

*Revista Nacional
de
Arquitectura*



Dirección General de Arquitectura



ESCUDO DE ESPAÑA, EJECUTADO A LA ACUARELA POR ALBERTO ACHA

ALBERTO DE ACHA Y URIOSTE

Una horrible desgracia nos ha privado, a los arquitectos de la Dirección General de Arquitectura en particular y a la profesión en general, de un excepcional compañero. Pocas veces las circunstancias permiten reunir en una persona la preparación cuidada, las condiciones naturales y la iniciativa afortunada que gozó Alberto Acha. Todo parecía estar dispuesto por la Providencia para lograr en él un profesional completo, un arquitecto, en el pleno sentido humano, cultural y social de la palabra.

En primer lugar, encontró las facilidades que la posición social y el desvelo de sus padres, los Marqueses de Acha, pusieron a su disposición para conseguir de él un hombre cristiano, un español preparado para servir a su Patria con la máxima entrega, y un profesional enamorado de su vocación. Para que nada faltara, contaba en la familia con la tradición de su abuelo materno, el ilustre arquitecto D. José Urioste, autor de numerosas e importantes obras en la capital.

En segundo lugar, sus cualidades personales pertenecían al grupo de las que más escasean entre nosotros: Profundidad de concepto y de intención, sin importarle el tiempo y el esfuerzo que esto le costara. Tesón en llevar adelante sus propósitos, facultades naturales de mando, derivadas de una gran seguridad en sí mismo y de una energía indomable en la ejecución de sus planes. Sentido lógico realista y meticoloso en el desarrollo de sus trabajos. Noble ambición de perfección, unida a una humildad de corazón atenta a frenar cualquier arrebato de carácter.

En tercer lugar, una preparación a través de la Escuela y de su ejercicio profesional, caracterizada por una marcha progresiva, segura y rápidamente consagrada, con éxito tan brillante como la obtención del primer premio en los importantes concursos del Ayuntamiento de Zaragoza y de la Delegación de Hacienda de Alicante.

Cinco años de actuación profesional es un plazo muy breve, y resulta sorprendente que en tan corto periodo de tiempo se haya podido definir su personalidad arquitectónica con vigor y claridad tan manifiestos. Esta personalidad se dibuja perfectamente en sus trabajos principales: Iglesia de San Ignacio en Madrid, proyecto de Ayuntamiento y Plaza Municipal en Zaragoza, proyecto de Delegación de Hacienda en Alicante y Salamanca, proyecto de Aduana en Vigo y estudios normativos realizados en la Sección de Urbanismo de la Dirección General de Arquitectura.

La Iglesia de San Ignacio en Madrid fué incendiada en la etapa republicana, y su reconstrucción es estudiada por Alberto Acha con la minuciosidad que puede verse en los planos que se acompañan. Nada queda sin plantearse: la disposición funcional de circulaciones, iluminación y acústica del local, valoración de los elementos litúrgicos, situación de los atributos de las provincias vascas en consideración a la Congregación establecida en ella, el simbolismo religioso en los puntos esenciales del templo. Todo desarrollado con el cariño y la escrupulosidad que revela ese confesonario, en que nada queda sin prever, para que el sacerdote pueda entregarse totalmente a su misión espiritual. El resultado es feliz, a pesar de que la obra se realizó con medios económicos modestos.

El proyecto del Ayuntamiento de Zaragoza, en colaboración con los compañeros Mariano Nasserre y Ricardo Magdalena, revela una madurez realmente extraordinaria en estos tres arquitectos a los dos años de dejar las disciplinas universitarias. Formas geométricas sencillas, disposición organizada de la planta, con preocupación por encajar el programa dentro de principios de jerarquía, ambiente estético conseguido por el ritmo de los huecos enmarcados en líneas sencillísimas, a la manera de la vecina Lonja; incorporación a la localidad trabajando la fachada con ladrillo, material típico de la ciudad, y el desarrollo minucioso, desde el planteamiento del conjunto hasta la resolución del último detalle constructivo o decorativo.

Después de esta colaboración hace los concursos de Alicante, Salamanca y Vigo, y en ellos se manifiestan análogas características, definidas por su sentido orgánico de la composición en planta, que enlace en una idea única el funcionamiento de la distribución y el esquema constructivo; un anhelo de perfección a base de no renunciar a nada que aporte un valor positivo a la obra, deduciendo en cambio valores estéticos del desenvolvimiento lógico del planteamiento general.

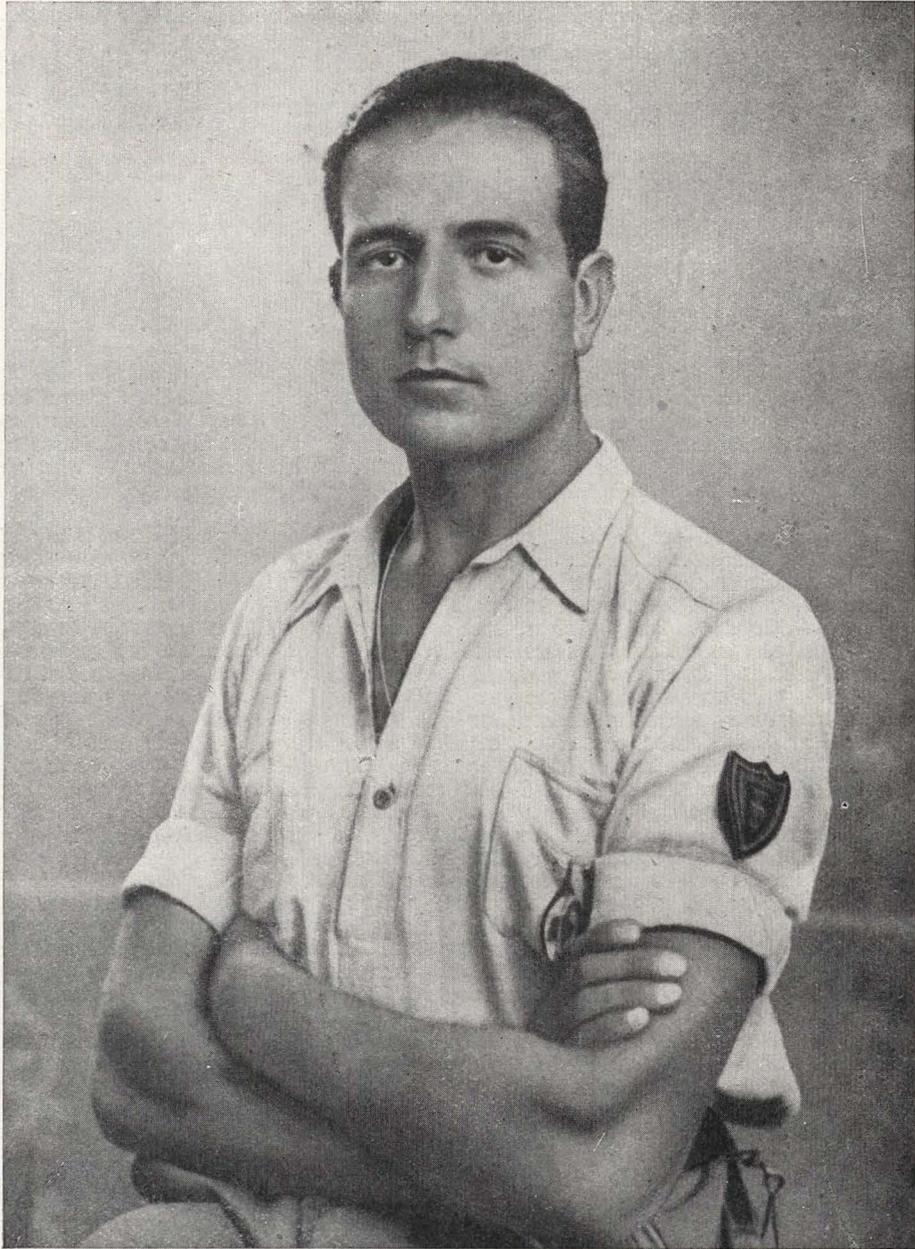
Con tan profundas y verdaderas raíces cimentadas en un corazón tenaz y ambicioso, ¡qué frutos no hubiéramos podido esperar! Duele pensar que la muerte haya podido malograr tan cruelmente una promesa tan cierta de fecundidad profesional, y solamente cabe consuelo por la fe religiosa, que nos lleva a un fin superior al de este mundo, tan frágil y esquivo a las ilusiones más firmes.

Que Dios le haya concedido su Misericordia y su Gloria y le permita asistirnos en sus mismas preocupaciones con tenacidad y competencia semejantes a las suyas y así podamos recuperar parte de la pérdida inmensa de su vida malograda. No podemos menos de expresar una vez más nuestra continua asistencia afectuosa a sus desconsolados padres; la magnitud de su desgracia nos crea a los compañeros de sus hijos una obligación filial que cumpliremos en todo momento.

SUMARIO: *Alberto de Acha y Urioste:* Ejercicio de oposición a la Dirección General de Arquitectura. Tema: Iglesia Catedral de Madrid. Reconstrucción y reforma de la Iglesia de San Ignacio (Madrid). Perspectiva de la reconstrucción de la Iglesia de Guadalupe de la Sierra. Ayuntamiento de Zaragoza (en colaboración). Delegaciones de Alicante y Salamanca. Organización teórica de un distrito de 100.000 habitantes. *Félix Sánchez de Sopranis Favraud:* Las medidas castellanas en las reglas del trazado, con un preámbulo de Luis Moya. Parroquia del Santo Angel Custodio (Valencia). Arquitecto, *Pablo Soler Lluch.* Estudio de la viga Vierendeel, por *Javier Lahuerta*, arquitecto.

SECCION EXTRANJERA.—Planificación y construcción en los Estados Unidos, por *Alfredo Roth.*

Bibliografía y Noticiario.



ALBERTO DE ACHA Y URIOSTE

Nació en Madrid el 31 de marzo de 1913.

Se educó en el Colegio del Pilar (Marianistas).

Título de Bachiller el 17 de febrero de 1930.

Ingresó en la Escuela de Arquitectura en 1930.

Título de Arquitecto el 15 de marzo de 1940.

Primer Premio del Ayuntamiento de Zaragoza en 1941.

Arquitecto escolar de la provincia de Vizcaya.

Arquitecto por oposición de la Dirección General de Arquitectura en 1942.

Primer Premio del Gobierno Civil de Alicante en 1945.

Falleció el 10 de septiembre de 1945.

curar a los fieles una luz suficiente, a ser posible solar. Por eso, los huecos de la nave se rasgan lo posible; las cristalerías blancas de vidrio impreso permiten el paso a un máximo de luz, y, situadas casi al exterior del muro, se dispone en el grueso de éste una sencilla celosía de tabiquillos verticales y horizontales que, como bambalinas, evitan el deslumbramiento. Por lo mismo se tabicarán tres de las ventanas del ábside, que nos darían un efecto de contraluz, que en este caso se debe evitar. Conservamos, sin embargo, las dos laterales, con las que se pretende conseguir una luz suave. En cambio, por medio de cinco lucernarios situados en el transepto, encima de la nave mayor, procuramos en todo el frente de la cabecera luz directa, aunque oculta para los fieles.

Alumbrado eléctrico racional.—Hay que conseguir una iluminación que, por ser directa, proporcione el rendimiento máximo, evitando el deslumbramiento y todo efecto teatral.

Es lógico y de efecto natural que si la situación de las ventanas es buena, del mismo sitio proceda la luz artificial. Esto se hace en el transepto, colocando focos inmediatos a los lucernarios, que iluminan la cabecera. En la nave mayor el problema es más difícil, porque se trata de ocultar los proyectores, resolviéndolo mediante los escudos de las Provincias Vascongadas, que los ocultan en el follaje que les sirve de marco. Otros focos se disimulan en las coronas y envían suave luz hacia el techo.

COMPOSICION ARQUITECTONICA.—*Acuerdo con la función cristiana del templo y esencia española.*—La arquitectura debe procurar un perfecto funcionamiento, no sólo material, sino también espiritual, disponiendo el ambiente adecuado a los actos que en la iglesia se celebran.

Es la iglesia lugar consagrado para reunión del pueblo con objeto de rendir culto a Dios, porque Jesucristo baja a ella y en ella habita.

La casa de Dios ha cambiado con las ideas de las épocas, no tanto porque unas sean de más espíritu cristiano que otras, cuanto porque la sensibilidad y los procedimientos de expresión son diferentes.

Las ideas que han influido en la concepción de este proyecto se deducen de los textos sagrados relacionados con los actos que en el templo cristiano se celebran y con la dignificación y simbolismo que le dan.

Conjunto.—Es ante todo el templo cristiano símbolo del edificio espiritual de la Iglesia; es decir, del cuerpo mis-

tico del cual es Cristo la cabeza y los fieles forman la fábrica, que son "piedras talladas por las pruebas y el dolor" (*Visperas*). Por eso se debe hacer un conjunto unido en planta y en alzado como un cuerpo y con la jerarquía que en él existe. De aquí la trabazón de las cubiertas entre sí, y el dominio en alzado de las cabeceras y su enlace suave con la nave, evitando el efecto de escenario, porque los fieles no son espectadores, sino actores, según San Agustín: "Toda la asamblea redimida (sociedad de Santos) es el Sacrificio Universal, siendo ofrecido a Dios por el Gran Sacerdote, que por nosotros se ofreció en su Pasión."

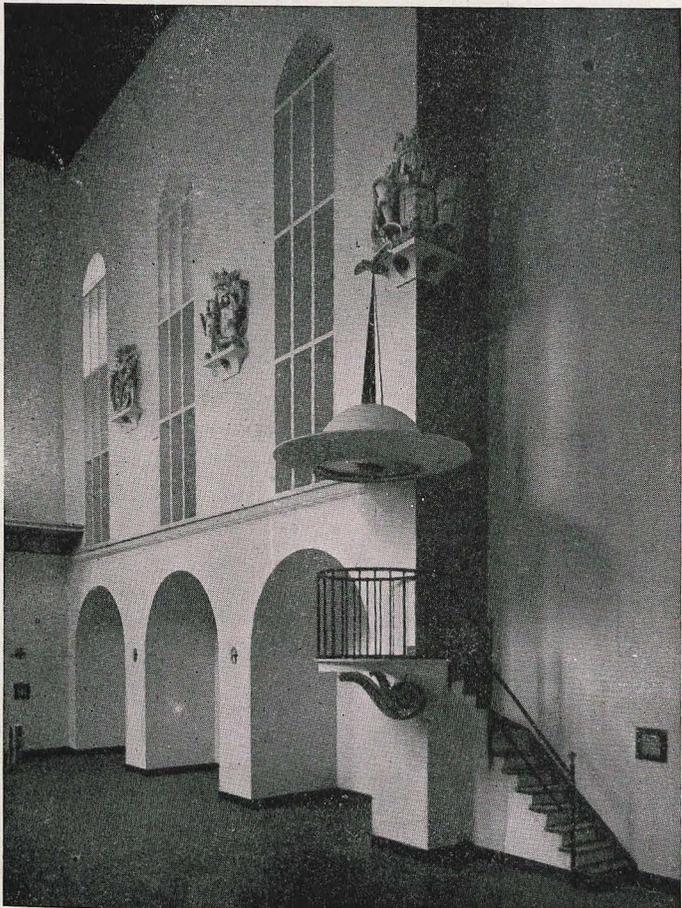
Ingreso.—La misa de dedicación de una iglesia empieza con las palabras: "Terrible es este lugar porque es Casa de Dios, Puerta del Cielo y Palacio de Dios (*Introito*). Por esto, el carácter de semifortaleza que tiene la fachada no está del todo desacertado. Sin embargo, el efecto, un poco imponente, se debe acentuar en la cancela del sotacoro, que contrastará en su pequeñez con la gran altura de la nave, persiguiendo la sensación de acuerdo con el *Gradual*: "Este es el lugar hecho por Dios de impenetrable misterio". Lo mismo se consigue con las celosías de los ventanales.

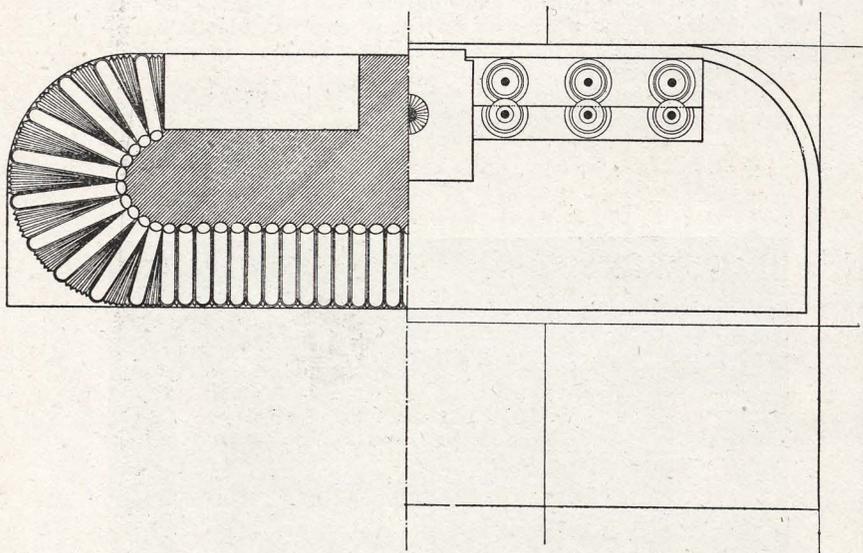
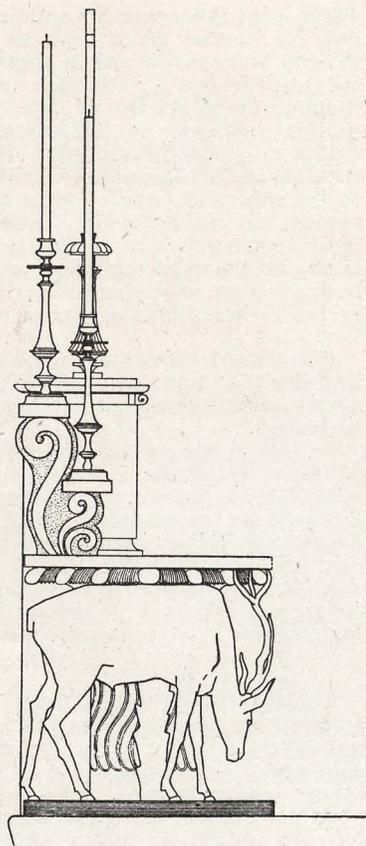
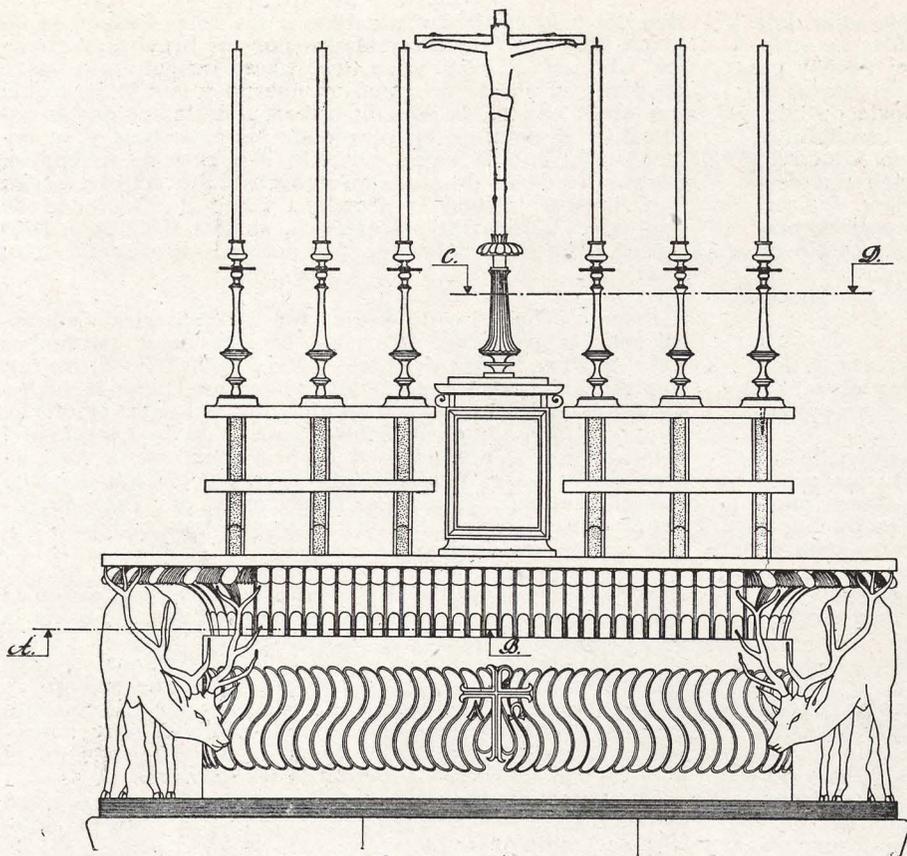
Nave.—San Juan, en el *Apocalipsis* (Epístola), ve en la iglesia material el símbolo de la celestial Jerusalén, de la cual no es más que el atrio. Por eso, la nave se parece en cierto modo a un atrio rodeado de pórticos, a cuya sombra se acogen los fieles para recibir el sacramento de la penitencia, y ya que es "lugar hecho por Dios exento de toda mancha" (*Gradual*), parece también muy a propósito la colocación de las pilas de agua bendita en el pórtico y el total encalamiento de las paredes.

