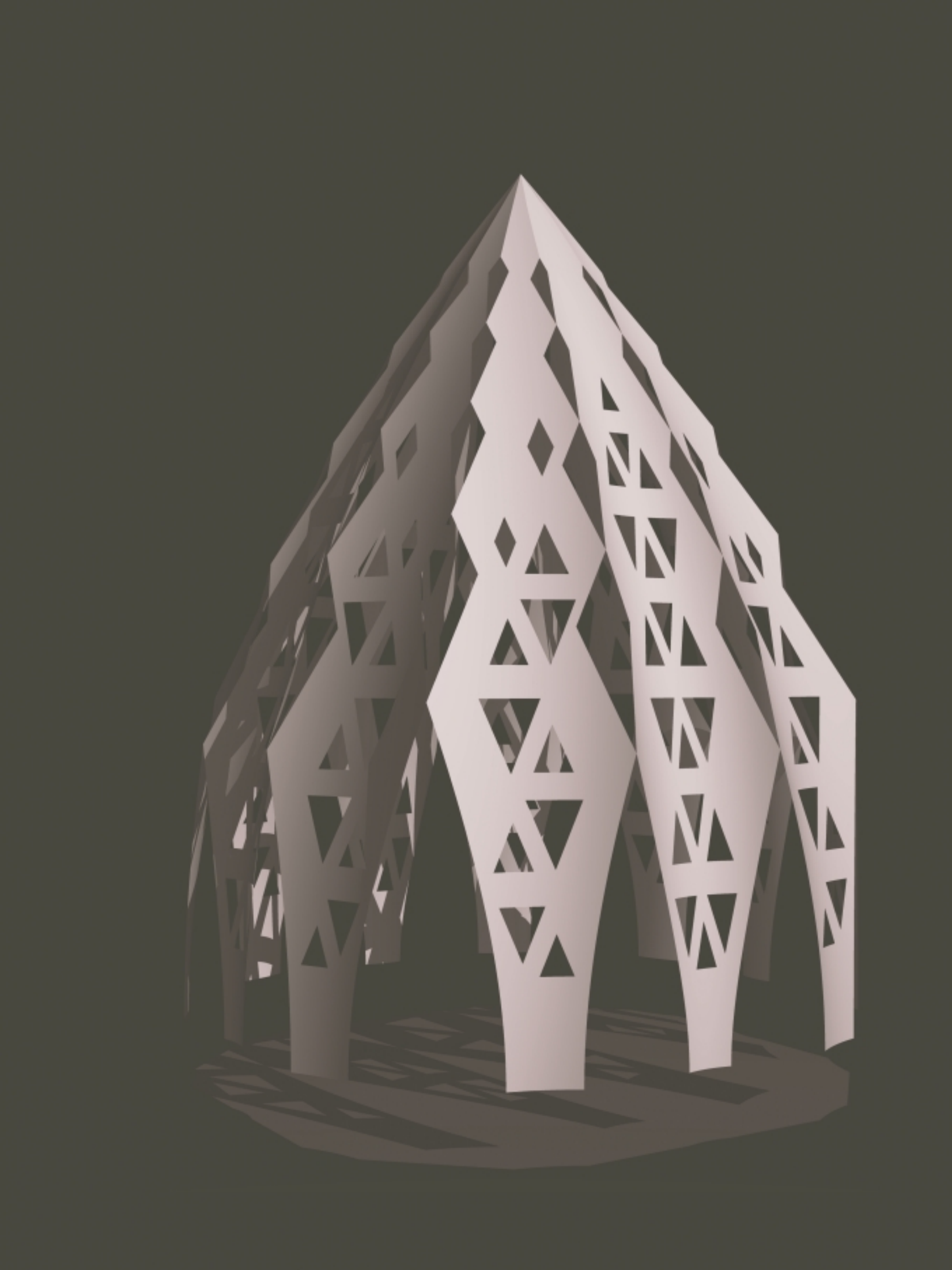


INTERSECCIÓN DE PARABOLOIDES



Entrada catenaria/parabólica del Palau Güell (fig. 1)



Arcos parabólicos de la entrada del colegio de las Teresianas (fig. 2)

