planta de la bóveda.

retícula espacial formada por los arcos y el zuncho. Y aun en ésta haremos hipótesis muy simplificadoras para poder abordarla.

Admitimos, en primer lugar, que las cargas se repartirán sobre los arcos, de tal modo que la absorbida por cada uno produzca en él, precisamente, el acortamiento correspondiente a la deformación conjunta del sistema, puesto que, cortando cada uno a otros varios, si sobre él actuaran directamente cargas mayores, al no poder descender más que los otros se apoyaría en ellos, transmitiéndoles así el exceso de dichas cargas. Los arcos tienen canto más que suficiente para que, entre cruce y cruce, la curva de presiones pueda sufrir pequeñas desviaciones y transmitir o absorber en los nudos dichos excesos; parece con esto que, cualquiera que sea la distribución de cargas, los propios arcos se encargarán de repartírselas convenientemente. Así sería, hasta cierto punto, si los apoyos fuesen rígidos; y no habría más que comprobar la resistencia del arco más desfavorable. Pero tratándose de apoyos elásticos (zuncho dilatante), los empujes de los arcos deberán cumplir ciertas condiciones.

En el caso del zuncho alargado (poligonal o elíptico), si todos los arcos fuesen de igual sección, los más cortos absorberían cargas relativamente mayores y empujarían más de lo conveniente; el zuncho se haría más circular, y al separarse sus apoyos y acercarse los de los arcos largos, éstos tomarían más carga y aquéllos menos: el sistema se equilibraría por sí mismo, pero con una deformación importante del zuncho y con los agrietamientos consiguientes.

Convendrá, pues, por de pronto, que el zuncho se dilate homotéticamente, es decir, que sea un funicular de

los empujes horizontales. Lo que no quiere decir, ni mucho menos, que esta dilatación no haya de alterar la distribución inicial de las cargas.

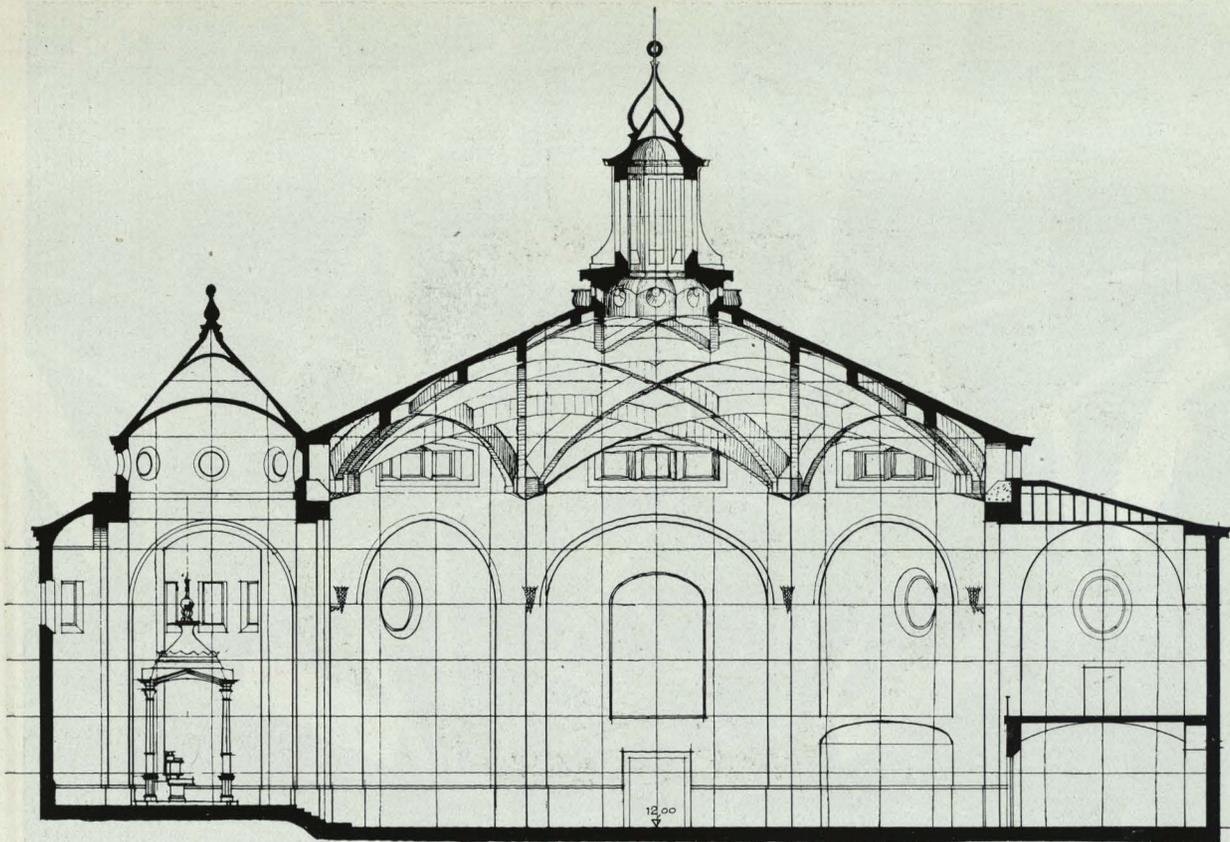
Pero los empujes unitarios (por unidad de sección de arco) hemos visto que no dependen apenas de la distribución de las cargas, sino de la configuración geométrica del entramado y de su modo de deformarse.