El encasetonado del techo formará un fondo oscuro análogo al de las basílicas primitivas y a nuestras iglesias de tradición mudéjar.

El aspecto majestuoso, como salón del trono del "Palacio de Dios" (*Introito*), se ha buscado en el transepto que, a modo de un dorado dosel gigantesco, cobija al altar, muy a la española, ya que nuestros retablos medievales son una alta pared en que las imágenes se incrustan como en un tapiz sin centro y quedan degradadas a menos ornamentos. Al mismo tiempo, componiendo los retablos de los tres altares como un fondo único, se expresa plásticamente el antiguo lema de la Real Congregación: "*Irurat-Bat*" (las tres en una).

El aspecto majestuoso se acentúa por las notas heráldicas de la nave.





cortinillas del conopeo para cuando haya reservado. Se eleva con sus graderías como "roca sobre la que se asienta la Casa del Señor" (*Visperas*). También está de acuerdo con el salmo 83, que dice: "El pajarillo halló un hueco donde guarecerse, y anidó la tórtola para poner sus polluelos: Tus altares, oh Señor de los Ejércitos, oh Rey mío y Dios mío".

Con el fin de evitar el redondeamiento de la tapa del altar por delante, que produciría una mala colocación de las sábanillas, y para simbolizar la importancia del altar, origen de la Gracia, se colocan los ciervos, de acuerdo con el salmo: "Como el ciervo que suspira por las fuentes de aguas vivas, así mi alma suspira por ti, ¡oh Señor!"

PULPITO.—Teniendo en cuenta que el predicador está asistido por el Espíritu Santo, se ha colocado la representación de éste en forma de paloma, de la cual parte un haz de rayos dorados que, como una flecha, remata el tornavoz; cuya concha interior se iluminará, proporcionando una luz indirecta al predicador.

ALTAR MAYOR.—El sacrificio de la misa se celebró primitivamente sobre sepulcros de mártires en las catacumbas. Los sepulcros de los primitivos cristianos se distinguían por su decoración de estrigilis, y sobre ellas el crismón (iniciales griegas de J. C.); en algún caso, en sus extremos labraban leones. El tema de las estrigilis significaba que el difunto había muerto por la fe, ya que por su forma recordaban las hoces con las que los gladiadores del circo se limpiaban el polvo después de la lucha.

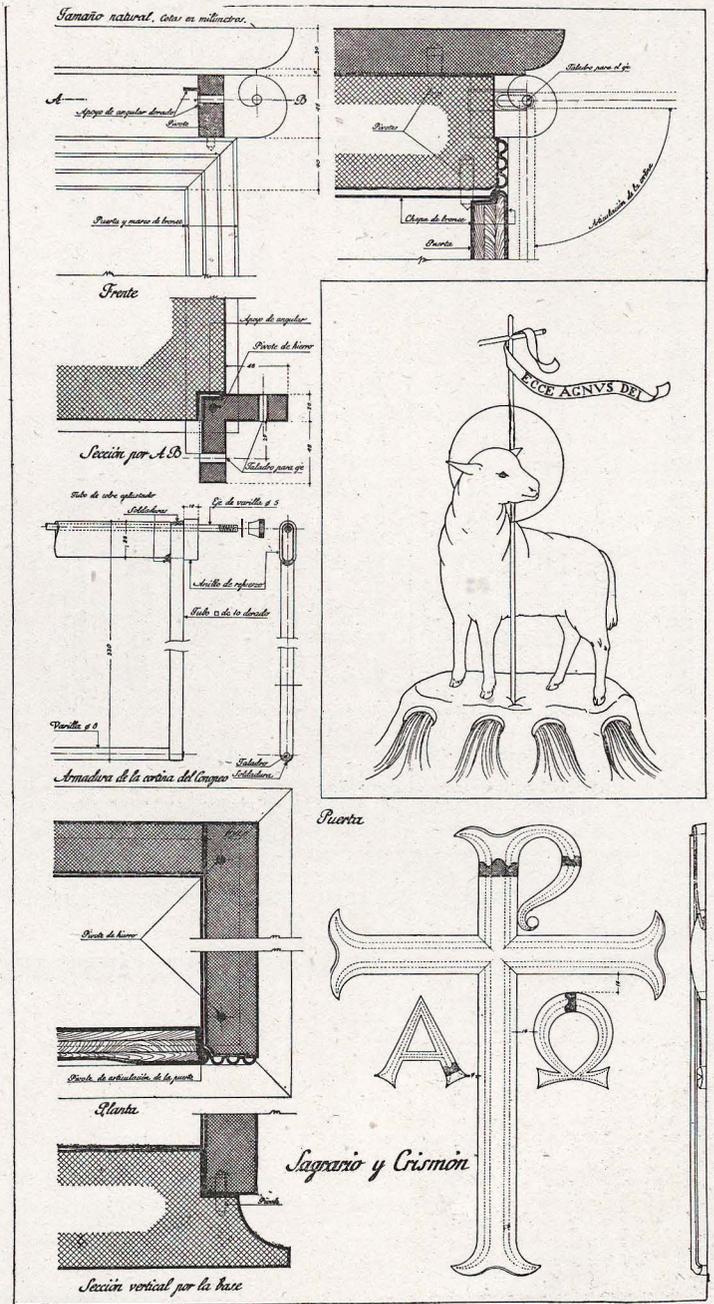
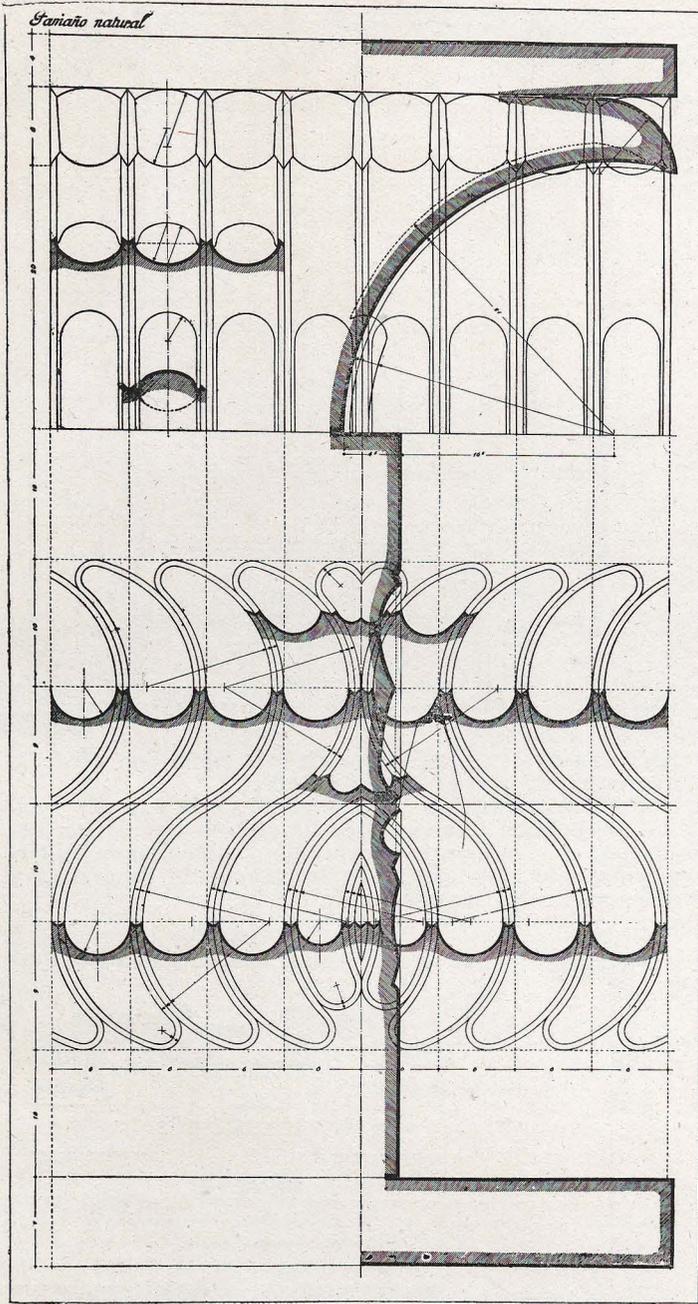
El sarcófago cristiano ha servido de base para la concepción de este altar. Nada más a propósito, ya que el ara contiene cenizas de mártires que mezclaron su sangre con la de Cristo. Por lo que de fecunda tiene la muerte del mártir, del sepulcro nacen temas vegetales que simbolizan todo el sentido espiritual y fecundo de la muerte por Cristo.

La mesa o ara propiamente dicha es lo que debe dominar; por eso se ha tendido a disminuir la masa de las gradillas, que no tienen razón litúrgica de ser. Al mismo tiempo se destaca mucho más el sagrario, que debe quedar como sobrepuesto. En él se prevé la colocación de las

LA ADVOCACION.—Se debe tener en cuenta la advocación en cuyo honor está edificado el templo, porque es para nosotros un estímulo y un ejemplo. Glorificamos en estas obras maestras la obra de Dios. En la misa unimos la memoria de los Santos a la de Jesús, porque son miembros del Cuerpo Místico que mezclaron sus trabajos y su sangre con la de Jesús, y de aquí el ara con reliquias de mártires.

El problema artístico consiste en conseguir un ambiente que disponga el ánimo a sentir con el espíritu de la advocación, que en esta Iglesia sólo ligeramente se debe acusar, ya que aunque San Ignacio de Loyola es bien representativo del espíritu concentrado y del carácter activo de los vascongados, no debemos concederle una preponderancia absorbente sobre los otros Patronos.

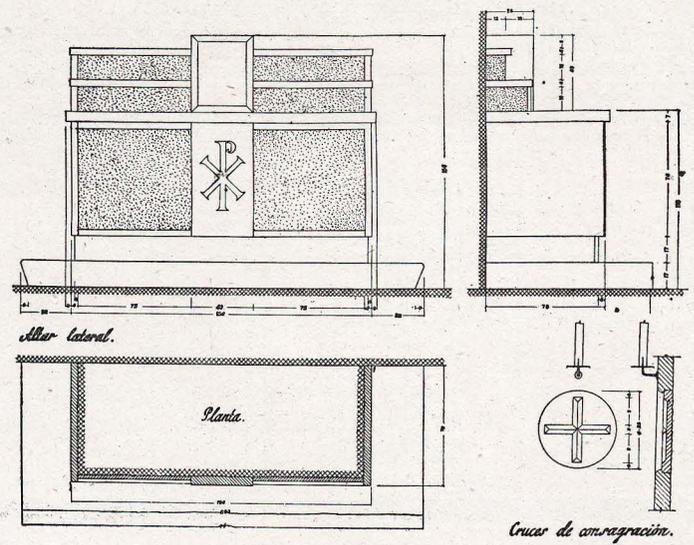
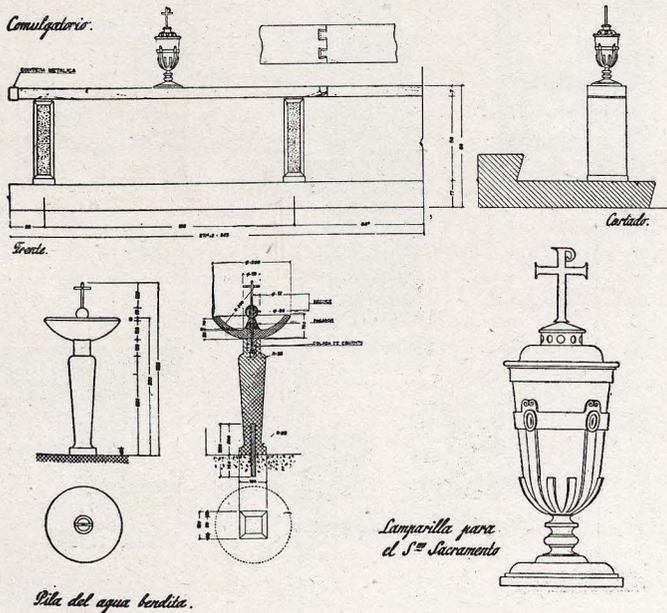
Es sin duda de espíritu ignaciano; es decir, opuesto a la Reforma (que producía edificios concentrados por múltiples ejes, expresión de egocentrismo, que da la libertad de interpretar) la unidad de dirección de todo el edificio, marcada por la composición general, por las penetraciones de las bóvedas, por la posición de altares e imá-

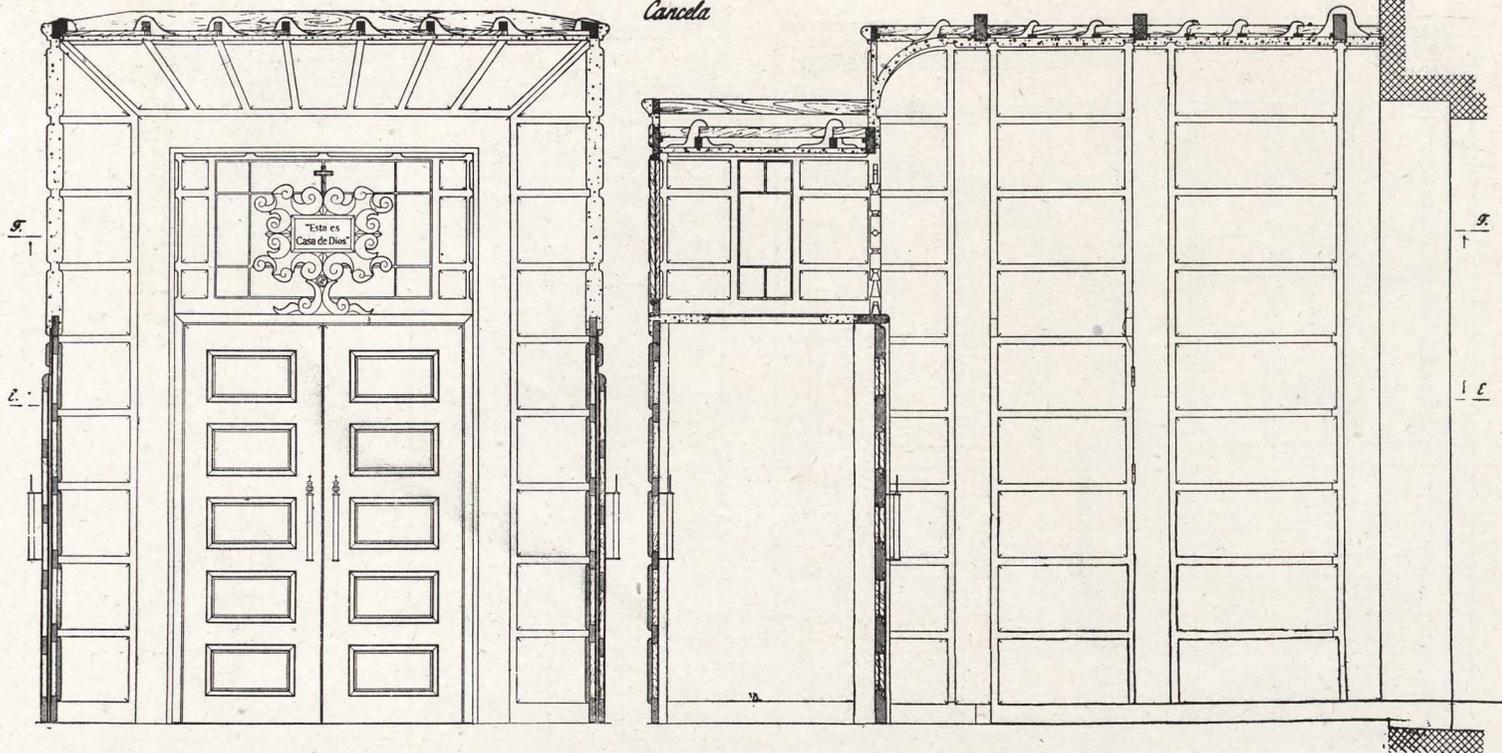


genes e incluso por la acentuación de ciertas líneas del encasetonado y la imposta de la nave, que dirigen y concentran la atención hacia el punto de fuga.

Se ha estudiado el mobiliario, altares, imaginería, candelaría y demás detalles de la Iglesia de San Ignacio de

Loyola con toda la seriedad que el tema merece, basándose en la tradición artística, en la limpieza y en las normas y procedimientos de construcción más modernos, prestando en todo la mayor dignidad dentro de una siempre recomendable sencillez.



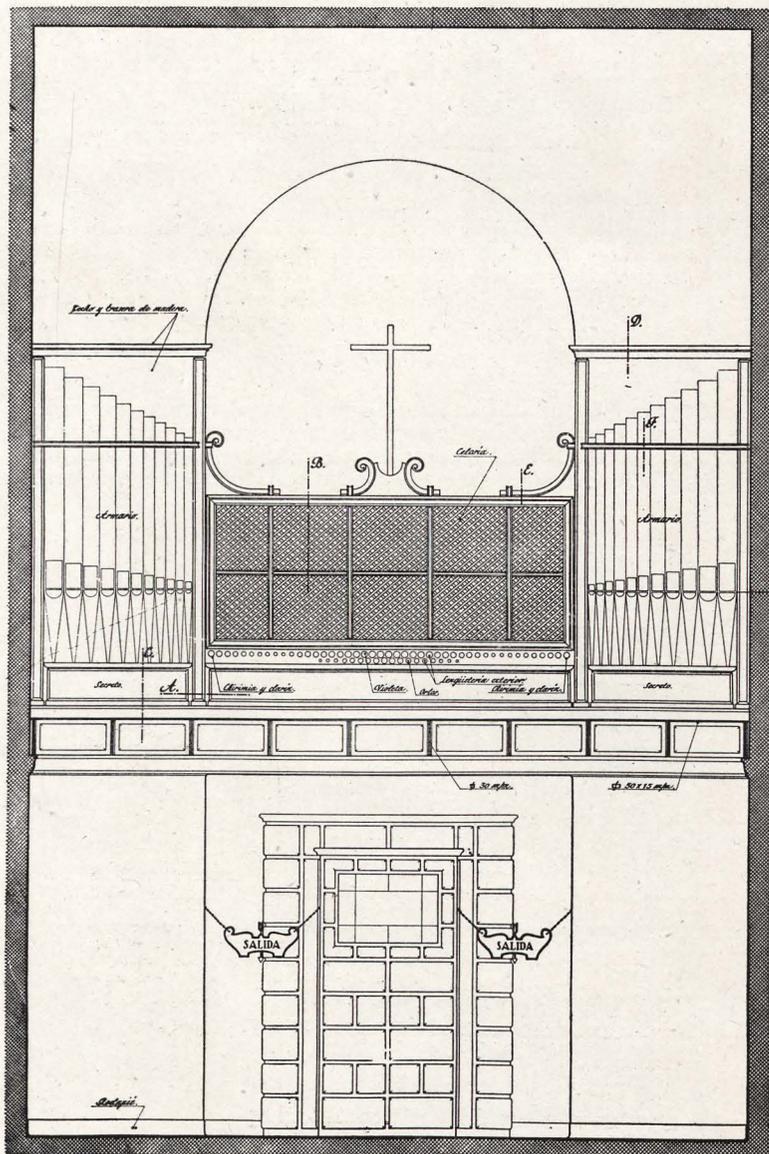


CANCELA.—En esta zona se debe preparar en las debidas condiciones de limpieza material y espiritual la entrada del templo, que se aísla del exterior por dos espacios sucesivos cada vez más pequeños, para conseguir impresionar y concentrar el ánimo con ayuda de la cartela que nos indica el lugar en que estamos. En segundo término se aumenta la impresión de elevación o ensan-

chamiento al comparar su pequeño tamaño con el de la nave entrando por el centro de ella.

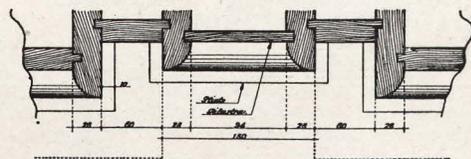
Se quiere resolver la simultaneidad de la entrada y salida por puertas diferentes, facilitando la circulación debida por una destacada decoración y dificultando la circulación defectuosa por el enmascaramiento decorativo y entorpecimientos materiales.

cancela 1:25

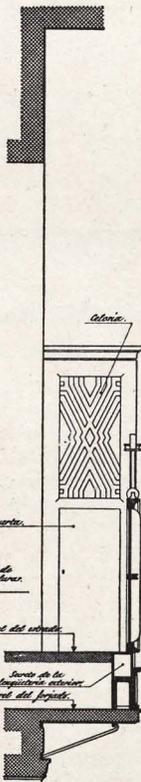


Alzado.