Carles Buxadé
Joan Margarit

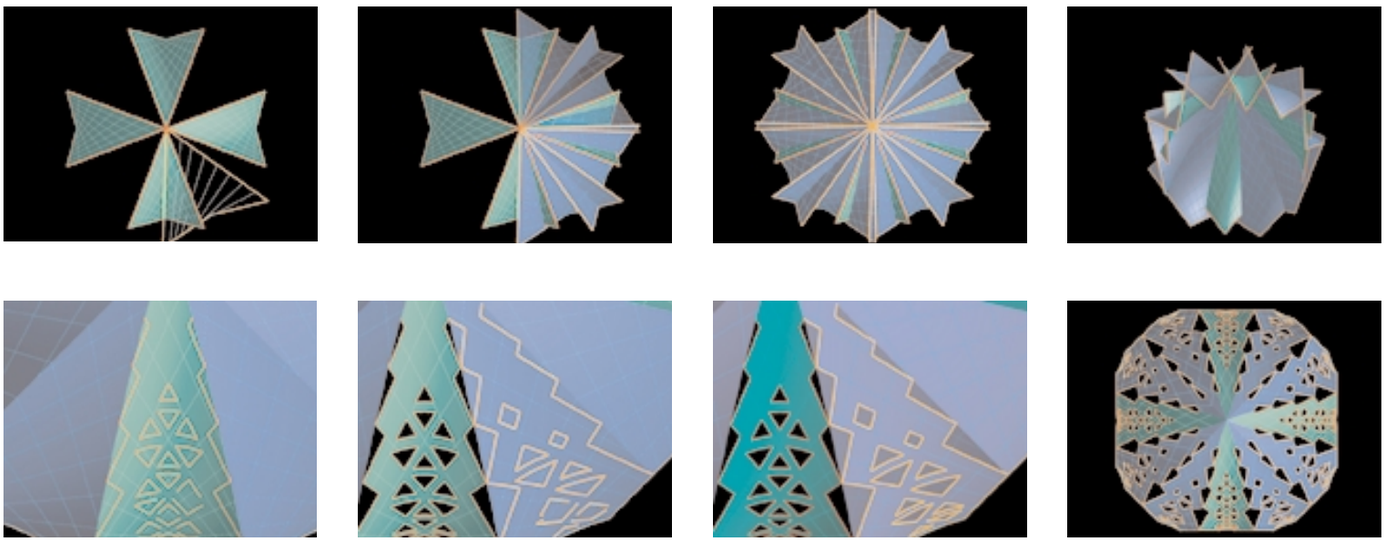
Las superficies que utilizó Gaudí para definir sus espacios arquitectónicos fueron, fundamentalmente, el plano, las superficies conoidales y diversas cuádricas: empleó los conjuntos de paraboloides hiperbólicos intersecados como cierres, los hiperboloides de una hoja para definir las aperturas para dejar entrar la luz, y los elipsoides para conformar elementos macizos, normalmente en los nudos y en los capiteles. También utilizó cilindros, conos y paraboloides de revolución. Si nos centramos en el caso de los paraboloides hiperbólicos, la irrupción de esos elementos en la obra de Gaudí coincidió con la inclinación del arquitecto por la reinterpretación del gótico.

En el Palau Güell (fig. 1) tenemos los arcos de los dos accesos, que se repiten en el exterior del recinto con variantes, siempre muy peraltados, en una simbiosis entre el potencial mecánico que aumenta al bajar los radios de curvatura y el indudable afán de originalidad. Esos arcos, como en el caso del colegio de las Teresianas y del Palacio Episcopal de Astorga (fig. 2), son elementos planos que configuran aperturas para atravesar muros, a veces por sí mismos (entradas al Palau Güell) o bien situados en combinación con las columnas para llegar al suelo a modo de alargamiento finísimo de la misma parábola (fig. 3).