Si obligamos a la bóveda a sufrir una cierta deformación conjunta, razonablemente elegida, cada arco experimentará un cierto acortamiento elástico, al que, según el módulo del material, corresponderán unas tensiones unitarias y un empuje unitario. También será fácil ver, para cada arco aislado y de sección unidad en el arranque, qué carga, distribuida de un modo análogo al que se prevé para la estructura real, producirá ese mismo empuje.

Elegida la ley de deformación, su magnitud ha de fijarse de modo que las tensiones más desfavorables sean las admisibles en los distintos materiales: ladrillo, acero y hormigón. Con esto tenemos fijadas, en principio, todas las tensiones y los empujes unitarios.

Conocidos éstos, la condición de equilibrio del zuncho nos da la relación entre las secciones de los distintos arcos, puesto que las secciones serán, salvo un factor constante, los cocientes de dividir cada empuje total (tomado de un polígono hecho con cualquier distancia polar) por el empuje unitario correspondiente.

Queda sólo determinar la verdadera dimensión de las secciones: el factor de proporcionalidad; y esto lo hacemos inmediatamente, igualando la suma de las cargas que absorben todos los arcos (producto de las cargas unitarias por las secciones respectivas) con la carga total de la bóveda.



Sección longitudinal.

Este método, que interpreta con bastante claridad unas condiciones físicas, realmente muy simplificadas, tiene, sin embargo, el inconveniente de los numerosos tanteos a que obliga, puesto que hay que fijar previamente los siguientes elementos:

- 1.º Forma de la bóveda.
- 2.º Ley de variación de la sección de los arcos.
- 3.º Ley de las deformaciones de la bóveda.
- 4.º Distribución de las cargas.

Fijados, cada vez, estos elementos, hay que comprobar si cada arco, aislado, se deformaría bajo sus cargas de una manera parecida a la que le corresponde en la deformación prevista; o bien, si se pueden aproximar estas deformaciones, cediendo o tomando cargas de los otros arcos que lo cortan. Y comprobando, en todo caso, si los momentos que aparecen producen excesos de compresión o tracciones inaceptables. Estos momentos pueden aparecer, principalmente, por tres causas: porque en la bóveda elegida los arcos no sean antifuniculares de sus cargas (todos, en general, no podrán serlo); por las fuerzas aisladas que suponen las citadas transmisiones de cargas en los cruces, y por los empotramientos que aparecen al separarse los apoyos, por extensión del zuncho, y al rebajarse, por acortamiento, el arco. Habría que añadir que la importante carga de la linterna requeriría un punto angular o de gran curvatura en los arcos, del que se ha prescindido por consideraciones estéticas, creando otra zona de momentos muy fuertes.

En el caso de la iglesia que nos ocupa existe, además, la complicación de tratarse de dos bóvedas superpuestas, y de ser, por consiguiente, los empujes y cargas de una, fuerzas exteriores y datos para la segunda. Para evitar

esta excesiva indeterminación, y por ser los arcos de arriba muy ligeros con relación a los de la bóveda inferior, se ha supuesto que sus puntos de arranque son fijos, aparte de un descenso uniforme que no les afecta.