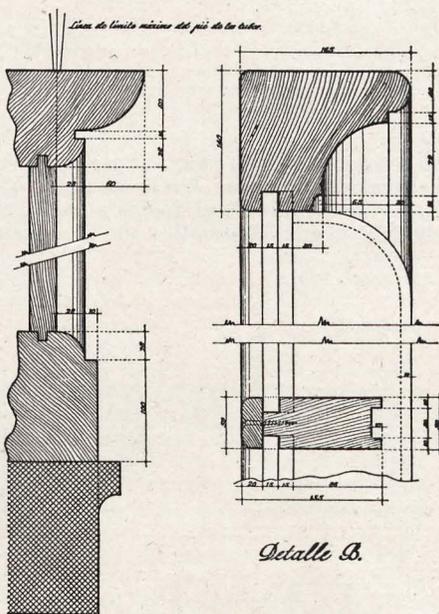
Detalles.
A mitad de tamaño natural y acotados en milímetros.



Detalle A.

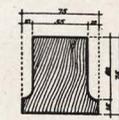


Sección.



Detalle B.

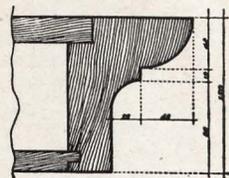
Detalle C.



Detalle E.

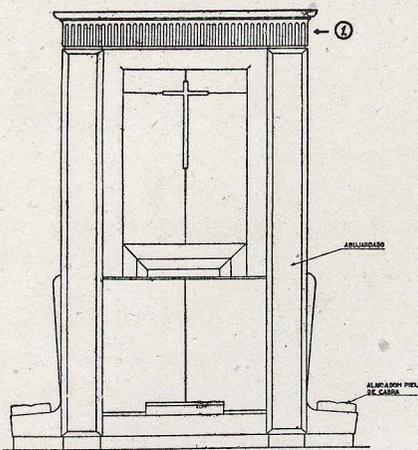


Detalle F.

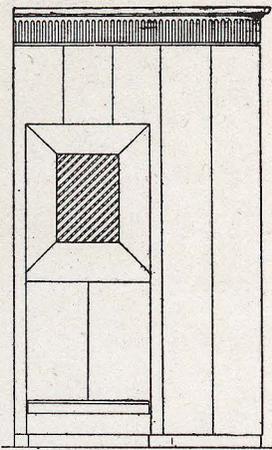


Detalle G.

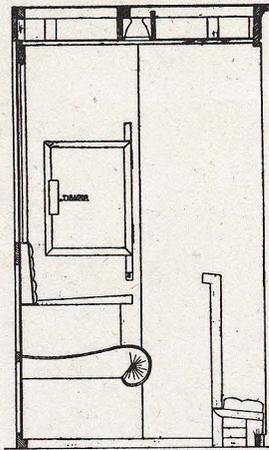
Escala 1:10.



Fronte.

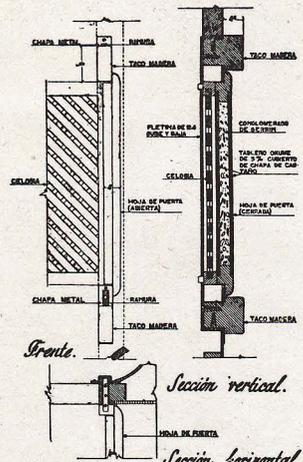


Costado.



Sección A. B.

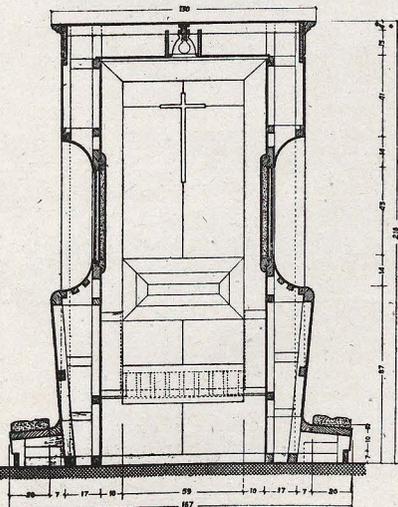
Detalles de las ventanillas.



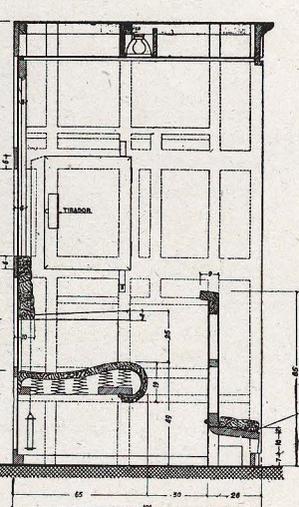
Fronte.

Sección vertical.

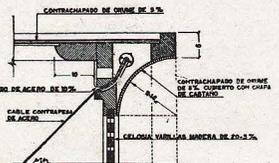
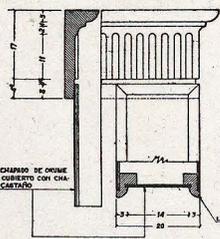
Sección horizontal.



Sección C. D.

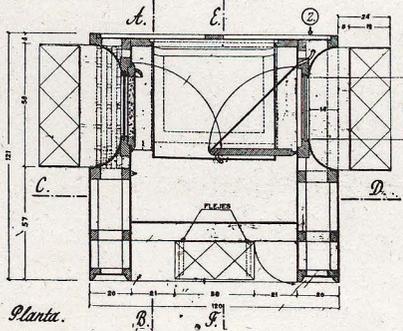


Sección E. F.



Detalle ②

Detalle ① Escala de detalles 1:5.

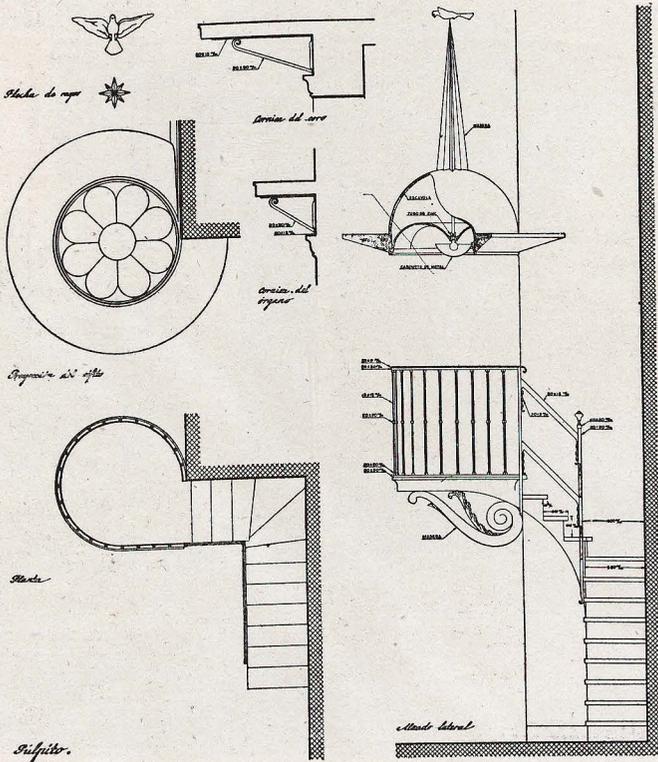


Planta.

CONFESONARIOS A LA ESPAÑOLA.—Decimos así, porque en ellos se admite francamente la posibilidad de confesarse al hombre por delante, de acuerdo con nuestra costumbre.

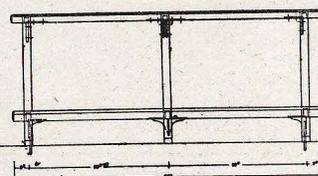
El confesionario, en esencia no es más que un sillón para el ministro del Señor y un reclinatorio para el penitente, separados por una rejilla, exclusiva en España para

las mujeres. De acuerdo con esto, se da toda la importancia al lugar ocupado por el sacerdote, se evita la escucha por protecciones laterales de los penitentes; doble pared y cierre hermético y automático de las ventanillas, que sólo pueden permanecer abiertas cuando se confiesa a través de ellas.

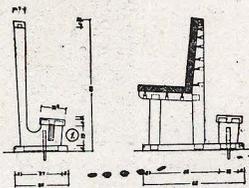


Escala 1:10.

Bancos.

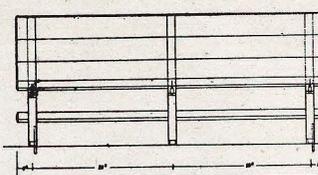


Primero.

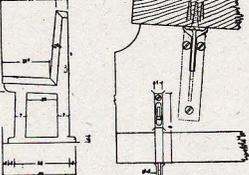


Primero.

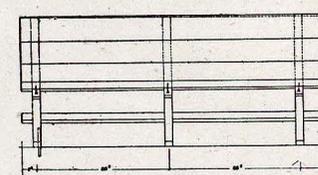
Intermedio.



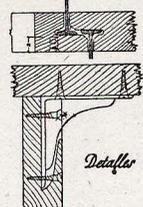
del Transepto.



Último.

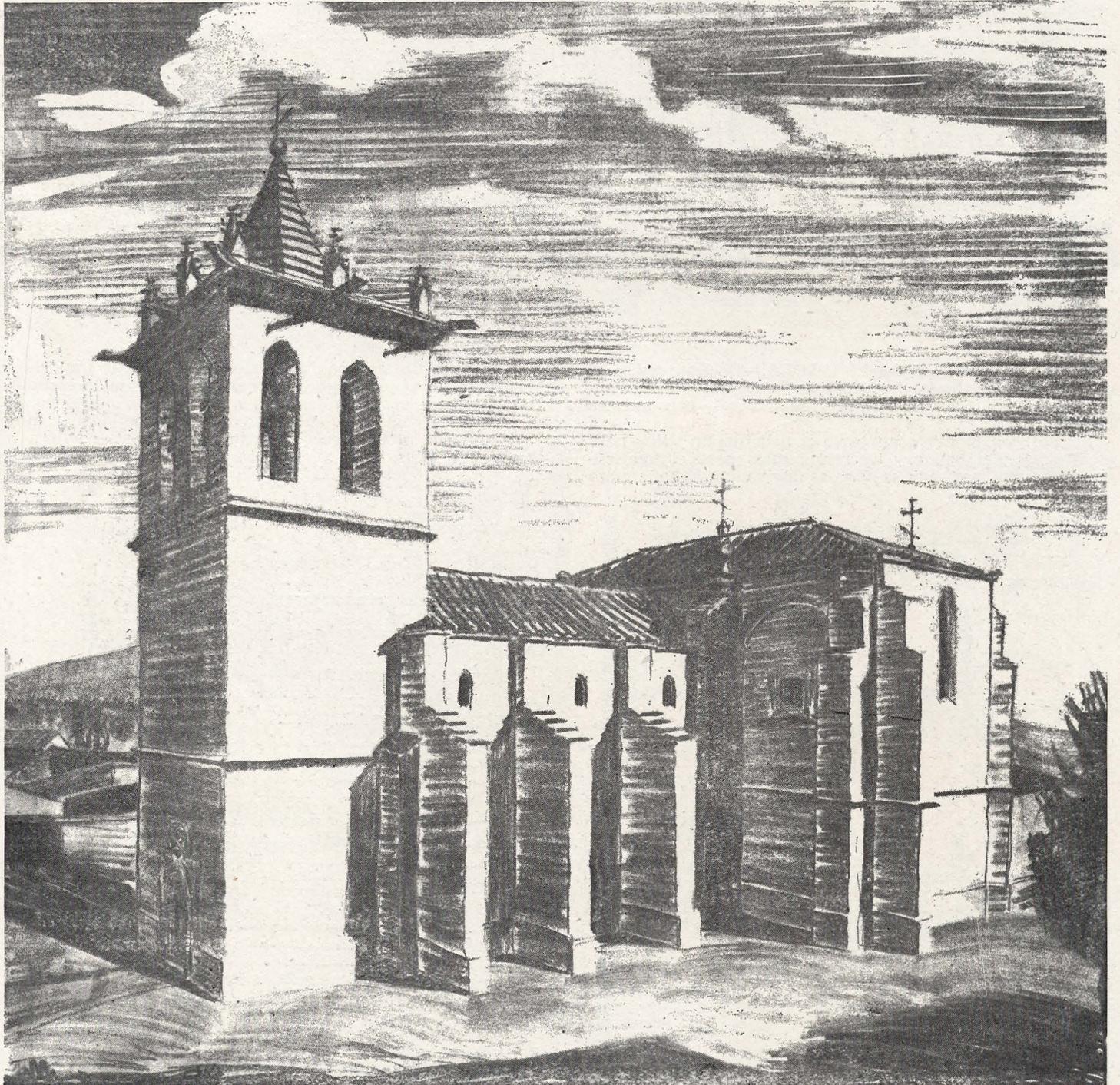
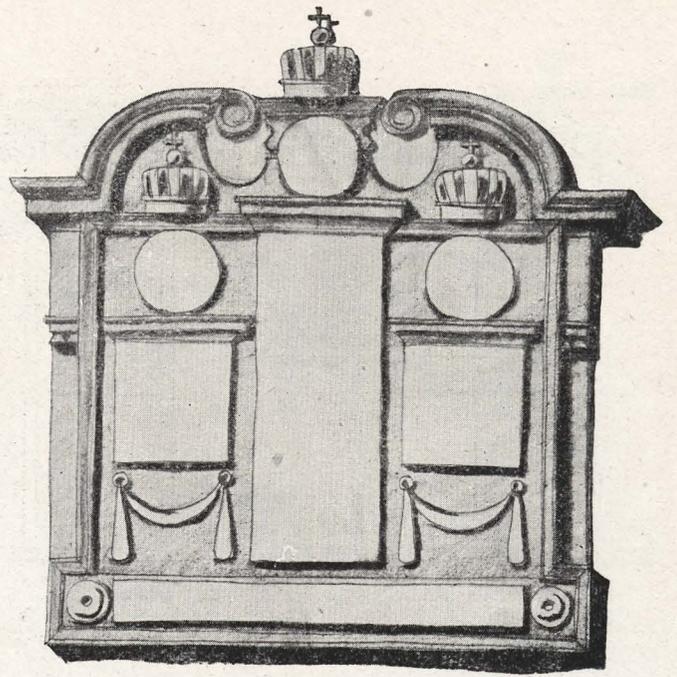


de la Nave.

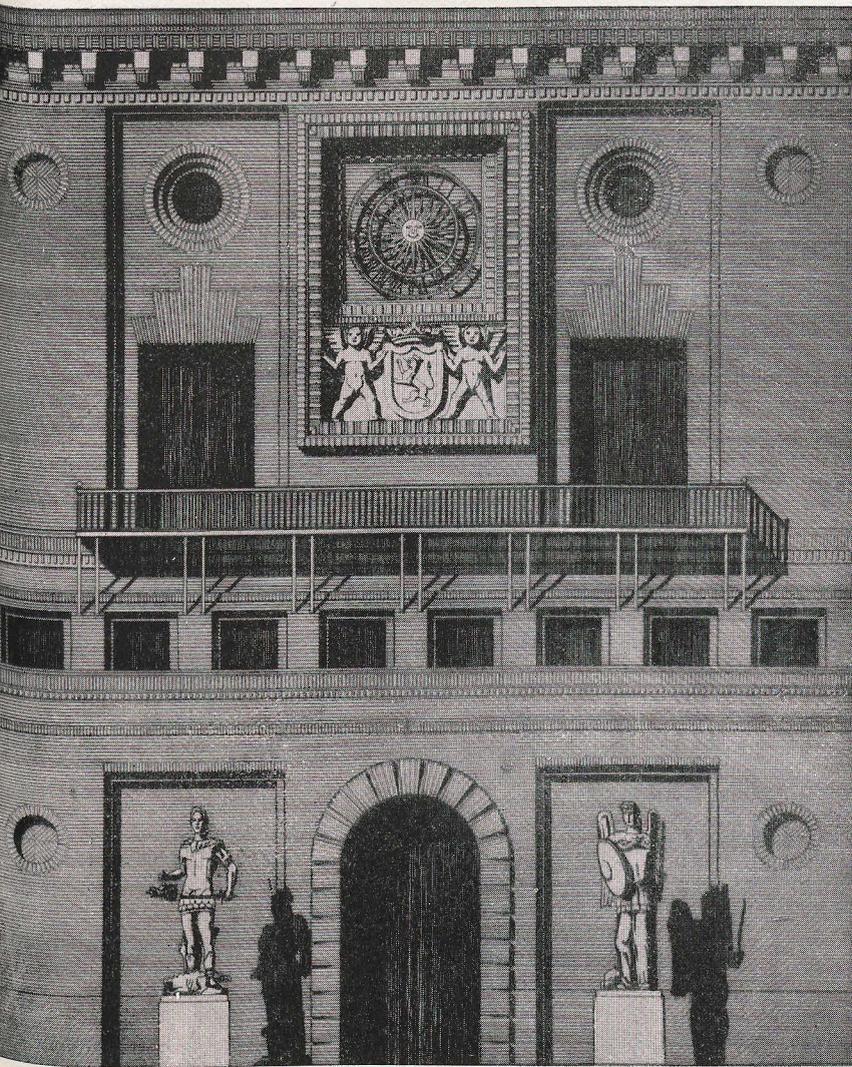


Detalle ①

Boceto de la lápida en honor de los Caídos de las tres Ordenes Militares de Calatrava, Alcántara y Montesa, para ser colocada en la Sala Capítular de la Iglesia de Calatravas.

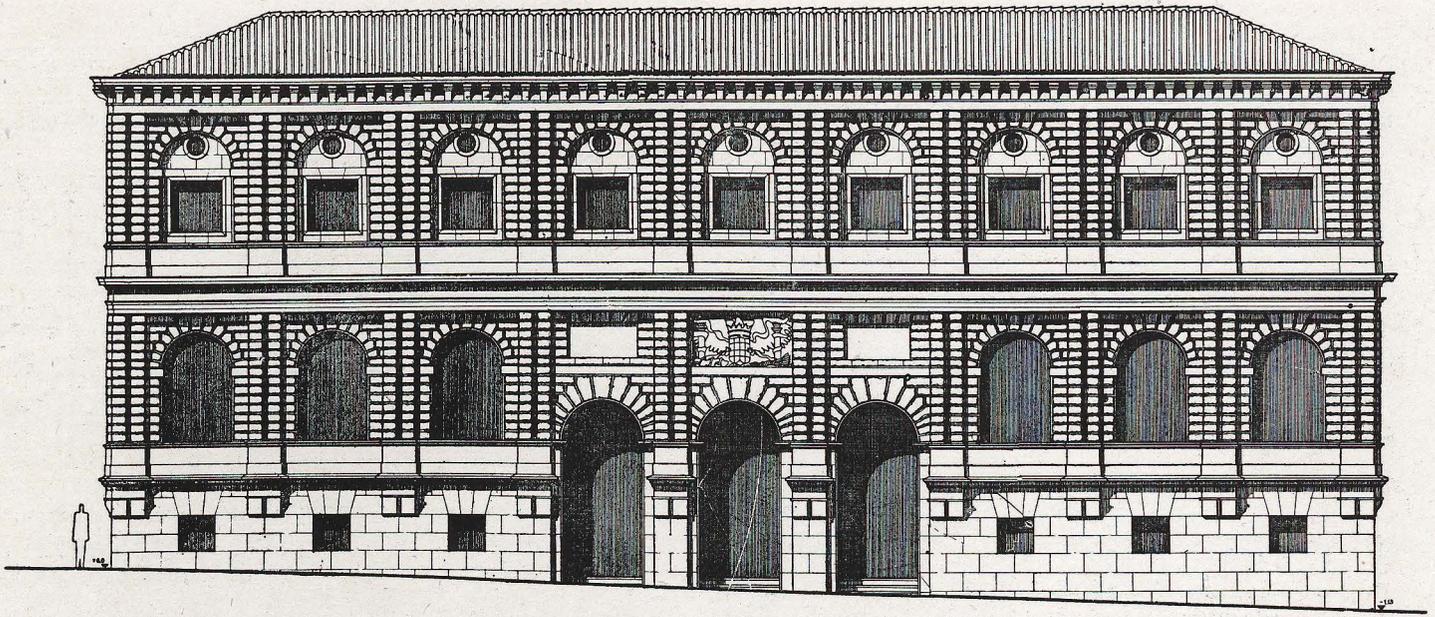


Perspectiva de la reconstrucción de la Iglesia de Guadalix de la Sierra (Madrid).