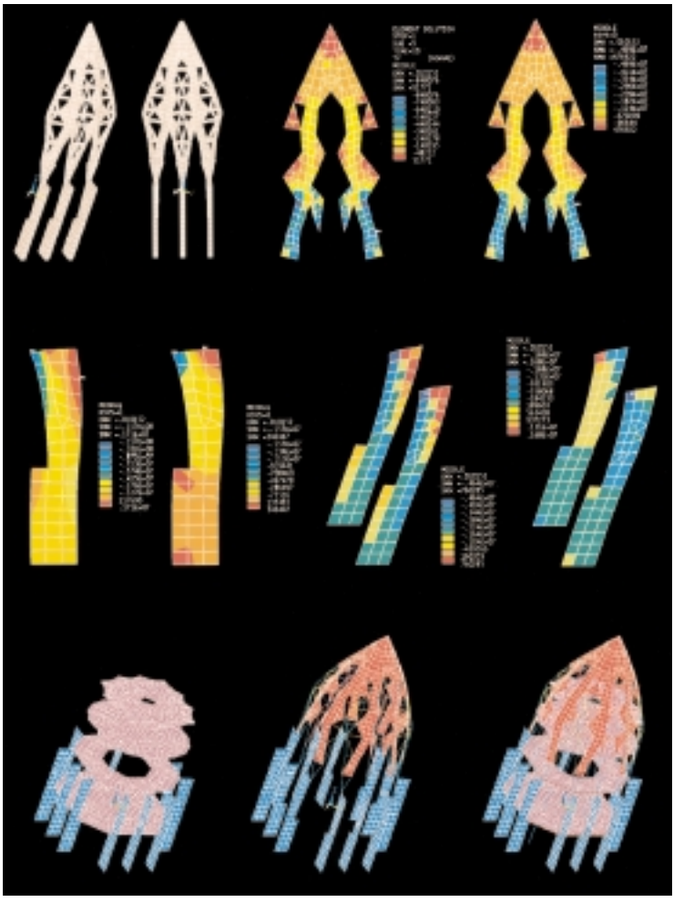
Arcos parabólicos sobre columnas del Palau Güell (fig. 3)

A la izquierda:
Modelización informática de la cúpula de la sacristía del templo de la Sagrada Família