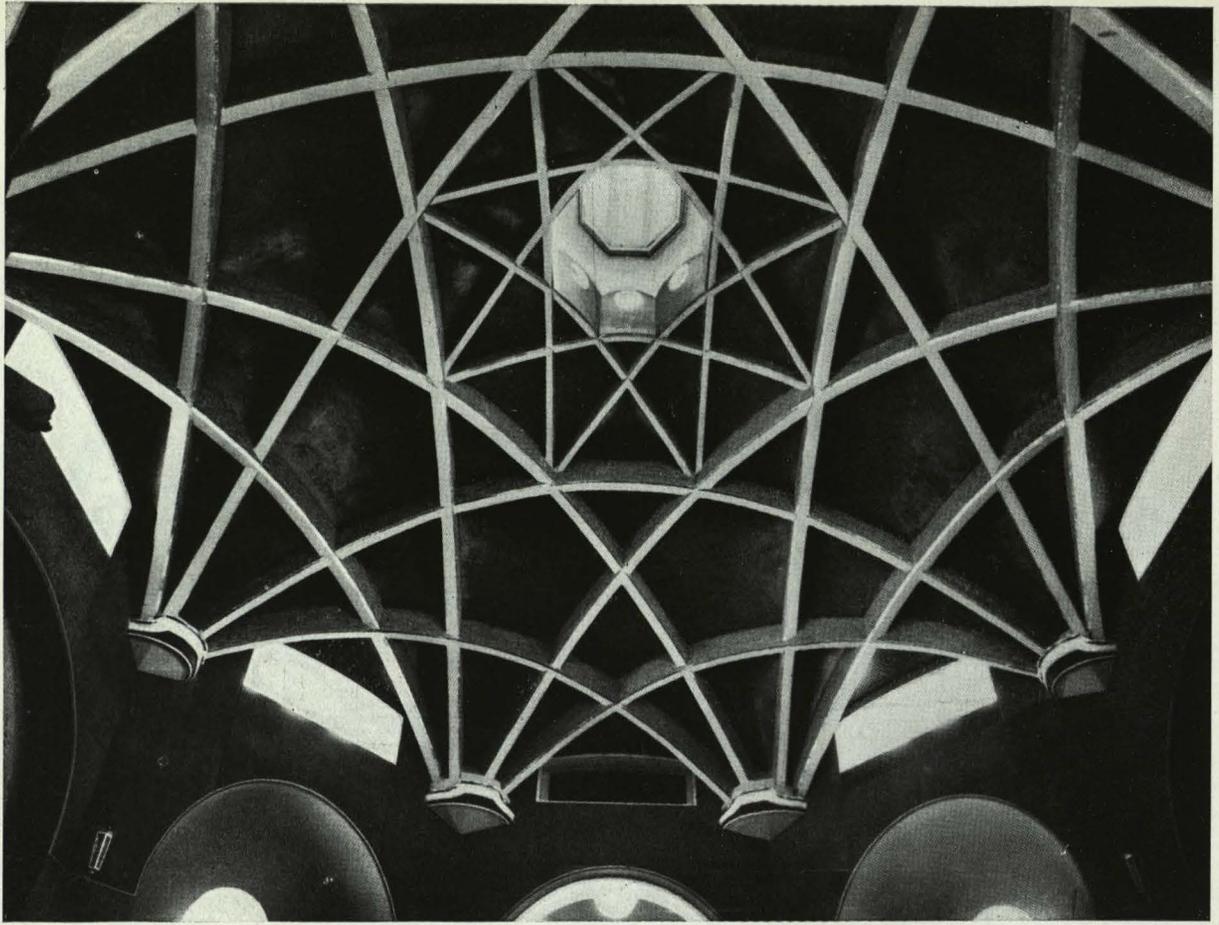
Los coeficientes de trabajo que se han adoptado han sido 10 kgs/cm² de compresión media en el ladrillo (que ha llegado, por descentramiento de carga, a 18 kgs/cm²) y tracciones en el hierro del zuncho de 1.000 kgs/cm². Los módulos de elasticidad, 60.000 en el ladrillo y 3.000.000 de kgs/cm² en el hierro (módulo aparente en el hierro hormigonado).

Como superficie previa se ha tomado el paraboloide elíptico $Z = \frac{x^2}{33,84} + \frac{y^2}{19,48}$, cuya elipse de arranque $\frac{x^2}{15,54^2} + \frac{y^2}{11,72^2} = 1$, es la definida por los ocho puntos de arranque de los arcos ($\pm 5,875 \pm 10,84$) y ($\pm 14,25 \pm 4,525$). Los arcos definitivos difieren muy poco de las secciones correspondientes de esta superficie.

La sección de cada arco se ha tomado constante en toda su longitud.

La deformación de tanteo, que también ha resultado muy próxima a la real, ha sido una dilatación esférica (homotecia) que transforma el zuncho en el zuncho dilatado en 1/3.000 y una contracción (homología) de centro en el eje de la bóveda, a 23,20 m. bajo el plano de arranque, y plano, el del zuncho; y en la que se corresponden los tercios del arco mayor y se transforma la longitud del mismo en la del arco comprimido.

Las secciones y directrices de los arcos definitivos son las que aparecen en los planos del proyecto.



*Vista de la bóveda y
sección de la misma.*