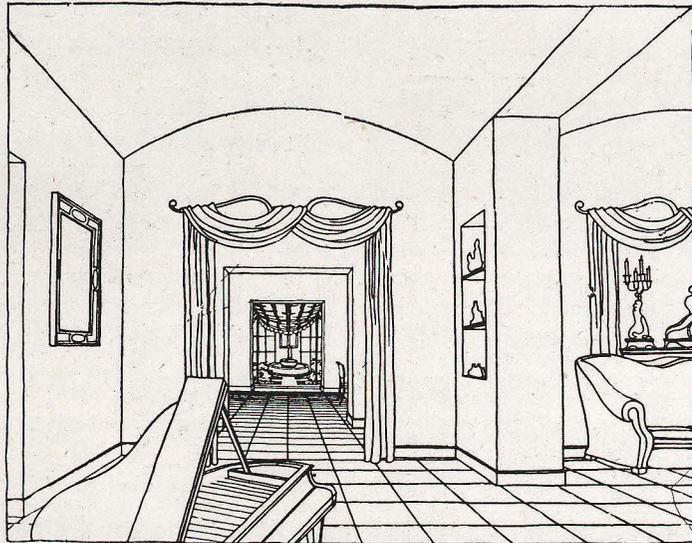


Detalles de la fachada principal del Ayuntamiento de Zaragoza, en colaboración con los arquitectos Mariano Nasarre y Ricardo Magdalena.
(Completa información de este proyecto en el número 9 de la "Revista Nacional de Arquitectura".)

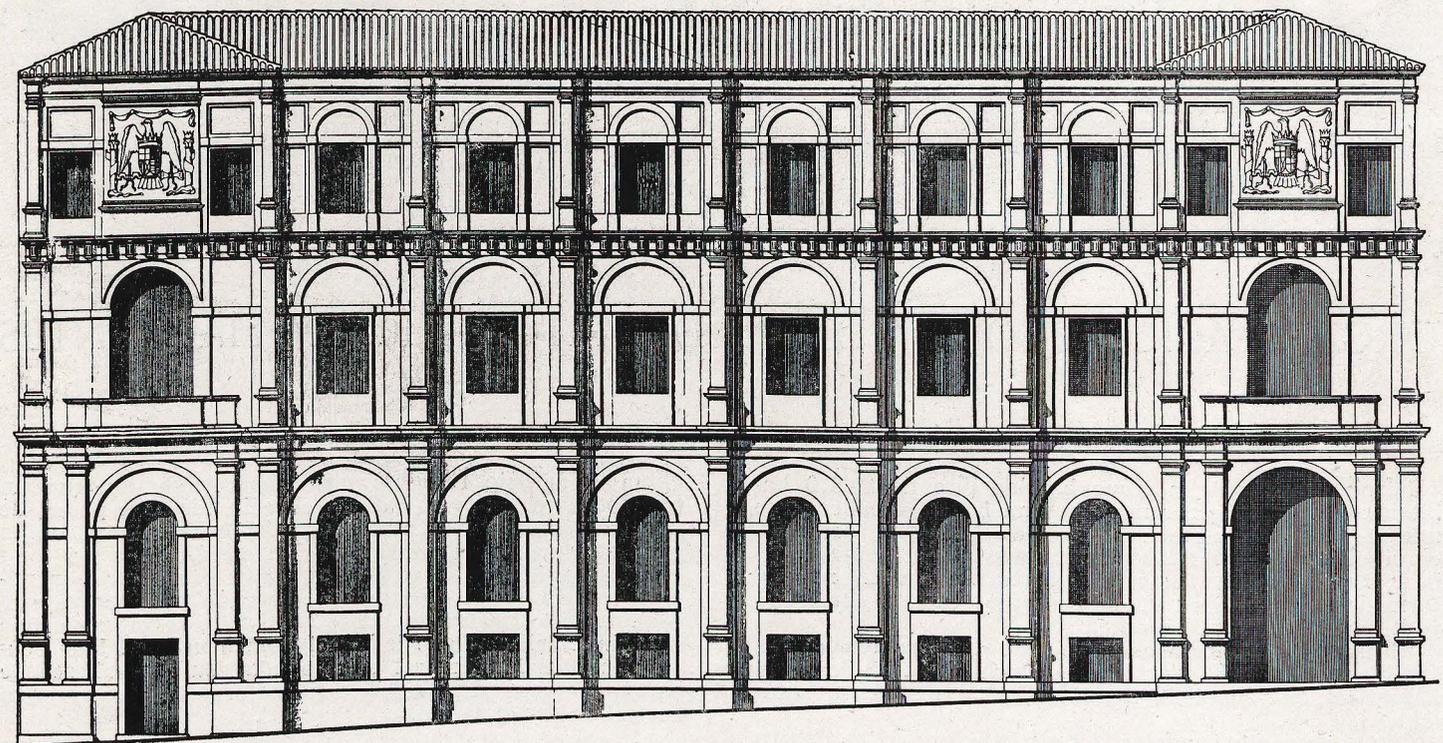




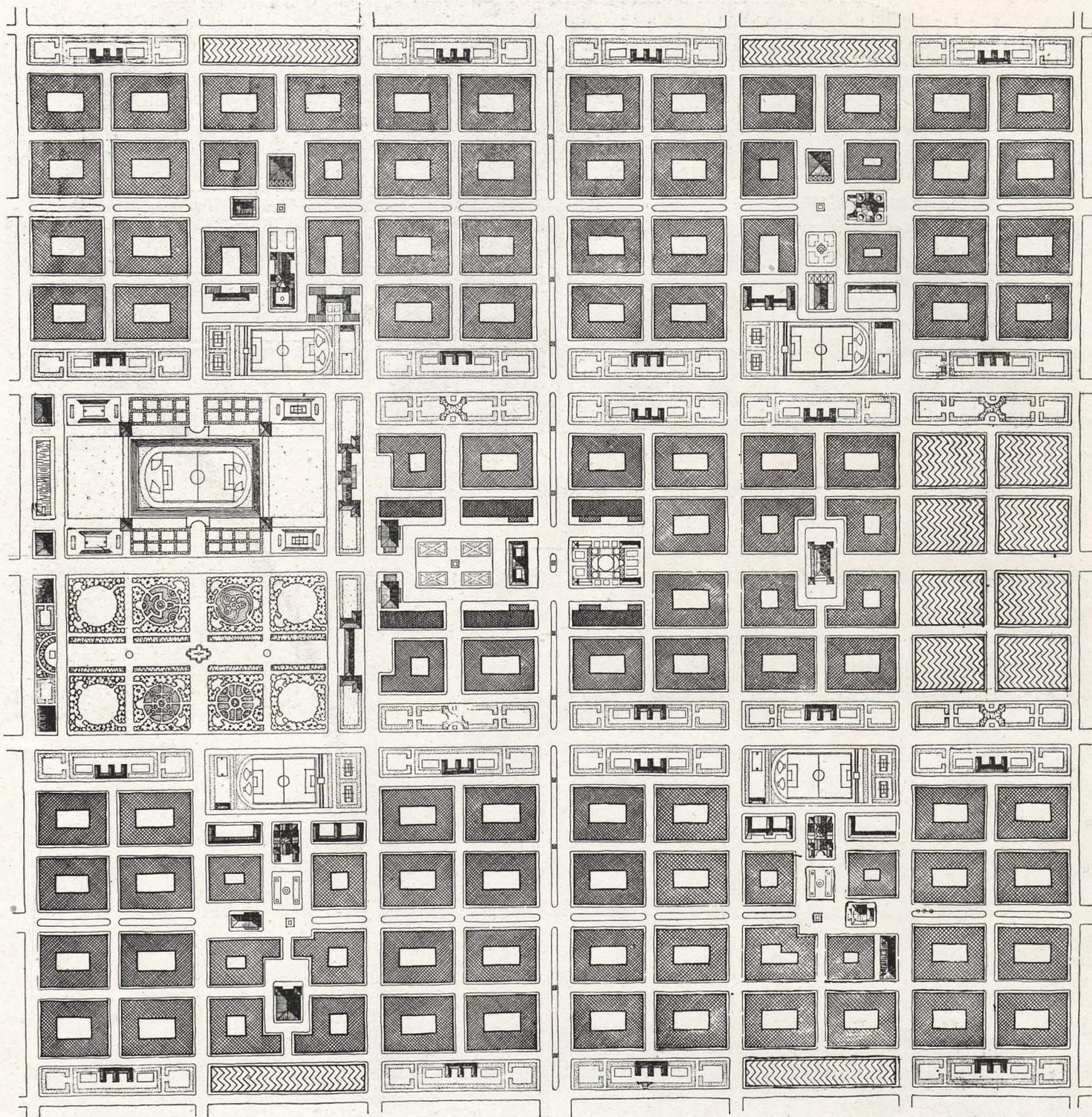
Delegación de Hacienda de Alicante.—Fachada principal.



Apunte de la vivienda del señor delegado.



Fachada principal de la Delegación de Hacienda de Salamanca.



ORGANIZACION TEORICA DE UN DISTRITO DE 100.000 HABITANTES

Forman este distrito cinco barrios tipo de 20.000 habitantes cada uno, presididos por un barrio —cabeza que une las unidades anteriores—. Cada barrio se compone de cinco núcleos de 4.000 habitantes y uno principal, donde radican los organismos de representación del mismo, formados por la Parroquia, Instituto, Centro comercial y de espectáculos y Zona deportiva.

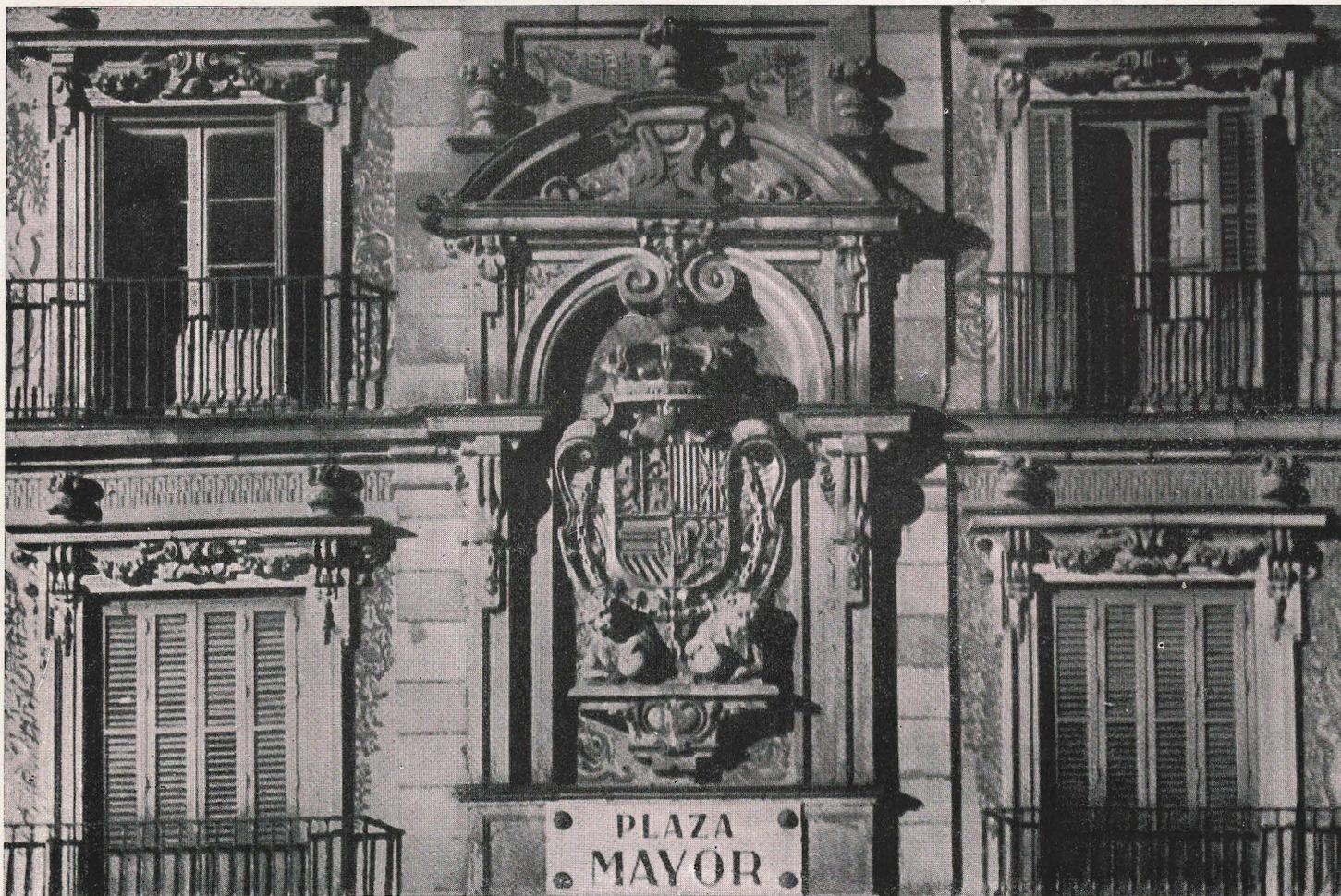
El proceso de formación de este distrito teórico ha surgido del estudio previo del elemento núcleo de 4.000 habitantes que ha dado lugar al barrio de 20.000 habitantes.

Como elementos propios del distrito están: el Centro representativo, constituido por la Tenencia de Alcaldía, Centro comercial y de espectáculos, con los que se rela-

ciona el edificio religioso, que puede coincidir con un templo parroquial y el Salón o espacio verde de paseo, de gran tradición urbanística española, en contacto con la zona de deportes, presidida por el estadio.

En cada barrio se dispone un barrio escolar por núcleo (cuatro en el barrio), un mercado y se prevé una zona de industria media. Para el distrito se proyecta una zona industrial al otro lado del Centro urbano. Este ocupa una posición central relacionado con las cabezas de barrio por vías arteriales y a un lado de la vía principal de tráfico del conjunto.

(Del estudio de Alberto Acha en la Sección de Urbanismo de la Dirección General de Arquitectura.)



LAS MEDIDAS CASTELLANAS EN LAS REGLAS DE TRAZADO

Entre los estudios de composición arquitectónica, uno de los más abandonados ahora es el referente a las relaciones entre las medidas, ya que no suelen usarse por los arquitectos actuales los trazados reguladores ni las relaciones numéricas, tan conocidas en otros tiempos. Favorece este abandono la falta actual de una unidad de medida que sea útil. El metro es una unidad obtenida de un modo arbitrario, sin relación con el hombre que ha de construir y usar el edificio, ni con la naturaleza que ha de proporcionar los materiales.

Ernst Neufert, en su artículo "Teoría de la ordenación en la construcción" ("Die Kunst im Deutschen Reich", octubre 1943) y en su libro del mismo título (no consultado) propone como base de medida 1,25 metros, y la desarrolla según un sistema que obtiene después de un profundo estudio de los sistemas de medidas de la época clásica, de la Europa anterior al sistema métrico, y de los métodos del Japón y de la India. Max Theuer presenta un estudio completo de la aplicación del sistema de medidas griego en su monografía sobre "El Altar del Artemisión en Magnesia del Meandro" (edición de Rudolf Rohrer, Viena, sin fecha). Aplicación práctica de las unidades españolas puede verse en la obra "Trazas de Juan de Herrera y sus seguidores para el Monasterio del Escorial" (Patrimonio Nacional, estudio preliminar por Matilde López Serrano, Madrid, 1944). El trabajo que en esta Revista se publica, del alumno de la Escuela de Arquitectura de Madrid Sr. Sancho, constituye una aportación importante a estos estudios, iniciados en la clase de Composición Elemental. Es el primer artículo de una serie en que se tratará de investigar en España, y para su aplicación en nuestro tiempo, los siguientes puntos:

- 1) Determinación de la unidad de medida.
- 2) Sistema de múltiplos y divisores.
- 3) Trazados reguladores.
- 4) Aplicación en la obra y en el taller.

Sobre el primer punto ya queda expuesta la adopción por Neufert de la unidad de 1,25 metros. Sobre la segunda, también Neufert expone otro sistema distinto del decimal, ya que éste no ha sido empleado por ningún pueblo antiguo (el P. Lamy, "Introducción a la Sagrada Escritura", Madrid, 1795, imprenta de Benito Cano, expone el sistema hebreo, que tampoco es decimal), ni tiene relación clara con las cosas naturales, como puede verse en la tabla periódica de los elementos químicos, o en los estudios de Hans Kayser sobre el concepto acústico del mundo ("Der hörende Mensch", edición Lambert Schneider, Berlín, 1930) y sobre las proporciones de la plantas ("Harmonia Plantarum", edición Benno Schwabe, Basilea, sin fecha). Del estudio de los dos primeros puntos pueden deducirse los dos restantes, pues en la actualidad resultan demasiado complicados los trazados reguladores y su aplicación en la práctica, y es de suponer que en otros tiempos serían tan sencillos como para hacer posible su aplicación general. También es necesario quitar a esos trazados el sabor esotérico y pseudo-místico que a veces se quiere darles ahora, y reducirlos a sus límites prácticos. Finalmente, la concordancia de todo ello con el sistema métrico decimal es necesaria, y así ha de estudiarse para hacer posible su aplicación y para volver a las sencillas medidas que usaron nuestros antecesores.

LUIS MOYA.
Catedrático de la Escuela Superior
de Arquitectura de Madrid.

P R O L O G O

Al morir el siglo XVIII, el sistema métrico decimal cruzaba los Pirineos.

No tardó la Arquitectura sobre nuestro suelo en abdicar su título de española.

Hasta entonces existió una doctrina, algo así como el alma de la personalidad hispánica, que, sin haber sido enunciada, estaba patente en todo lo español. Fué una unidad de espíritu que, bajo las características peculiares de cada época, se reconoce en todas nuestras construcciones.

Si se conociesen las reglas que presidieron el trazado de las obras del setecientos, últimas que llevan impreso el sello español en este lado del Atlántico, se tendría la base de partida ideal para estudiar la Arquitectura de épocas más lejanas.

Poco se sabe hoy de las normas españolas de composición arquitectónica y, sin embargo, están escritas en infinitos patios y fachadas, y podríamos leerlas en el mismo idioma en que fueron concebidas.

Disponemos del vocabulario: el sistema de medidas tradicionales en nuestro suelo. Nos falta sólo la sintaxis: las reglas con que se las manejaba en el trazado arquitectónico.

Los resultados a que se llega en este trabajo podrían quizás ser una prueba de que la composición constituía, para nuestros clásicos, una verdadera técnica.

La utilidad de esa ciencia se puede juzgar considerando que aquellos maestros crearon con ella fórmulas de trazado e instrumentos de trabajo tan sencillos y prácticos que les permitieron disponer de una mano de obra artesana que hoy les envidiamos.

I

LAS MEDIDAS

El sistema castellano posee una dualidad en sus medidas que es, quizás, la más notable de sus características. En el cuadro de la figura 1.^a se observa cómo la vara empieza por subdividirse, simultáneamente, en 3 pies y en 4 palmos. La

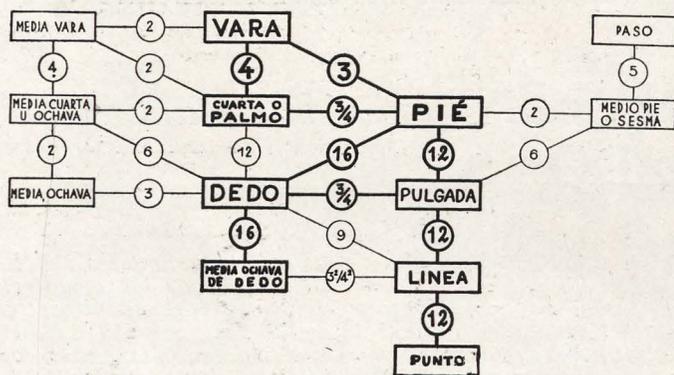


Figura 1.^a—Cuadro de las medidas castellanas.

raíz de las medidas longitudinales, el pie, es a su vez punto de partida de una doble subdivisión, cuyas bases, 12 y 16, son equimúltiplos de 3 y de 4.

De esta forma, la relación de 3 a 4 que existe entre el palmo y el pie, es la misma que guarda el dedo con la pulgada; relación cuya utilidad comprobaremos más adelante.

* * *

El conjunto de la plaza Mayor de Madrid pertenece a tres épocas diferentes.

Juan Gómez de Mora, sobrino de un discípulo de Herrera, proyectó la plaza. Gran parte de su obra, comenzada cuando alboreaba el siglo XVII, ha sobrevivido a los incendios. En ella se encuentran las medidas castellanas en todos sus elementos constructivos. Los pilares de los soportales, cuya sección en planta es un rectángulo de una vara por un paso, y la arquería dórica de la Casa Carnicería, en cuya ordenación está empleado el pie, canónicamente, como módulo, nos pueden servir como ejemplos.

Juan de Villanueva, dos siglos después, cuando se estaba creando el sistema métrico decimal, proyectó la última reconstrucción; reedificó lo destruido por los incendios, de los cuales, el más reciente había ocurrido en 1790. Respetó Villanueva las medidas de Gómez de Mora, y al añadir, por iniciativa propia, los arcos que cierran las calles de acceso a la plaza, les dió una archivolta de un pie de ancho, que arranca de unos pilares en cuya traza se repiten medidas de un paso, pie y medio, pie y cuarto, etc.

José Ximénez Donoso, en época intermedia (1674), dejó la huella barroca de su paso en la actual fachada de la Casa de la Panadería, cuyos dibujos han dado tema a este trabajo. Adoptó, para los huecos de las ventanas las siguientes proporciones clásicas:

1.^{er} Piso.—3 : 5; 2.^o Piso.—5 : 8 (Proporciones áureas).