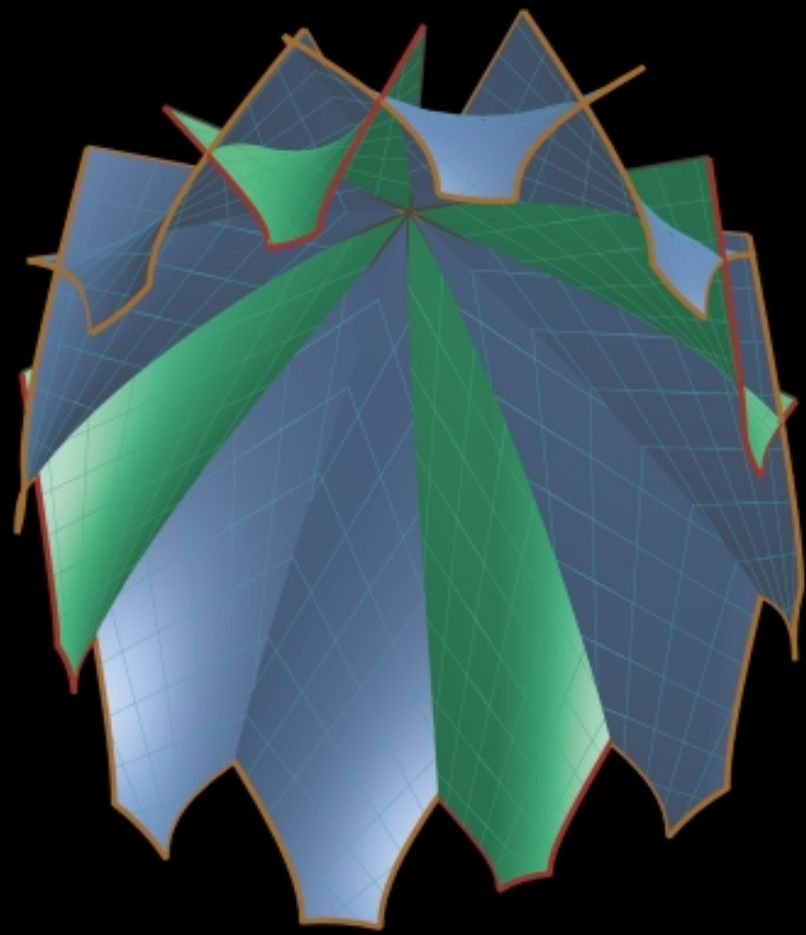


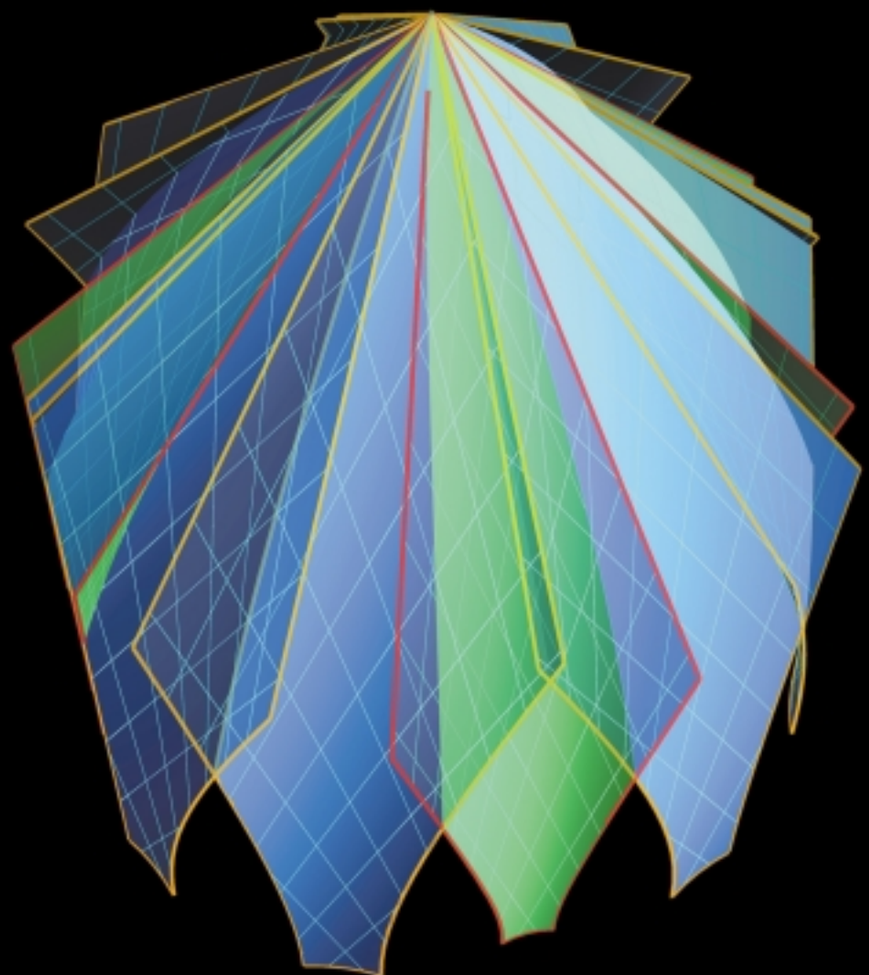
Secuencia geométrica de imágenes de conjunto de paraboloides hiperbólicos

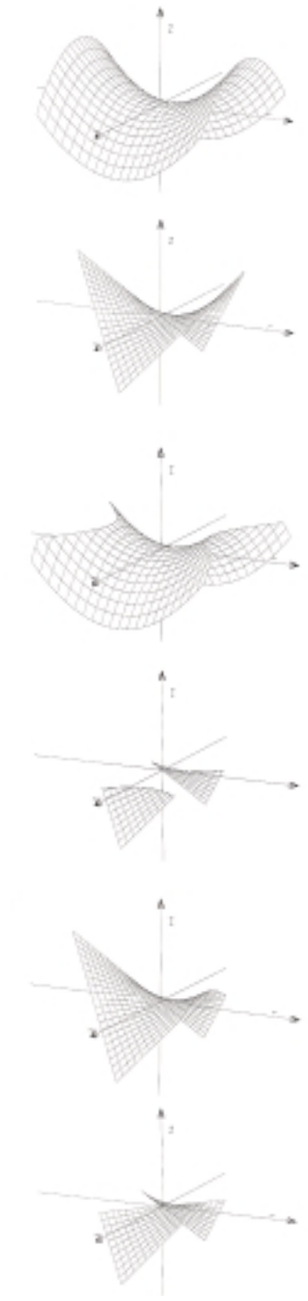
Conjunto de resultados obtenidos en el cálculo de una de las torres de la sacristía del templo de la Sagrada Família, utilizando el programa ANSYS (Fig. 6)



A la derecha:
Imagen geométrica sin intersecciones de los paraboloides hiperbólicos de la cúpula de la sacristía del templo de la Sagrada Família







Diferentes visiones del paraboloide hiperbólico y de sus secciones (fig. 7)

A la derecha:
Modelización informática de la planta y axonométrica de la cúpula de la sacristía del templo de la Sagrada Família

El continente espiritual que significó para Gaudí el movimiento modernista le liberó de la excesiva sumisión estilística, en este caso al gótico, y así pudo destinar sus energías a refrenar los excesos de los ritmos en movimiento para sujetarlos gracias a la geometría. Fue entonces cuando la propia geometría le llevó a desarrollar las curvas parabólicas con el fin de generar la cuádrica correspondiente, el paraboloide hiperbólico, y esa misma forma le llevó a desarrollar los soportes y los pilares inclinados siguiendo la dirección de las tangentes a las curvas correspondientes. En el caso de la Colònia Güell todas las resultantes inclinadas, las tangentes a los paraboloides hiperbólicos, se unen por medio de los muros, que estarán por fuerza torcidos y serán, por lo tanto, también paraboloides hiperbólicos.