3.^{er} Piso.—25 : 36 = 5² : 6² (aproximado a 1 : √2)

El ancho común de todos los huecos es de 75 pulgadas, mínimo común múltiplo de los factores 3, 5 y 25, que corresponden a los lados menores en las tres proporciones. Las alturas, en disminución a medida que suben de piso, son, pues:

1.^{er} Piso.—125 pulgadas; 75 : 125 = 25 (3 : 5).

2.^o Piso.—120 pulgadas; 75 : 120 = 15 (5 : 8).

3.^{er} Piso.—108 pulgadas; 75 : 108 = 3 (25 : 36).

La ordenación de los soportales en el lienzo Sur de la plaza Mayor, entre la calle de Toledo y la esquina de la escalerilla de Cuchilleros, presenta una particularidad notable, que citaremos como último ejemplo.

Existen ocho pilares de 30 pulgadas (un paso) de frente, que dividen en nueve partes una distancia de 1.126 pulgadas, de las que ellos ocupan un espacio macizo de 240 (30 × 8). Al dividir las 886 restantes entre los 9 huecos a que corresponden, se obtiene un cociente de 98 pulgadas, con un resto de 4.

Pues bien: este resto aparece repartido entre los 4 huecos de la derecha, que miden así 99 pulgadas cada uno. Los 5 restantes tienen sus 98 pulgadas exactas.

Este procedimiento, que, con ligeras variantes, aparece en toda la plaza, demuestra que los constructores que manejaban la pulgada en sus trazados rara vez la dividían.

En las tres épocas citadas se nota muy poca variación en las medidas empleadas, cuya equivalencia en centímetros conocemos perfectamente hoy día:

1 vara = 835,9 mm.;	aproximadamente 84 cm.	
1 paso = 696,2 mm.;	—	70 cm.
1 pie = 278,6 mm.;	—	28 cm.

II

LAS REGLAS DE TRAZADO

Una anomalía aparece en la fachada de la Casa de la Panadería: De los motivos ornamentales que componen su cuerpo central, unos han sido trazados en pulgadas enteras, mientras que otros presentan dimensiones en dedos, irreducibles a pulgadas exactas (*).

Estos últimos elementos tienen entre sí una relación: Proviene del trazado del arco de dos volutas que cierra el nicho del escudo.

A continuación veremos la marcha seguida para establecer las reglas de trazado del citado arco, y ellas nos enseñarán que Ximénez Donoso no obró caprichosamente cuando empleó dimensiones en dedos.

A) Primer paso.—Trazado del arco de carpanel de tres centros.

El carpanel es un tipo, quizás el más clásico, de arco rebajado. Se caracteriza por la diferencia entre su semiluz y su flecha. Cada moldura de la archivolta de un mismo carpanel aumenta o disminuye en igual cantidad la flecha y la semiluz, manteniendo invariable la diferencia de ambas.

Una vez determinado el triángulo de los tres centros, se dibujan con él todas las molduras del arco. Los elementos determinantes de este triángulo son, su altura *a* y su semibase *b*, distancias coordenadas de los centros de dibujo al de la figura, O. (Fig. 2.^a).

La relación que existe entre la característica del arco y las del triángulo de los centros es fácil de poner en ecuación:

$$CP = BP = BM + MP = AM + MP = AO - MO + MP.$$

Llamando *f* a la flecha del arco, *l* a la semiluz y *k* a la diferencia de ambas, podemos sustituir:

$$f + a = l - b + \sqrt{a^2 + b^2}$$

de donde:

$$k = l - f = a + b - \sqrt{a^2 + b^2} \quad (1)$$

ecuación de dos incógnitas, *a* y *b*, que admite infinitos pares de soluciones.

La ecuación es simétrica; esto es, que cada par de soluciones da dos dibujos distintos para el arco, con la misma diferencia entre semiluz y flecha, y sin más que permutar sobre la figura *a* y *b*.

(*) La reciente restauración de la Casa de la Panadería, que tuvo su fachada cubierta de andamios durante unos meses, coincidió con los días en que fuimos encargados de estudiar la plaza Mayor ocho alumnos, entonces inscritos en el Curso Complementario de Arquitectura.

A esta facilidad para tomar las medidas se unió la complejidad de la ornamentación barroca, que obligó en muchos casos, a tomar varias medidas de comprobación, y gracias a ellas todas las dimensiones que se citan llevan una firme garantía de exactitud.

Con la introducción de un parámetro se condiciona la solución a una sola incógnita.

Así tomemos:

$$a \times n = b \times m; \quad a = b \times \frac{m}{n}$$

Sustituyendo en (1), tenemos:

$$k = b \times \frac{m}{n} + b - \sqrt{b^2 \times \frac{m^2}{n^2} + b^2} = \frac{b}{n} (m + n - \sqrt{m^2 + n^2}) \quad (2)$$

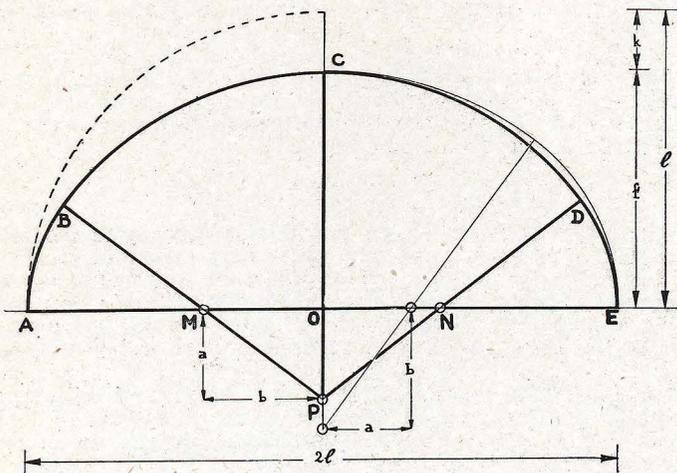


Figura 2ª.—Trazado del arco campanel de tres centros.

Llamando p al valor del paréntesis de (2) obtenemos:

$$b = \frac{k \times n}{p}; \quad a = \frac{k \times m}{p} \quad (3)$$

Deducimos que para que a y b estén expresados por dos números enteros son necesarias dos condiciones:

1.ª Que k sea también entero. En general así ocurre, puesto que la luz y la flecha de un arco se toman, al proyectar, con bastante libertad, y es lógico suponer que se adopten para ellas dimensiones enteras.

2.ª Que para m y n enteros, p también lo sea.

* * *

La Edad Media desconoció las obras de los antiguos clásicos. Su descubrimiento y adopción dió lugar al Renacimiento, el cual no conoció otra matemática que la que los griegos crearon para resolver sus problemas geométricos.

Mientras la civilización occidental no aportó su concepto de los infinitésimos, lo irracional fué un obstáculo tan infranqueable para el matemático europeo como lo había sido para los griegos. Ante un radical adoptaban, indudablemente, soluciones idénticas para sortearlo. Clásica es la

$$3^2 + 4^2 = 5^2 \quad (*)$$

Aplicada a (2) y (3) nos da:

$$m = 3; \quad n = 4; \quad a = 3/4 b; \quad \sqrt{m^2 + n^2} = 5;$$

$$p = 3 + 4 - 5 = 2; \quad b = k \times \frac{4}{2} = 2k; \quad a = 3/2 k. \quad (4)$$

Fórmulas que exigen que k sea par, para que a y b sean enteras. La solución no parece del todo clásica por estar condicionada.

B) Trazado del arco de dos volutas

En la figura 3.ª se puede ver la forma esquemática de este arco. Por la conformación de su intradós, parece un arco de medio punto; pero al observar el trasdós se ve que es otro tipo de arco rebajado, que comienza con centro único en sus arranques y rectifica después su curvatura para tocar en dos puntos, bastante separados, a la moldura inferior de la cornisa que corre sobre él. Esos dos puntos de tangente horizontal son los arranques de las volutas.

La rectificación se hace por dos medios carpaneles, gira-

dos 90 grados de su posición habitual, de forma que su semiluz l pasa a ser la flecha F del nuevo arco.

$$F = l.$$

Los dos semiarcos mayores tienen el centro común O ; por lo tanto, la semiluz del arco de dos volutas es:

$$L = f + a.$$

La diferencia K entre L y F vale:

$$K = L - F = f + a - l = a - (l - f) = a - k.$$

La construcción, con segmentos enteros, del arco de dos volutas depende de la solución hallada para los carpaneles:

$$\begin{aligned} a &= 3/4 b; \quad k = 1/2 b \\ K &= a - k = 3/4 b - 1/2 b = 1/4 b \\ b &= 4K; \quad a = 3K, \end{aligned} \quad (5)$$

solución, esta vez, incondicionada, pues basta que K sea entero para que lo sean a y b .

* * *

Pero en el nicho de la Casa Panadería no ocurre así. La flecha F vale exactamente 50 pulgadas, mientras que la semiluz L mide 73 dedos, cantidad irreducible a pulgadas.

$$F = 50 \text{ pulgadas}; \quad L = 73 \times 3/4 \text{ pulgadas};$$

$$K = \frac{73 \times 3 - 50 \times 4}{4} = 19/4 \text{ pulgadas}.$$

Pero de (5):

$$b = 4K = 19 \text{ pulgadas}; \quad a = 3K = 19 \times 3/4 \text{ pulgadas}.$$

El valor de a en pulgadas no puede ser entero, por ser primo 19. Pero 19 veces tres cuartos de pulgada son 19 dedos. Y, en efecto, una de las medidas características en el nicho del escudo, la distancia entre los puntos de contacto de las volutas con la cornisa, es de 38 dedos.

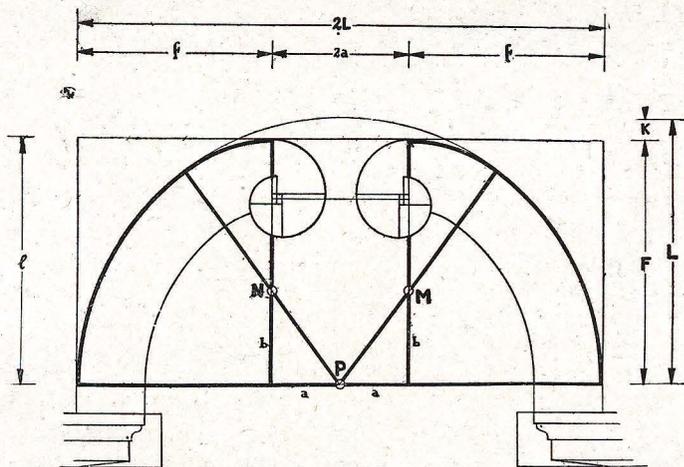


Figura 3ª.—Trazado del arco de las dos volutas.

III

LOS RESULTADOS PRACTICOS

A) Construcción de los arcos de carpanel

La solución de los medios carpaneles que forman el arco de dos volutas es completamente incondicionada; a y b están medidas con la misma cifra abstracta; pero en distintas unidades: dedos y pulgadas.

La construcción resulta muy sencilla. La flecha f y la semiluz l dan una diferencia cuyo doble debe ser un número h , entero, de pulgadas. Sobre dos rectas perpendiculares, y a partir de su intersección, se llevan:

h pulgadas a ambos lados, en la que hace de horizontal.

h dedos hacia abajo, en la que hace de vertical.

En los extremos de estos segmentos se toman los tres centros, con los que se pueden trazar todos los arcos de carpanel cuya diferencia característica k valga $1/2 h$ pulgadas (*).

(*) Su gemela: $12^2 + 5^2 = 13^2$, aparece también en la Casa Panadería.

(*) Como sabemos, se pueden dibujar los mismos arcos con otra forma, si permutamos a y b en el triángulo de los centros.

B) Construcción del arco de dos volutas

Es indiferente que la flecha o la semiluz estén medidas en dedos. Es suficiente que su diferencia K quede dada en cuartos de pulgada, o, lo que es lo mismo, en tercios de dedo. Se empieza por tomar a tres veces mayor que K, con lo que valdrá siempre un número entero de dedos:

$$a = 3 \times K \text{ pulgadas} = 3 (K \times 4/3) \text{ dedos} = 4K \text{ dedos.}$$

$$a = 3 (H \text{ pulgadas} - J \text{ dedos}) = 3 \times H \text{ pulgadas} - 3 \times J \text{ dedos} = 4H \text{ dedos} - 3J \text{ dedos} = (4H - 3J) \text{ dedos.}$$

Se lleva a a ambos lados en la que hace de horizontal y desde sus extremos se elevan dos verticales, sobre las que se toma b con tantas pulgadas como dedos tiene a . En el extremo de estas verticales se iniciarán, con tangente horizontal, las dos volutas.

C) División por diferencia

En dibujo, es sencillo sumar y restar segmentos rectilíneos e incluso multiplicarlos por un número. La división exige una figura complementaria con trazado de paralelas. En cantería no parece práctico este sistema, y mucho menos el de aproximaciones sucesivas.

Observemos, sin embargo, que la diferencia K del arco de dos volutas está dada en la Casa Panadería en cuartos de pulgada o tercios de dedo, y, no obstante, se le obtiene con pulgadas y dedos enteros.

La cuestión se plantea como una simple reducción de dos quebrados a común denominador. Las bases (12 y 16), que originan la pulgada y el dedo por subdivisión del pie, sólo tienen dos factores no comunes: 3 y 4. Así:

$$h \text{ pulgadas} = h \times 1/12 \text{ pies} = \frac{h}{3} \times 1/4 \text{ pies.}$$

$$j \text{ dedos} = j \times 1/16 \text{ pies} = \frac{j}{4} \times 1/4 \text{ pies.}$$

Luego:

$$h \text{ pulgadas} \pm j \text{ dedos} = \left(\frac{h}{3} \pm \frac{j}{4} \right) \times 1/4 \text{ pies} = \frac{4h \pm 3j}{12} \times$$

$$\times 1/4 \text{ pies} = \frac{4h \pm 3j}{4} \times 1/12 \text{ pies} = (4h \pm 3j) 1/4 \text{ pulgadas} = (4h \pm 3j) \times 1/3 \text{ dedos.}$$

Es decir, con la suma algebraica de h pulgadas y j dedos obtenemos un número entero de cuartos de pulgada o tercios de dedo. Dicho número $(4h \pm 3j)$ es función de dos variables, manejables a nuestro antojo.

El cuarto de pulgada se obtiene por una simple división por diferencia. En efecto, si se toma: $h = 1, j = 1,$

$$1 \text{ pulgada} - 1 \text{ dedo} = \frac{4-3}{4} \text{ pulgadas} = 1/4 \text{ pulgada.}$$

Para obtener gráficamente este submúltiplo común de la pulgada y del dedo basta llevar estas dos unidades en la misma dirección y con el mismo origen. Entre sus extremos quedarán 3 líneas (1/4 de pulgada).

* * *

Una regla que tuviese, en una de sus caras, una escala en pulgadas, sin subdivisiones, y en la otra cara una escala similar, en dedos, si ha existido, debió ser muy útil al cantero que labró los arcos que hemos estudiado. Además, le permitiría afinar hasta el cuarto de pulgada, medida equivalente a 5,8 mm., cantidad que parece mínima para trabajos de cantería.

¿Hubo alguna vez tal regla? Sólo un erudito familiarizado con la literatura de los archivos o las curiosidades de los museos españoles puede conocer alguna prueba de su existencia.

* * *

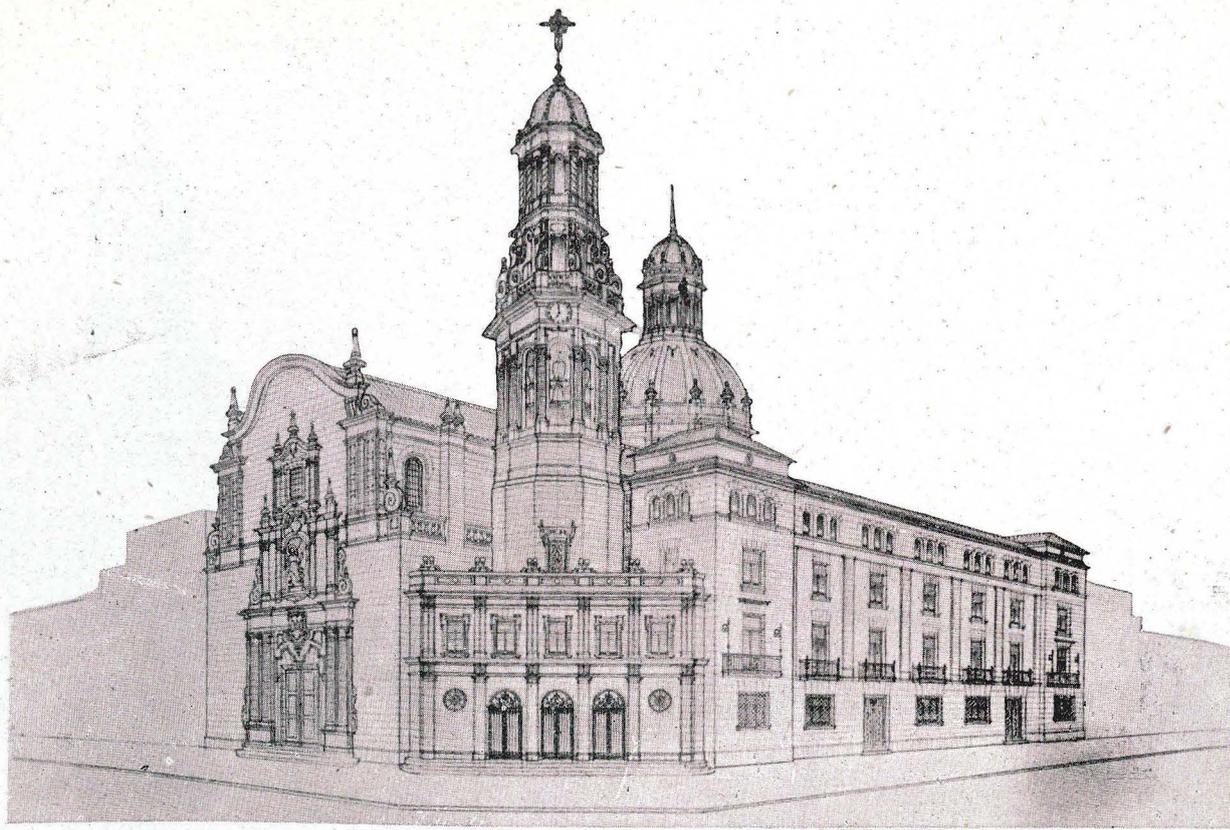
NOTA. En la región de Jerez, donde la cría del vino se rige desde hace siglos por procedimientos tradicionales, se emplean todavía unas varas con cuatro escalas de capacidad, para cuatro tamaños diferentes de botas.

¿Podría ser la supervivencia de un tipo de instrumentos corrientes en tiempos pasados?

FÉLIX SANCHO DE SOPRANIS FAVRAUD.
Alumno de segundo año de Arquitectura.

(Fotografía del autor.)





PARROQUIA DEL SANTO ANGEL CUSTODIO (VALENCIA)

Esta Parroquia, de nueva creación, está emplazada en el corazón del mejor ensanche de Valencia, ya totalmente edificado, que ha determinado la imposibilidad de adquirir un solar de dimensiones amplias, y ha obligado a aceptar un solar de 1.200 metros cuadrados de superficie que ocupa el chaflán de las calles de Salamanca y Reina Doña Germana, con 18 metros de fachada a la primera y 44 a la otra.

Al estudiar el proyecto se ha tendido a dotar al templo de todos los servicios que las parroquias modernas requieren, habiendo tenido necesidad de renunciar a alguno de ellos por insuficiencia del solar.

Aparte de la nave del templo, de 17 metros de anchura por 44 de profundidad, y cuyo acceso se realiza por la calle de Salamanca, por ser la de mayor importancia, la Parroquia consta de los servicios de sacristía, vicaría, oficinas parroquiales, vestuario de sacerdotes, capilla de comunión, racionalato, baptisterio con acceso independiente, salón de actos capaz para 300 personas, salones de

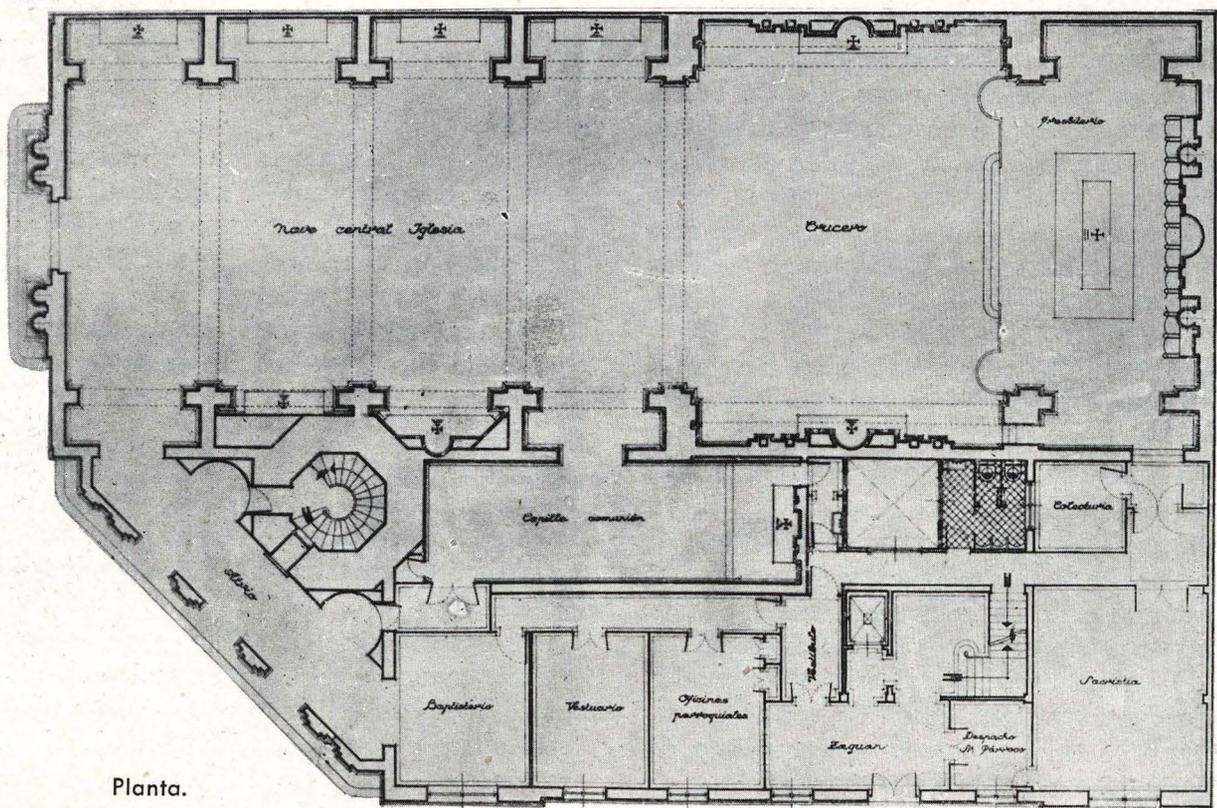
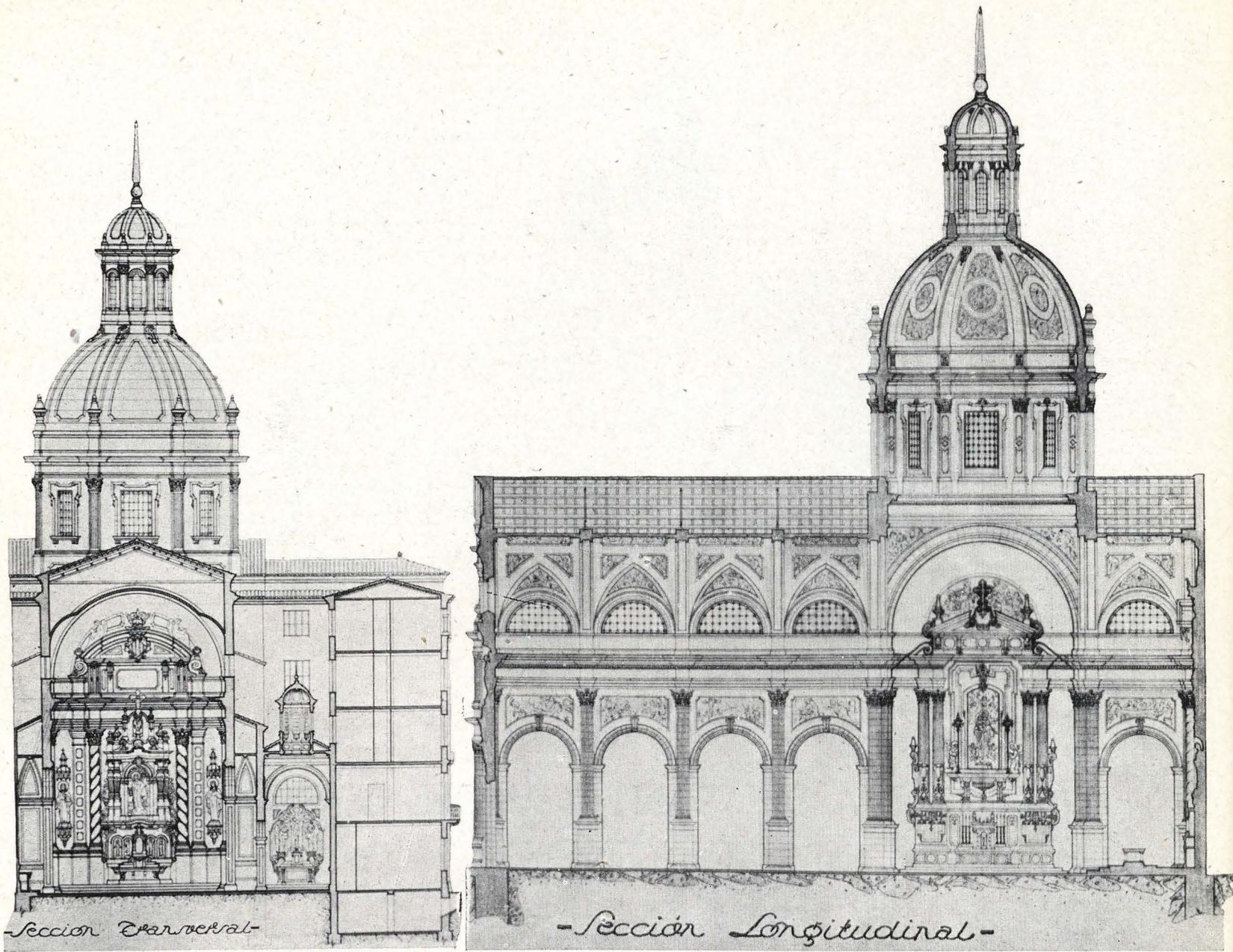
juntas, escuelas parroquiales, locales de Acción Católica y viviendas del párroco, dos vicarios y el sacristán.

La simple vista de la planta indica ya que la nave del templo ocupa la zona contigua a la medianera y la parcela recayente a la calle de la Reina Doña Germana alberga la totalidad de los servicios antes descritos. Entre el cuerpo de edificio de la Iglesia y el de los servicios queda un patio de luces que ilumina todas las dependencias no recayentes a fachadas.

Las obras se construyen con auxilio del Estado y con aportaciones de los feligreses, y se iniciaron en 30 de julio del año en curso, llevando un ritmo mensual del orden de las 100.000 pesetas.

El presupuesto total de las obras es de 3.650.000 pesetas.

En la composición interior y exterior hemos procurado conseguir un estilo valenciano barroco, habiendo adoptado en la torre y la cúpula la planta octogonal, por ser ésta la tradicional en esta región.



Planta.

ESTUDIO DE LA VIGA VIERENDEEL

Por JAVIER LAHUERTA, Arquitecto.

1. JUSTIFICACION.—Este tipo de viga, con el que es posible salvar vanos de gran amplitud, es excepcionalmente apropiado para la Arquitectura, en donde es frecuente encontrarse con el problema de tener que disponer sobre una planta diáfana de luz considerable, otra u otras plantas que por corresponder a habitaciones más reducidas tienen sus pilares menos espaciados.

Su cálculo se efectúa desde antiguo con el procedimiento del autor que ha dado su nombre a la viga, con algunas modificaciones posteriores (1); procedimiento de cálculo que, aparte de exigir las hipótesis simplificadoras siguientes: tramos de igual luz, momentos de inercia iguales en cabezas y montantes y cargas sólo en los nudos, obliga a resolver un sistema lineal de ecuaciones con tantas incógnitas como montantes, o al menos con la mitad de ellas si la viga es simétrica respecto al eje central vertical.

No es difícil, sin embargo, abordar el problema directamente y contar con la posibilidad de que cabezas y montantes tengan el momento de inercia preciso, de tramos de amplitud cualquiera, y con el efecto de cargas en los vanos. A continuación vamos a plantearlo así y a establecer las fórmulas finales de aplicación en los casos más frecuentes.

2. ECUACIONES DE UNA PIEZA AISLADA.—Partimos de las ecuaciones de deformación de la pieza recta de sección constante con sollicitación plana normal a ella (figura 1). En estas ecuaciones, ya conocidas, emplearemos como notación general el subíndice L para todos los elementos correspondientes al extremo izquierdo de la pieza, y el R para los del derecho, y como sentidos positivos adoptaremos los representados en la figura 1.

Estas ecuaciones son, como se sabe:

A) Carga total:

$$P = \int_0^l P(x) dx \quad (1)$$

B) Reacciones verticales:

$$T_L = \frac{\mathfrak{M}_R}{l} - \frac{M_L + M_R}{l} \quad (2)$$

$$T_R = \frac{\mathfrak{M}_L}{l} + \frac{M_L + M_R}{l}$$

siendo \mathfrak{M}_L y \mathfrak{M}_R los momentos estáticos de la carga $P(x)$ respecto a los extremos izquierdo y derecho.

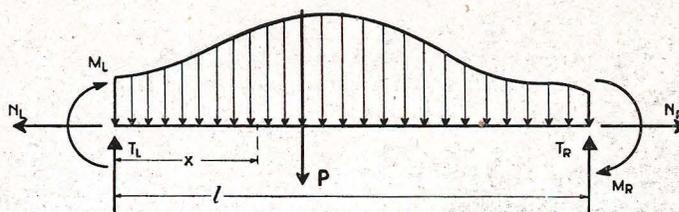
C) Equilibrio longitudinal:

$$N_L = N_R \quad (3)$$

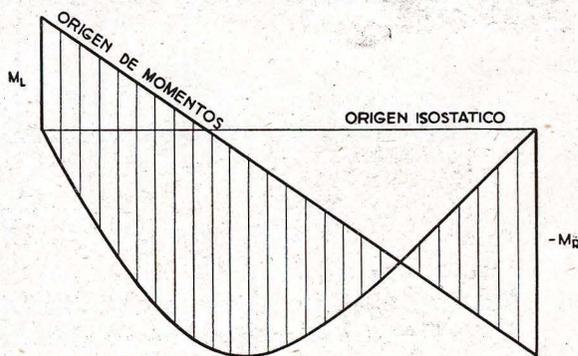
D) Momento flector:

$$M(x) = m(x) - \frac{M_L + M_R}{l} x + M_L \quad (4)$$

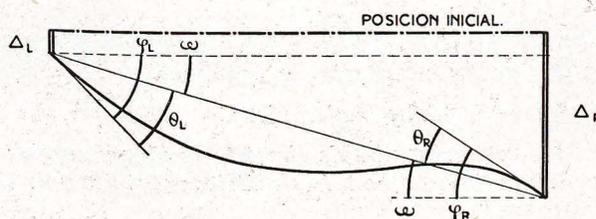
siendo $m(x)$ el momento flector de la pieza isostáticamente apoyada, con la carga $P(x)$.



a) CARGA Y REACCIONES



b) ZONA DE MOMENTOS.



c) ELASTICA

Figura 1.

(1) Véase, por ejemplo, A. Peña: "Mecánica Elástica", Madrid, 1930, páginas 227 a 235.

E) Giros de extremo:

$$\varphi_L = \frac{l}{6EI} (2M_L - M_R + \mathfrak{S}) + \frac{\Delta_R - \Delta_L}{l} = \theta_L + \omega \quad (5)$$

$$\varphi_R = \frac{l}{6EI} (2M_R - M_L - \mathfrak{R}) + \frac{\Delta_R - \Delta_L}{l} = \theta_R + \omega$$

fórmulas en las que Δ_L y Δ_R son los desplazamientos verticales de nudo, y ω el giro del eje de la pieza debido a ellos. Los valores \mathfrak{S} y \mathfrak{R} son unas expresiones, funciones de la carga $P(x)$, que denominamos términos de carga, y cuyo valor es

que ser iguales en las cabezas superior e inferior de cada tramo.

La figura 2 representa esquemáticamente una viga de un número impar de tramos $n = 2k - 1$ con cargas totales, y la figura 3 la correspondiente de un número par $n = 2k$.

El problema total tiene las incógnitas siguientes: Los pares M_L y M_R de extremo de barra, en total $2(3n + 1)$ incógnitas, que la condición de antisimetría reduce a la mitad, y la de simetría las reduce en el caso impar a $3k - 1$, y en el par a $3k$. Los giros ω de eje de barra, que como se ve en las figuras son $k - 1$ en el caso impar y k en el par.

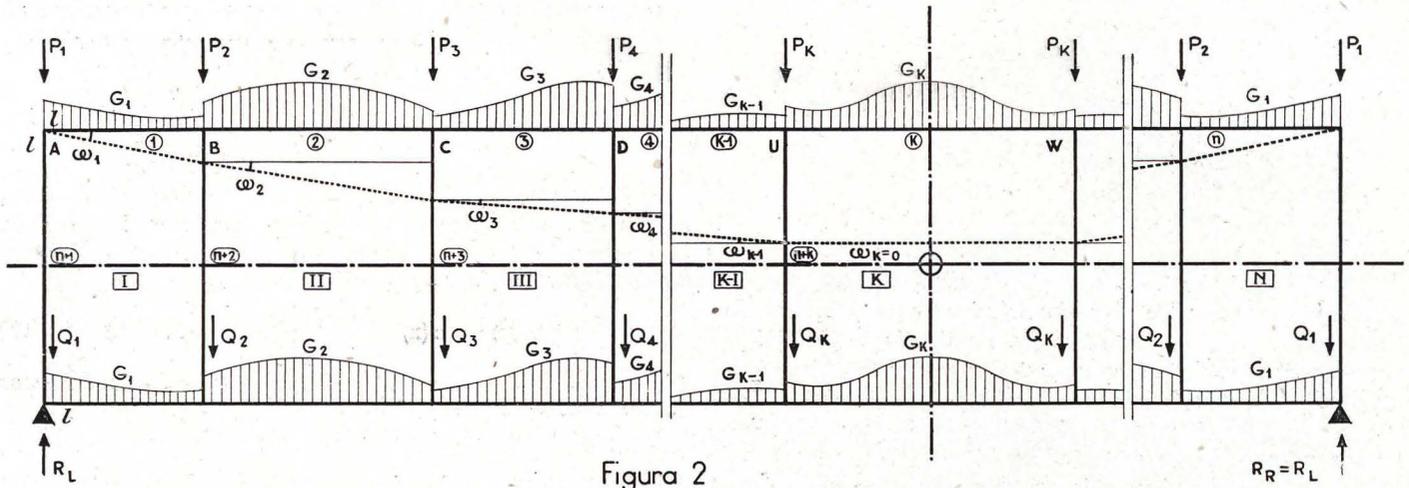


Figura 2

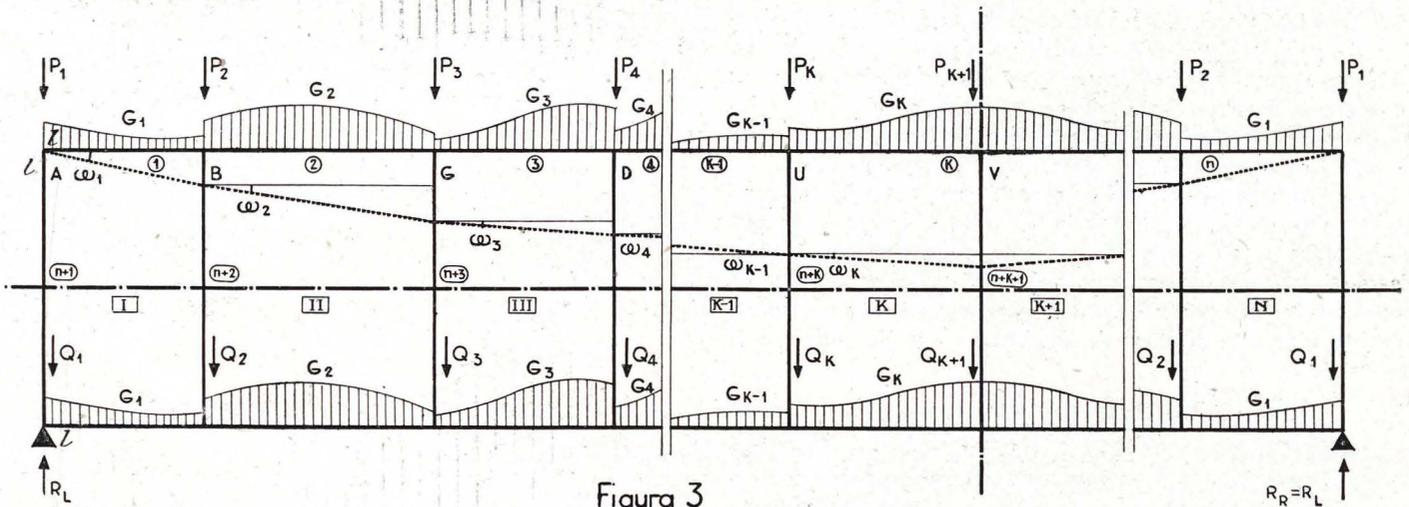


Figura 3

$$\mathfrak{S} = \frac{6}{l^2} \int_0^l (l-x) m(x) dx$$

$$\mathfrak{R} = \frac{6}{l^2} \int_0^l x m(x) dx \quad (6)$$

$$\mathfrak{S} = \mathfrak{S} + \mathfrak{R} = \frac{6}{l} \int_0^l m(x) dx$$

3. PLANTEO DEL PROBLEMA.—Estudiemos una viga Virendeel de las características siguientes:

- 1.ª Luces de tramo cualesquiera.
- 2.ª Eje vertical medio de simetría de viga y cargas; por tanto, deformaciones también simétricas (iguales y de signo contrario).
- 3.ª Eje horizontal medio de antisimetría estática; es decir, eje de simetría de la viga y deformaciones antisimétricas (iguales y del mismo signo) respecto a él. Según esto, las cargas en los nudos superiores e inferiores pueden ser cualesquiera, pero las cargas en los vanos tienen

Para obtener estas incógnitas plantearemos un sistema de ecuaciones que se compone de las siguientes:

1.º De equilibrio de momentos en nudo:

nudo A	$M_{L, n+1} = -M_{L1}$	
nudo B	$M_{L, n+2} = -M_{R1} - M_{L2}$	
nudo C	$M_{L, n+3} = -M_{R2} - M_{L3}$	
.....		
nudo U	$M_{L, n+k} = -M_{R, k-1} - M_{Lk}$	(7)

2.º De igualdad de los giros de extremo de barra:

nudo A	$\theta_{R1} + \omega_1 = \theta_{L, n+1}$	
nudo B	$\theta_{R1} + \omega_1 = \theta_{R2} + \omega_2 = \theta_{L, n+2}$	
nudo C	$\theta_{R2} + \omega_2 = \theta_{R3} + \omega_3 = \theta_{L, n+3}$	(8)
.....		
nudo U	$\theta_{R, k-1} + \omega_{k-1} = \theta_{Lk} + \omega_k = \theta_{L, n+k}$	
nudo V (solo caso par)	$\theta_{Rk} + \omega_k = 0$	

Restando entre sí estas ecuaciones eliminamos las ω :

$$\begin{aligned} \theta_{L1} - \theta_{R1} &= \theta_{Ln+1} - \theta_{Ln+2} \\ \theta_{L2} - \theta_{R2} &= \theta_{Ln+2} - \theta_{Ln+3} \\ \theta_{L3} - \theta_{R3} &= \theta_{Ln+3} - \theta_{Ln+4} \\ &\dots\dots\dots \\ \theta_{Lk-1} - \theta_{Rk-1} &= \theta_{Ln+k-1} - \theta_{Ln+k} \\ \text{caso impar} \quad \theta_{Lk} &= \theta_{Ln+k} \\ \text{caso par} \quad \theta_{Lk} - \theta_{Rk} &= \theta_{Ln+k} \end{aligned} \quad (9)$$

Tenemos planteadas de esta manera (ecuaciones (7) y (9)) $2k$ ecuaciones, faltándonos, por tanto, $k - 1$ ecuaciones más en el caso impar, y k en el par; ecuaciones complementarias que expresan la igualdad de la suma de las reacciones T_L de las cabezas superior e inferior de cada tramo a la de las cargas situadas a su izquierda.

3.º Ecuaciones complementarias: Intervienen en ellas las cargas, que, como se ve en la figura, son:

Cargas de vano $G_i(x)$ en ambas cabezas del tramo i , de valor total

$$G_i = \int_0^{l_i} G_i(x) dx$$

Cargas de nudo: P_i en el nudo superior izquierdo del tramo i y Q_i en el nudo inferior izquierdo del mismo tramo.