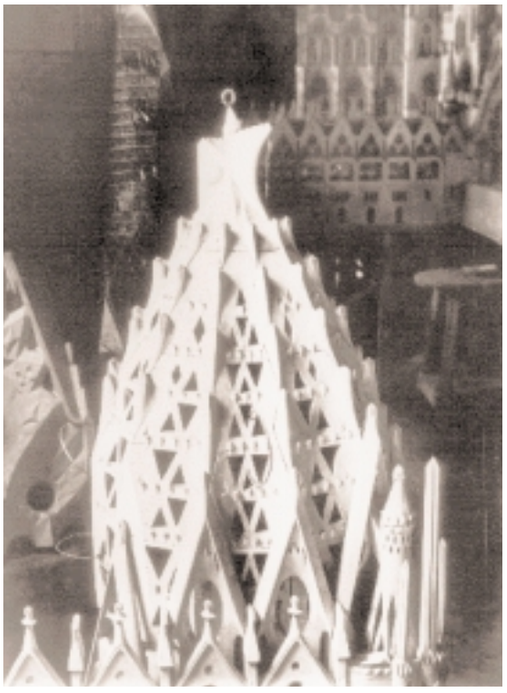
Asimismo, esa figura geométrica se incorporó de pleno a la obra más importante de Gaudí, la Sagrada Família, y resolvió todo el sistema de torres y cúpulas del templo (fig. 4). Con el paraboloide hiperbólico Gaudí descubrió un mundo de técnicas y ritmos espaciales que rompían con todos los ritmos y las soluciones rectilíneas habituales; también gracias a esa figura se alejó del punto del arco gótico y llegó a la plenitud de su libertad creadora.

El primer resultado de esa evolución gaudiniana en la Sagrada Família fueron las cuatro torres del Nacimiento (fig. 5), formadas por paraboloides de curvaturas muy fuertes que por primera vez rompían con la torre rectilínea de gran altura que había pasado por el gótico, por el renacimiento y por el barroco sin originar ningún cambio geométrico de la importancia del que tratamos aquí.

Sin embargo, esas cuatro torres no son más que el principio del conjunto de 20 (12 de los Apóstoles, 4 de los Evangelistas, 1 de la Virgen, las 2 sacristías y la de Jesucristo) que proyectó Gaudí para el templo, todas ellas formadas por conjuntos de paraboloides hiperbólicos que se intersecan y que vacía rítmicamente con triángulos. Dos lados de uno de esos triángulos corresponden a dos de las generatrices, mientras que el tercero, el horizontal, es, lógicamente, la parábola que corresponde a la intersección propia de un plano con la superficie.

En el caso de las torres de las sacristías, la piel está formada por 12 paraboloides hiperbólicos, cuatro simétricos y ocho asimétricos, que definen una superficie resistente óptima, como pone de manifiesto el cálculo hecho con elementos finitos utilizando el programa ANSYS (fig. 6, p. 84). Precisamente, como se sabe, Gaudí proyectó las torres de las sacristías con mucho cuidado, ya que quería que sirvieran de ejemplo para el diseño de las demás.

Para mostrar las posibilidades de la macla entre los hiperboloides de una hoja, los paraboloides hiperbólicos y los planos, a continuación se indican las diferentes curvas que se definen al cortar esa cuádrica, el paraboloide hiperbólico, por diversos planos (fig. 7). En las figuras pueden observarse la riqueza y la variedad de las posibilidades de combinaciones y ritmos espaciales que permite el camino seguido por Gaudí, aunque, como ya se ha comentado, por falta de herramientas matemáticas y de dibujo solamente pudo utilizar las intersecciones por medio de las generatrices rectas de esas superficies.



Modelo de yeso construido por Gaudí de la torre de la sacristía del templo de la Sagrada Família (fig. 4)



Torres de la fachada del Nacimiento del templo de la Sagrada Família (fig. 5)

Nota. Desde el punto de vista geométrico, el paraboloide hiperbólico es una superficie reglada formada por una recta generatriz que avanza, siempre paralela a un plano, sobre dos rectas directrices situadas en planos diferentes.

C. B. Y J. M.