Las reacciones totales de la viga valen en el caso impar

$$R_L = R_R = 2 \sum_1^{k-1} G_i + G_k + \sum_1^k (P_i + Q_i)$$

y en el caso par

$$R_L = R_R = 2 \sum_1^k G_i + \sum_1^k (P_i + Q_i) + \frac{1}{4} (P_{k+1} + Q_{k+1})$$

las ecuaciones complementarias son:

$$R_L - P_1 - Q_1 = 2T_{L1} = 2 \frac{\mathfrak{M}_{R1}}{l_1} - 2 \frac{M_{L1} + M_{R1}}{l_1}$$

$$\begin{aligned} R_L - P_1 - P_2 - Q_1 - Q_2 - 2G_1 &= 2T_{L2} = \\ &= 2 \frac{\mathfrak{M}_{R2}}{l_2} - 2 \frac{M_{L2} + M_{R2}}{l_2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_L - P_1 - P_2 - P_3 - Q_1 - Q_2 - Q_3 - 2G_1 - 2G_2 &= 2T_{L3} = \\ &= 2 \frac{\mathfrak{M}_{R3}}{l_3} - 2 \frac{M_{L3} + M_{R3}}{l_3} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} R_L - P_1 - P_2 - \dots - P_{k-1} - Q_1 - Q_2 - \dots - Q_{k-1} - \\ - 2G_1 - 2G_2 - \dots - 2G_{k-2} &= 2T_{Lk-1} = \\ &= 2 \frac{\mathfrak{M}_{Rk-1}}{l_{k-1}} - 2 \frac{M_{Lk-1} + M_{Rk-1}}{l_{k-1}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_L - P_1 - P_2 - \dots - P_k - Q_1 - Q_2 - \dots - Q_k - \\ - 2G_1 - 2G_2 - \dots - 2G_{k-1} &= 2T_{Lk} = \\ &= 2 \frac{\mathfrak{M}_{Rk}}{l_k} - 2 \frac{M_{Lk} + M_{Rk}}{l_k} \end{aligned}$$

de estas ecuaciones, la última sólo corresponde al caso par, pues en el impar no hace más que expresar la condición de simetría de la barra k . Empleando la notación

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{l_1}{2} (R_L - P_1 - Q_1) - \mathfrak{M}_{R1} \\ A_2 &= \frac{l_2}{2} (R_L - P_1 - P_2 - Q_1 - Q_2 - 2G_1) - \mathfrak{M}_{R2} \end{aligned} \quad (11)$$

$$A_k = \frac{l_k}{2} (R_L - \sum_1^k P_i - \sum_1^k Q_i - 2 \sum_1^{k-1} G_i) - \mathfrak{M}_{Rk}$$

escribiremos las ecuaciones complementarias en la forma

$$\begin{aligned} M_{L1} + M_{R1} &= -A_1 \\ M_{L2} + M_{R2} &= -A_2 \\ M_{L3} + M_{R3} &= A_3 \\ &\dots\dots\dots \\ M_{Lk} + M_{Rk} &= -A_k \end{aligned} \quad (12)$$

Obsérvese que A_k en el caso impar vale cero, por lo que esta última ecuación expresa claramente la condición de simetría indicada.

4. FORMULAS GENERALES DE APLICACION.—Desarrollemos el sistema así planteado; vamos a eliminar los momentos de extremo derecho y los momentos de extremo de montante. Del sistema (12) despejamos los M_{Ri}

$$M_{Ri} = -A_i - M_{Li} \quad (i = 1; i = k) \quad (12')$$

y de las del sistema (7) los M_{Ln+i} introduciendo estos valores últimos:

$$\begin{aligned} M_{Ln+1} &= -M_{L1} \\ M_{Ln+i} &= A_i - M_{Li+1} \quad M_{Li} \quad (i = 2; i = k) \end{aligned}$$

Las expresiones $\theta_{Li} - \theta_{Ri}$ valen, sustituyendo los valores hallados,

$$\begin{aligned} \theta_{Li} - \theta_{Ri} &= \frac{l_i}{6EI_i} (2M_{Li} - M_{Ri} + \mathfrak{S}_i) - \frac{l_i}{6EI_i} (2M_{Ri} - M_{Li} - \mathfrak{R}_i) = \\ &= \frac{l_i}{6EI_i} (3M_{Li} - 3M_{Ri} + \mathfrak{S}_i + \mathfrak{R}_i) = \frac{l_i}{6EI_i} (6M_{Li} + 3A_i + \mathfrak{S}_i) \end{aligned}$$

y la expresión del giro de extremo de montante

$$\theta_{Ln+i} = \frac{h}{6EI_{n+i}} (2M_{Ln+i} - M_{Rn+i}) = \frac{h}{6EI_{n+i}} M_{Ln+i}$$

que con los valores despejados es

$$\theta_{Ln+i} = -\frac{h}{6EI_{n+i}} M_{Li}$$

$$\theta_{Ln+i} = \frac{h}{6EI_{n+i}} (A_{i-1} + M_{Li-1} - M_{Li}) \quad (i = 2; i = k)$$

Sustituyendo estos valores en las ecuaciones (9) obtenemos finalmente el sistema

$$\begin{aligned} \frac{l_1}{6EI_1} (6M_{L1} + 3A_1 + \mathfrak{S}_1) &= -\frac{h}{6EI_{n+1}} M_{L1} - \\ &- \frac{h}{6EI_{n+2}} (A_1 + M_{L1} - M_{L2}) \\ \frac{l_2}{6EI_2} (6M_{L2} + 3A_2 + \mathfrak{S}_2) &= \frac{h}{6EI_{n+2}} (A_1 + M_{L1} - M_{L2}) - \\ &- \frac{h}{6EI_{n+3}} (A_2 + M_{L2} - M_{L3}) \\ \frac{l_3}{6EI_3} (6M_{L3} + 3A_3 + \mathfrak{S}_3) &= \frac{h}{6EI_{n+3}} (A_2 + M_{L2} - M_{L3}) - \\ &- \frac{h}{6EI_{n+4}} (A_3 + M_{L3} - M_{L4}) \end{aligned}$$

(13)

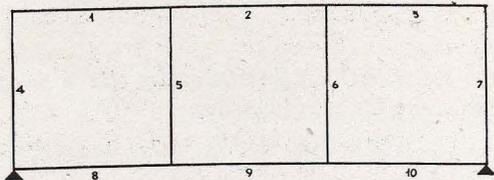
$$M_{L1} = \frac{-\lambda_1 A_1 - \lambda_3 \mathcal{E}_1 - \alpha_2 \alpha_5 \mathcal{Q}_2}{N}$$

$$M_{R1} = \frac{(\lambda_1 - N) A_1 + \lambda_3 \mathcal{E}_1 + \alpha_2 \alpha_5 \mathcal{Q}_2}{N}$$

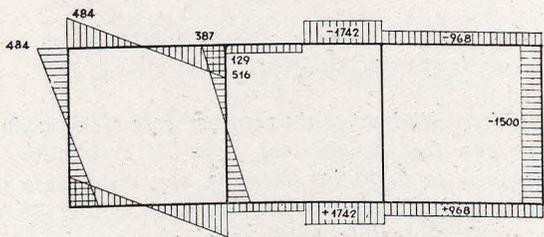
$$M_{L2} = \frac{\lambda_2 A_1 - \alpha_1 \alpha_5 \mathcal{E}_1 - \lambda_4 \mathcal{Q}_2}{N}$$

siendo en ellas

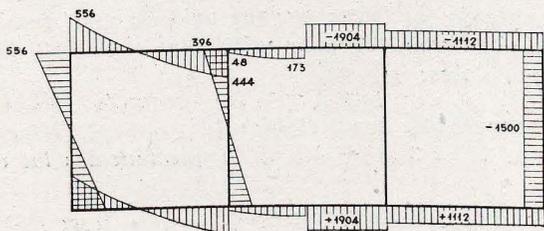
$$A_1 = \frac{l_1}{2} (2G_1 + G_2 + P_2 + Q_2) - \mathfrak{M}_{R1} = \frac{l_1}{2} (G_2 + P_2 + Q_2) + \mathfrak{M}_{L1}$$



a)



b)



c)

Figura 4

Casos particulares:

1.º Viga con carga sólo en los nudos. Desaparecen los términos correspondientes a la carga en vanos, quedando

$$A_1 = \frac{l_1}{2} (P_2 + Q_2)$$

y las expresiones de los momentos

$$M_{L1} = -\frac{\lambda_1}{2N} (P_2 + Q_2) l_1$$

$$M_{R1} = \frac{\lambda_1 - N}{2N} (P_2 + Q_2) l_1$$

$$M_{L2} = \frac{\lambda_2}{2N} (P_2 + Q_2) l_1$$

2.º Viga con carga uniformemente repartida g en los vanos. No existen P ni Q , y los momentos de carga son:

$$A_1 = \frac{1}{2} g (l_1^2 + l_1 l_2) \quad \mathcal{E}_1 = \frac{1}{2} g l_1^2 \quad \mathcal{Q}_2 = \frac{1}{4} g l_2^2$$

con estos valores, las expresiones de los momentos son:

$$M_{L1} = -\frac{g}{4N} \left[2(\lambda_1 + \lambda_3) l_1^2 + 2\lambda_1 l_1 l_2 + \alpha_2 \alpha_5 l_2^2 \right]$$

$$M_{R1} = \frac{g}{4N} \left[2(\lambda_1 + \lambda_3 - N) l_1^2 + 2(\lambda_1 - N) l_1 l_2 + \alpha_2 \alpha_5 l_2^2 \right]$$

$$M_{L2} = \frac{g}{4N} \left[2(\lambda_2 - \alpha_1 \alpha_2) l_1^2 + 2\lambda_2 l_1 l_2 - \lambda_4 l_2^2 \right]$$

3.º Valores para el caso en que todas las piezas tengan la misma rigidez y la misma luz.

Carga en los nudos:

$$M_{L1} = -\frac{15}{62} (P_2 + Q_2) l$$

$$M_{R1} = -\frac{16}{62} (P_2 + Q_2) l$$

$$M_{L2} = -\frac{4}{62} (P_2 + Q_2) l$$

Carga uniforme:

$$M_{L1} = -\frac{69}{124} g l^2$$

$$M_{R1} = -\frac{55}{124} g l^2$$

$$M_{L2} = -\frac{6}{124} g l^2$$

Las gráficas (fig. 4) se han dibujado tomando

$$P_1 = Q_1 = 500 \text{ kg.}$$

$$P_2 = Q_2 = 1.000 \text{ kg.}$$

$$l = 1 \text{ m.}$$

$$g = 1.000 \text{ kg/m.}$$

En la mitad izquierda de las figuras se representan las gráficas de momentos, acotadas en kilográmetros, y en la derecha la de esfuerzos longitudinales, acotada en kilogramos.

6. VIGA DE CUATRO TRAMOS.—Tiene $k = 2$, $n = 4$; el sistema consta también de dos ecuaciones:

$$(6\alpha_1 + \alpha_6 + 1) M_{L1} - \alpha_6 M_{L2} = -(3\alpha_1 + \alpha_6) A_1 - \alpha_1 \mathcal{E}_1 - \alpha_6 M_{L1} + (6\alpha_2 + \alpha_6) M_{L2} = \alpha_6 A_1 - 3\alpha_2 A_2 - \alpha_2 \mathcal{E}_2$$

resolviendo este sistema y empleando las notaciones

$$N = 36\alpha_1 \alpha_2 + 6\alpha_1 \alpha_6 + 6\alpha_2 \alpha_6 + 6\alpha_2 + \alpha_6$$

$$\lambda_1 = 18\alpha_1 \alpha_2 + 3\alpha_1 \alpha_6 + 6\alpha_2 \alpha_6$$

$$\lambda_2 = 3\alpha_1 \alpha_6 + \alpha_6$$

$$\lambda_3 = 6\alpha_1 \alpha_2 + \alpha_1 \alpha_6$$

$$\lambda_4 = 6\alpha_1 \alpha_2 + \alpha_2 \alpha_6 + \alpha_2$$

obtenemos como expresiones de los momentos de extremo de cabeza

$$M_{L1} = \frac{-\lambda_1 A_1 - 3\alpha_2 \alpha_6 A_2 - \lambda_3 \mathcal{E}_1 - \alpha_2 \alpha_6 \mathcal{E}_2}{N}$$

$$M_{R1} = \frac{(\lambda_1 - N) A_1 + 3\alpha_2 \alpha_6 A_2 + \lambda_3 \mathcal{E}_1 + \alpha_2 \alpha_6 \mathcal{E}_2}{N}$$

$$M_{L2} = \frac{\lambda_2 A_1 - 3\lambda_4 A_2 - \alpha_1 \alpha_6 \mathcal{E}_1 - \lambda_4 \mathcal{E}_2}{N}$$

$$M_{R2} = \frac{-\lambda_2 A_1 + (3\lambda_4 - N) A_2 + \alpha_1 \alpha_6 \mathcal{E}_1 + \lambda_4 \mathcal{E}_2}{N}$$

siendo en ellas

$$A_1 = \frac{l_1}{2} [2G_2 + P_2 + Q_2 + \frac{1}{2} (P_3 + Q_3)] + \mathfrak{M}_{L1}$$

$$A_2 = \frac{l_2}{4} (P_3 + Q_3) \mathfrak{M}_{L2}$$

Casos particulares:

1.º Viga con carga sólo en los nudos. Queda en este caso

$$A_1 = \frac{l_1}{2} (P_2 + Q_2) + \frac{l_1}{4} (P_3 + Q_3)$$

$$A_2 = \frac{l_2}{4} (P_3 + Q_3)$$

y las expresiones de los momentos

$$M_{L1} = -\frac{2\lambda_1 l_1}{4N} (P_2 + Q_2) - \frac{\lambda_1 l_1 + 3\alpha_2 \alpha_6 l_2}{4N} (P_3 + Q_3)$$

$$M_{R1} = \frac{2(\lambda_1 - N) l_1}{4N} (P_2 + Q_2) + \frac{(\lambda_1 - N) l_1 + 3\alpha_2 \alpha_6 l_2}{4N} (P_3 + Q_3)$$

$$M_{L2} = \frac{2\lambda_2 l_1}{4N} (P_2 + Q_2) + \frac{\lambda_2 l_1 - 3\lambda_4 l_2}{4N} (P_3 + Q_3)$$

$$M_{R2} = -\frac{2\lambda_2 l_1}{4N} (P_2 + Q_2) - \frac{\lambda_2 l_1 - (3\lambda_4 - N) l_2}{4N} (P_3 + Q_3)$$

Carga uniforme:

$$M_{L1} = -\frac{92}{110} gl^2$$

$$M_{R1} = -\frac{73}{110} gl^2$$

$$M_{L2} = -\frac{21}{110} gl^2$$

$$M_{R2} = -\frac{34}{110} gl^2$$

Con los valores

$$P_1 = Q_1 = 500 \text{ kg.} \quad P_2 = P_3 = Q_2 = Q_3 = 1.000 \text{ kg.}$$

$$l = 1 \text{ m.} \quad g = 1.000 \text{ kg/m.}$$

se han dibujado las gráficas de la figura 5.

7. VIGA DE CINCO TRAMOS.—En ella $k = 3$, $n = 5$. El sistema tiene las tres ecuaciones

$$(6\alpha_1 + \alpha_7 + 1) M_{L1} - \alpha_7 M_{L2} = - (3\alpha_1 + \alpha_7) A_1 - \alpha_1 \mathcal{E}_1$$

$$-\alpha_7 M_{L1} + (6\alpha_2 + \alpha_7 + \alpha_8) M_{L2} - \alpha_8 M_{L3} = \alpha_7 A_1 - (3\alpha_2 + \alpha_8) A_1 - \alpha_2 \mathcal{E}_2$$

$$-\alpha_8 M_{L2} + (3\alpha_3 + \alpha_8) M_{L3} = \alpha_8 A_1 - \alpha_3 \mathcal{E}_3$$

Ninguna dificultad presenta resolver este sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas; pero los resultados finales, expresados en fórmulas literales, son en el caso general de una complejidad que los hace de aplicación poco práctica, y es preferible resolver el sistema después de haber sustituido las letras por sus valores numéricos. Resultan, sin embargo, fórmulas utilizables en los siguientes casos particulares:

1.º Montantes de igual rigidez $1 = \alpha_7 = \alpha_8$. Usaremos la notación $\lambda_i = 3\alpha_i + 1$, con lo que tenemos las ecuaciones:

$$2\lambda_1 M_{L1} - M_{L2} = -\lambda_1 A_1 - \mathcal{E}_1$$

$$-M_{L1} + 2\lambda_2 M_{L2} - M_{L3} = A_1 - \lambda_2 A_2 - \mathcal{E}_2$$

$$-M_{L2} + \lambda_3 M_{L3} = A_2 - \mathcal{E}_3$$

que resueltas dan las expresiones

$$M_{L1} = \frac{-(2\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - \lambda_1 - \lambda_3) A_1 - (\lambda_2 \lambda_3 - 1) A_2 - (2\lambda_2 \lambda_3 - 1) \mathcal{E}_1 - \lambda_3 \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_3}{4\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - 2\lambda_1 - \lambda_3}$$

$$M_{R1} = \frac{-(2\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - \lambda_1) A_1 + (\lambda_2 \lambda_3 - 1) A_2 + (2\lambda_2 \lambda_3 - 1) \mathcal{E}_1 + \lambda_3 \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3}{4\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - 2\lambda_1 - \lambda_3}$$

$$M_{L2} = \frac{\lambda_1 \lambda_3 A_1 - (2\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - 2\lambda_1) A_2 - \lambda_3 \mathcal{E}_1 - 2\lambda_1 \lambda_3 \mathcal{E}_2 - 2\lambda_1 \mathcal{E}_3}{4\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - 2\lambda_1 - \lambda_3}$$

$$M_{R2} = \frac{-\lambda_1 \lambda_3 A_1 - (2\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - \lambda_3) A_2 + \lambda_3 \mathcal{E}_1 + 2\lambda_1 \lambda_3 \mathcal{E}_2 + 2\lambda_1 \mathcal{E}_3}{4\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - 2\lambda_1 - \lambda_3}$$

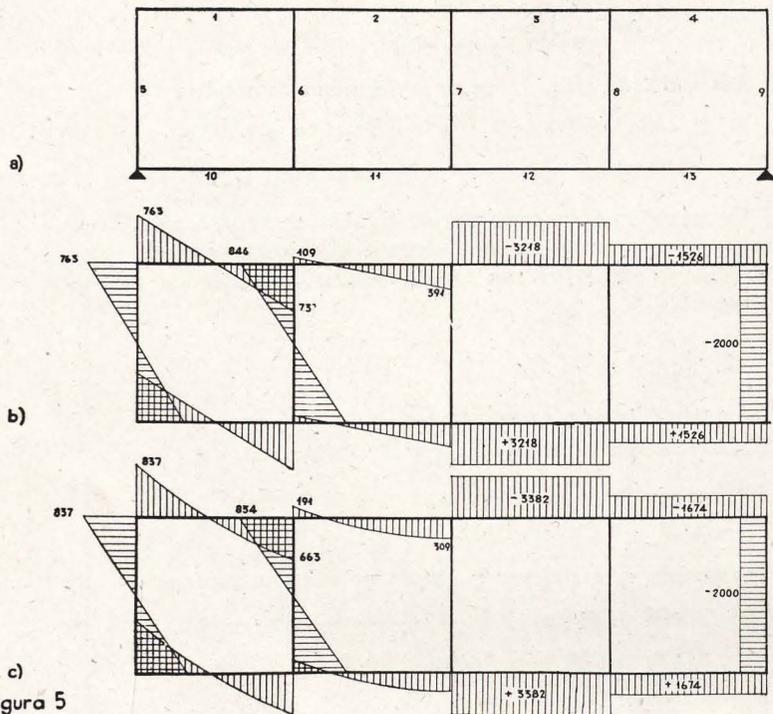
$$M_{L3} = \frac{\lambda_1 A_1 + (2\lambda_1 \lambda_2 - 1) A_2 - \mathcal{E}_1 - 2\lambda_1 \mathcal{E}_2 - (4\lambda_1 \lambda_2 - 1) \mathcal{E}_3}{4\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - 2\lambda_1 - \lambda_3}$$

siendo en ellas

$$A_1 = \frac{l_1}{2} (2G_2 + G_3 + P_2 + Q_2 + P_3 + Q_3) + \mathfrak{M}_{L1}$$

$$A_2 = \frac{l_2}{2} (G_3 + P_3 + Q_3) + \mathfrak{M}_{L2}$$

Figura 5



2.º Viga con carga uniformemente repartida g en los vanos. Los términos de la carga son:

$$A_1 = \frac{1}{2} g (l_1^2 + 2l_1 l_2) \quad \mathcal{E}_1 = \frac{1}{2} g l_1^2$$

$$A_2 = \frac{1}{2} g l_2^2 \quad \mathcal{E}_2 = \frac{1}{2} g l_2^2$$

y con estos valores las expresiones de los momentos son:

$$M_{L1} = -\frac{g}{2N} \left[(\lambda_1 + \lambda_3) l_1^2 + 2\lambda_1 l_1 l_2 + 4\alpha_2 \alpha_6 l_2^2 \right]$$

$$M_{R1} = \frac{g}{2N} \left[(\lambda_1 + \lambda_3 - N) l_1^2 + 2(\lambda_1 - N) l_1 l_2 + 4\alpha_2 \alpha_6 l_2^2 \right]$$

$$M_{L2} = \frac{g}{2N} \left[(\lambda_2 - \alpha_1 \alpha_6) l_1^2 + 2\lambda_2 l_1 l_2 - 4\lambda_4 l_2^2 \right]$$

$$M_{R2} = -\frac{g}{2N} \left[(\lambda_2 - \alpha_1 \alpha_6) l_1^2 + 2\lambda_2 l_1 l_2 - (4\lambda_4 - N) l_2^2 \right]$$

3.º Valores para el caso en que todas las piezas tengan igual luz e igual rigidez.

Carga en los nudos:

$$M_{L1} = -\frac{54}{220} (P_2 + Q_2) l - \frac{30}{220} (P_3 + Q_3) l$$

$$M_{R1} = -\frac{56}{220} (P_2 + Q_2) l - \frac{25}{220} (P_3 + Q_3) l$$

$$M_{L2} = \frac{8}{220} (P_2 + Q_2) l - \frac{20}{220} (P_3 + Q_3) l$$

$$M_{R2} = -\frac{8}{220} (P_2 + Q_2) l - \frac{35}{220} (P_3 + Q_3) l$$

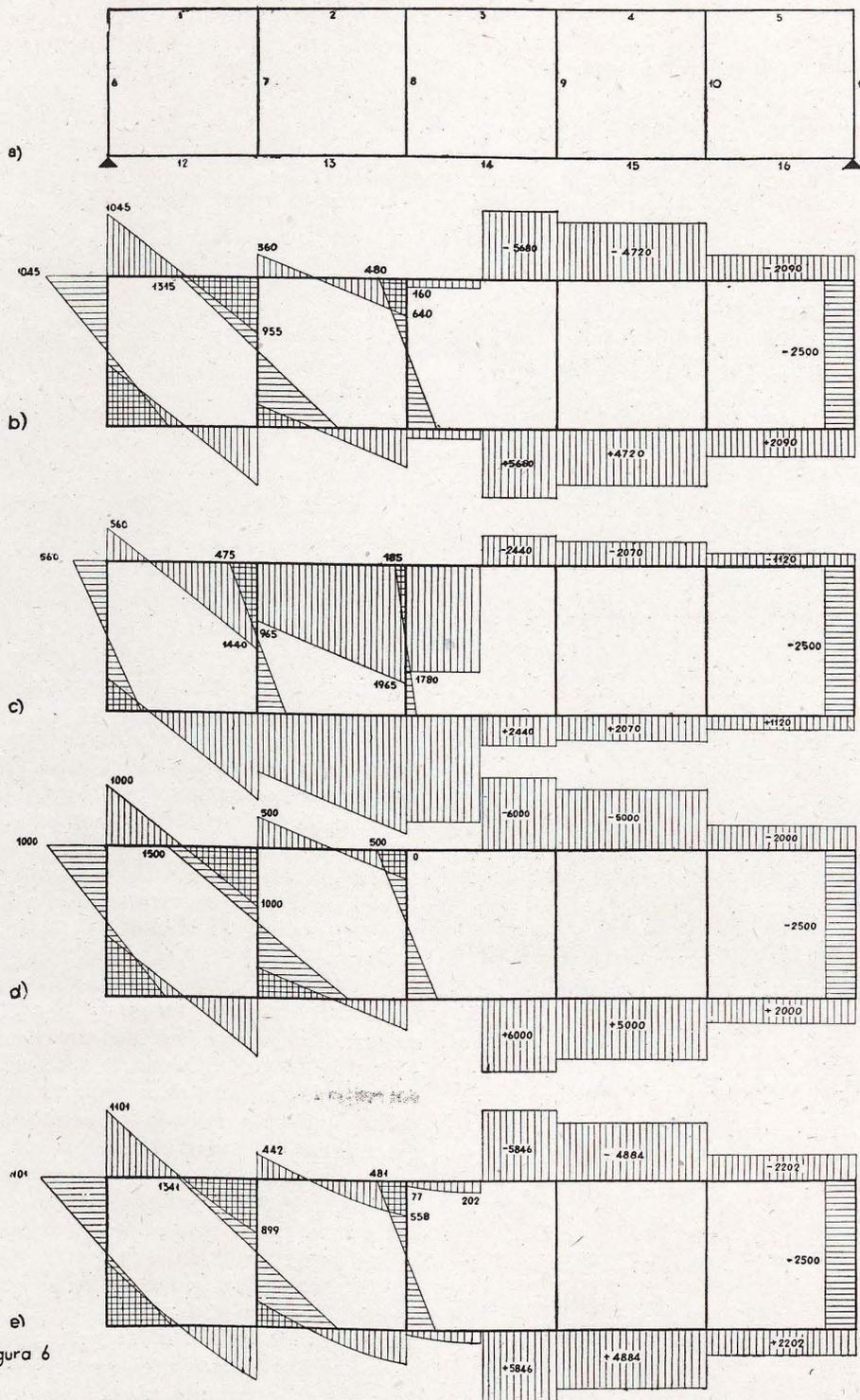


Figura 6

2.º Montantes de igual rigidez, carga en los nudos solamente. En este caso es

$$A_1 = \frac{l_1}{2} (P_2 + Q_2) + \frac{l_1}{2} (P_3 + Q_3)$$

$$A_2 = \frac{l_2}{2} (P_3 + Q_3)$$

y las expresiones de los momentos, llamando

$$N = 4 \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - 2 \lambda_1 - \lambda_3:$$

$$M_{L1} = - \frac{2 \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - \lambda_1 - \lambda_3}{2N} l_1 (P_2 + Q_2) - \frac{(2 \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - \lambda_1 - \lambda_3) l_1 + (\lambda_2 \lambda_3 - 1) l_2}{2N} (P_3 + Q_3)$$

$$M_{R1} = - \frac{2 \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - \lambda_1}{2N} l_1 (P_2 + Q_2) - \frac{(2 \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - \lambda_1) l_1 - (\lambda_2 \lambda_3 - 1) l_2}{2N} (P_3 + Q_3)$$

$$M_{L2} = \frac{\lambda_1 \lambda_3 l_1}{2N} (P_2 + Q_2) - \frac{\lambda_1 \lambda_3 l_1 + (2 \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - 2 \lambda_1) l_2}{2N} (P_3 + Q_3)$$

$$M_{R2} = - \frac{\lambda_1 \lambda_3 l_1}{2N} (P_2 + Q_2) - \frac{\lambda_1 \lambda_3 l_1 + (2 \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - \lambda_3) l_2}{2N} (P_3 + Q_3)$$

$$M_{L3} = \frac{\lambda_1 l_1}{2N} (P_2 + Q_2) + \frac{\lambda_1 l_1 + (2 \lambda_1 \lambda_2 - 1) l_2}{2N} (P_3 + Q_3)$$

3.º Carga uniformemente repartida g en los vanos. Los términos de la carga son:

$$A_1 = \frac{1}{2} g (l_1^2 + 2 l_1 l_2 + l_1 l_3) \quad A_2 = \frac{1}{2} g (l_2^2 + l_2 l_3)$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{1}{2} g l_1^2 \quad \mathcal{E}_2 = \frac{1}{2} g l_2^2 \quad \mathcal{E}_3 = \frac{1}{2} g l_3^2$$

con estos valores las expresiones de los momentos son:

$$M_{L1} = -\frac{g}{4N} \left[(4\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 + 4\lambda_2 \lambda_3 - 2\lambda_1 - 2\lambda_3 - 2) l_1^2 + \right. \\ \left. + (4\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - 2\lambda_1 - 2\lambda_3) (2 l_1 l_2 + l_1 l_3) + \right. \\ \left. + (2\lambda_2 \lambda_3 - 2\lambda_3 - 2) l_2^2 + (2\lambda_2 \lambda_3 - 2) l_2 l_3 + l_3^2 \right]$$

$$M_{R1} = \frac{g}{4N} \left[(-4\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 + 4\lambda_2 \lambda_3 + 2\lambda_1 - 2) l_1^2 + \right. \\ \left. + (-4\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 + 2\lambda_1) (2 l_1 l_2 + l_1 l_3) + \right. \\ \left. + (2\lambda_2 \lambda_3 - 2\lambda_3 - 2) l_2^2 + (2\lambda_2 \lambda_3 - 2) l_2 l_3 + l_3^2 \right]$$

$$M_{L2} = -\frac{g}{4N} \left[(-2\lambda_1 \lambda_3 + 2\lambda_3) l_1^2 - 2\lambda_1 \lambda_3 (2l_1 l_2 + l_1 l_3) + \right. \\ \left. + (4\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 + 4\lambda_1 \lambda_3 - 4\lambda_1) l_2^2 + (4\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - \right. \\ \left. - 4\lambda_1) l_2 l_3 + 2\lambda_1 l_3^2 \right]$$

$$M_{R2} = -\frac{g}{4N} \left[(2\lambda_1 \lambda_3 - 2\lambda_3) l_1^2 + 2\lambda_1 \lambda_3 (2l_1 l_2 + l_1 l_3) + \right. \\ \left. + (4\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - 4\lambda_1 \lambda_3 - 2\lambda_3) l_2^2 + (4\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 - \right. \\ \left. - 2\lambda_3) l_2 l_3 - 2\lambda_3 l_3^2 \right]$$

$$M_{L3} = \frac{g}{4N} \left[(2\lambda_1 - 2) l_1^2 + 2\lambda_1 (2l_1 l_2 + l_1 l_3) + (4\lambda_1 \lambda_2 - \right. \\ \left. - 4\lambda_1 - 2) l_2^2 + (4\lambda_1 \lambda_2 - 2) l_2 l_3 - (4\lambda_1 \lambda_2 - 1) l_3^2 \right]$$

4.º Valores para el caso en que todas las piezas tengan igual rigidez e igual luz.

Carga en los nudos:

$$M_{L1} = -\frac{120}{488} (P_2 + Q_2) l - \frac{135}{488} (P_3 + Q_3) l$$

$$M_{R1} = -\frac{124}{488} (P_2 + Q_2) l - \frac{109}{488} (P_3 + Q_3) l$$

$$M_{L2} = \frac{16}{488} (P_2 + Q_2) l - \frac{104}{488} (P_3 + Q_3) l$$

$$M_{R2} = -\frac{16}{488} (P_2 + Q_2) l - \frac{140}{488} (P_3 + Q_3) l$$

$$M_{L3} = \frac{4}{488} (P_2 + Q_2) l + \frac{35}{488} (P_3 + Q_3) l$$

Carga uniforme:

$$M_{L1} = -\frac{1075}{976} gl^2$$

$$M_{R1} = -\frac{877}{976} gl^2$$

$$M_{L2} = -\frac{432}{976} gl^2$$

$$M_{R2} = -\frac{544}{976} gl^2$$

$$M_{L3} = -\frac{75}{976} gl^2$$

Con los valores

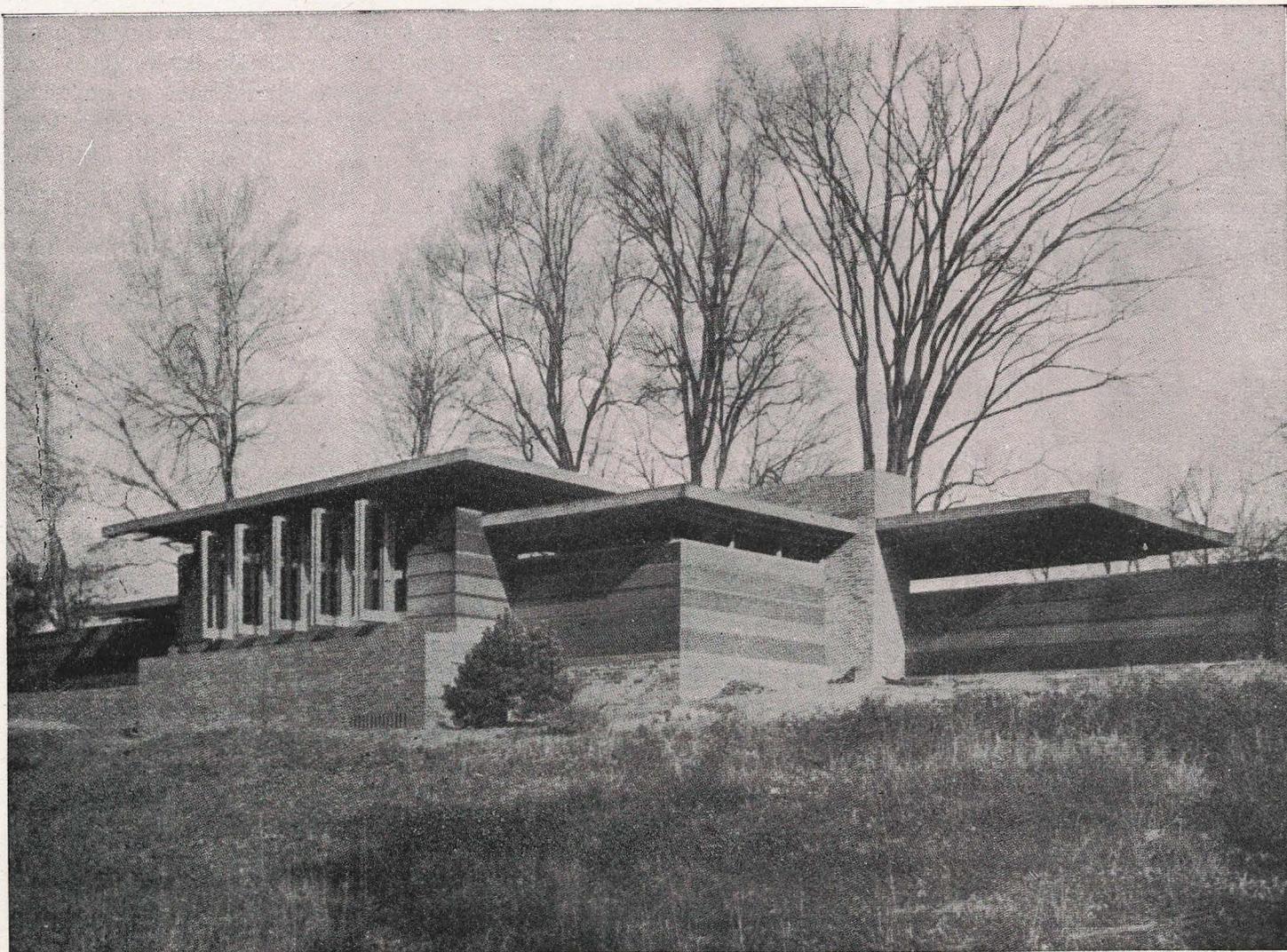
$$P_1 = Q_1 = 500 \text{ kg.} \quad P_2 = P_3 = Q_2 = Q_3 = 1.000 \text{ kg.} \\ l = 1 \text{ m.} \quad g = 1.000 \text{ kg/m.}$$

se han dibujado las gráficas de la figura 6.

NOTA 1. Entre las notaciones empleadas a lo largo de este trabajo, original del autor, figuran algunas idénticas a las empleadas por A. Kleinlogel en su obra: "Cálculo de las estructuras porticadas hiperestáticas", Editorial Labor, Barcelona, 1944. Son éstas las de los términos de carga, y se han escogido precisamente porque dichos valores se encuentran calculados en el tomo IV de la obra mencionada, para los casos más frecuentes de carga, lo que facilita considerablemente la labor.

NOTA 2. En la figura 6 se han dibujado las zonas de momentos flectores de una viga de cinco tramos con cargas en los nudos, para tres valores distintos de rigidez de cabezas respecto a montantes. La gráfica b) corresponde al caso de ser en las cabezas $\kappa_i = 1$, $\lambda_i = 4$, ó sea igual que la de los montantes. La gráfica c) al caso de cabezas fuertemente rígidas, tomando $\kappa_i = 1/30$, $\lambda_i = 1,1$, valor al que se llega con facilidad en construcciones de hormigón armado con cabezas de sección de T. La gráfica d) corresponde al caso de montantes extraordinariamente rígidos, habiendo tomado el caso límite $\kappa_i = \infty$, $\lambda_i = \infty$, o sea inercia despreciable de las cabezas.

De la simple inspección de las gráficas se desprende que tiene bastante influencia la rigidez relativa de cabezas y montantes, especialmente si las cabezas son rígidas, y que, por consiguiente, la hipótesis inicial de Vierendeel de despreciar la rigidez de las cabezas, $\kappa_i = \infty$, o la de la modificación posterior $\kappa_i = 1$, que admite cabezas y montantes de igual rigidez, sólo puede admitirse con alguna exactitud cuando los montantes sean más rígidos que las cabezas, o cuando, siendo menos, la diferencia es pequeña.



Frank Lloyd Wright: Vivienda en Okemos, Michigan, 1939.

SECCION EXTRANJERA

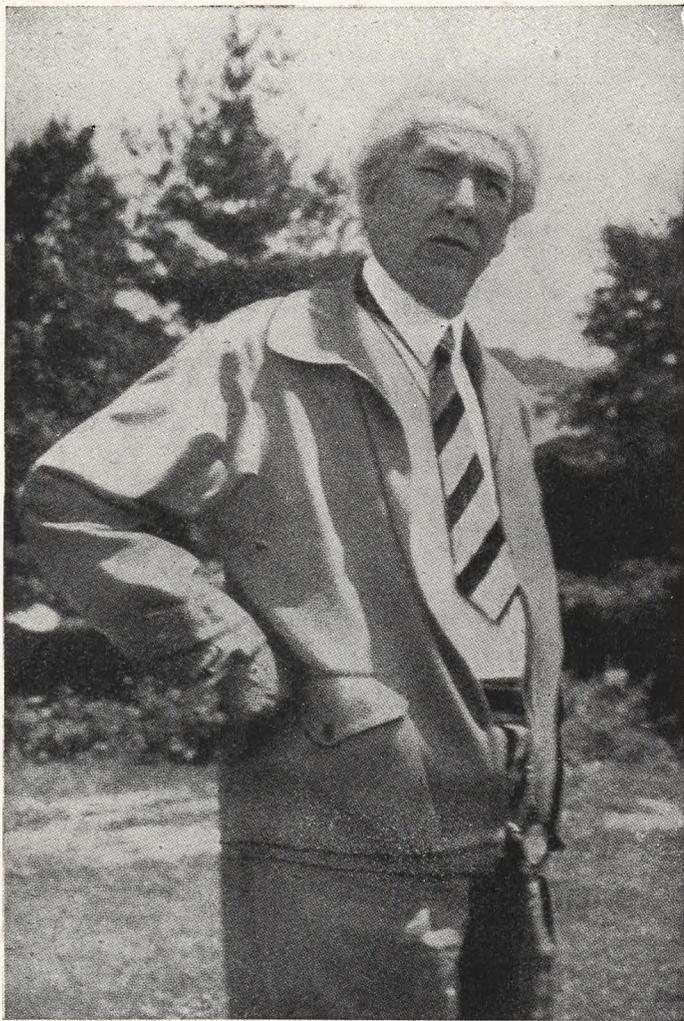
PLANIFICACION Y CONSTRUCCION EN LOS ESTADOS UNIDOS

OBSERVACIONES SOBRE LA NUEVA ARQUITECTURA EN LOS ESTADOS UNIDOS

Por ALFREDO ROTH

En el Museo de las Industrias del Arte en Zurich se realizó, desde el 9 de septiembre al 7 de octubre de 1945, una Exposición de Arquitectura norteamericana, que ha sido organizada por la Dirección del Museo en colaboración con la Legación de los Estados Unidos en Berna, y que constituye un acontecimiento, porque es ahora cuando salimos por primera vez de nuestro involuntario encierro intelectual, causado por la guerra. Dirigimos nuestra mirada a las obras de arquitectura creadas por una democracia que consideramos como la más grande hermana nuestra, y con lo cual nos sentimos enlazados de varias maneras, lo que es de gran interés, no sólo con

el mundo profesional, sino que además nos ha de enseñar un sentido más profundo, porque nos muestra la manera magnífica de enfocarse en aquel país los problemas de la construcción, tanto los particulares como los del Estado. El período de nuestro encierro hermético, que afortunadamente ha pasado y que también ha tenido sus problemas, nos había proporcionado cierta seguridad de nosotros mismos, la cual, si la examinamos muy de cerca, no ha sido precisamente muy flexible, y no ha favorecido el libre desarrollo de nuestra arquitectura. Viendo las construcciones que los demás países están ejecutando, debemos examinarlas detenidamente, compararlas



Frank Lloyd Wright, de setenta años de edad, en Talisien.

con las nuestras y, reconociendo sinceramente todo aquello en que nos superan los demás, habremos de continuar nuestros esfuerzos propios con tanta más claridad y decisión.

El material gráfico expuesto, que en primer lugar consiste en fotografías de viviendas ejecutadas, nos proporciona una excelente visión de la arquitectura americana desde los primeros comienzos de su renacimiento; es decir, desde que se apartó de los principios del estilo de la "Escuela de Bellas Artes" de París, alrededor de 1880, hasta el presente. La idea de este desarrollo que nos proporciona la Exposición, es completada del modo más instructivo por un amplio material, sumamente actual, que indica un tipo de arquitectura de alto desarrollo industrial, así como, por ejemplo, del planeamiento urbano y regional.

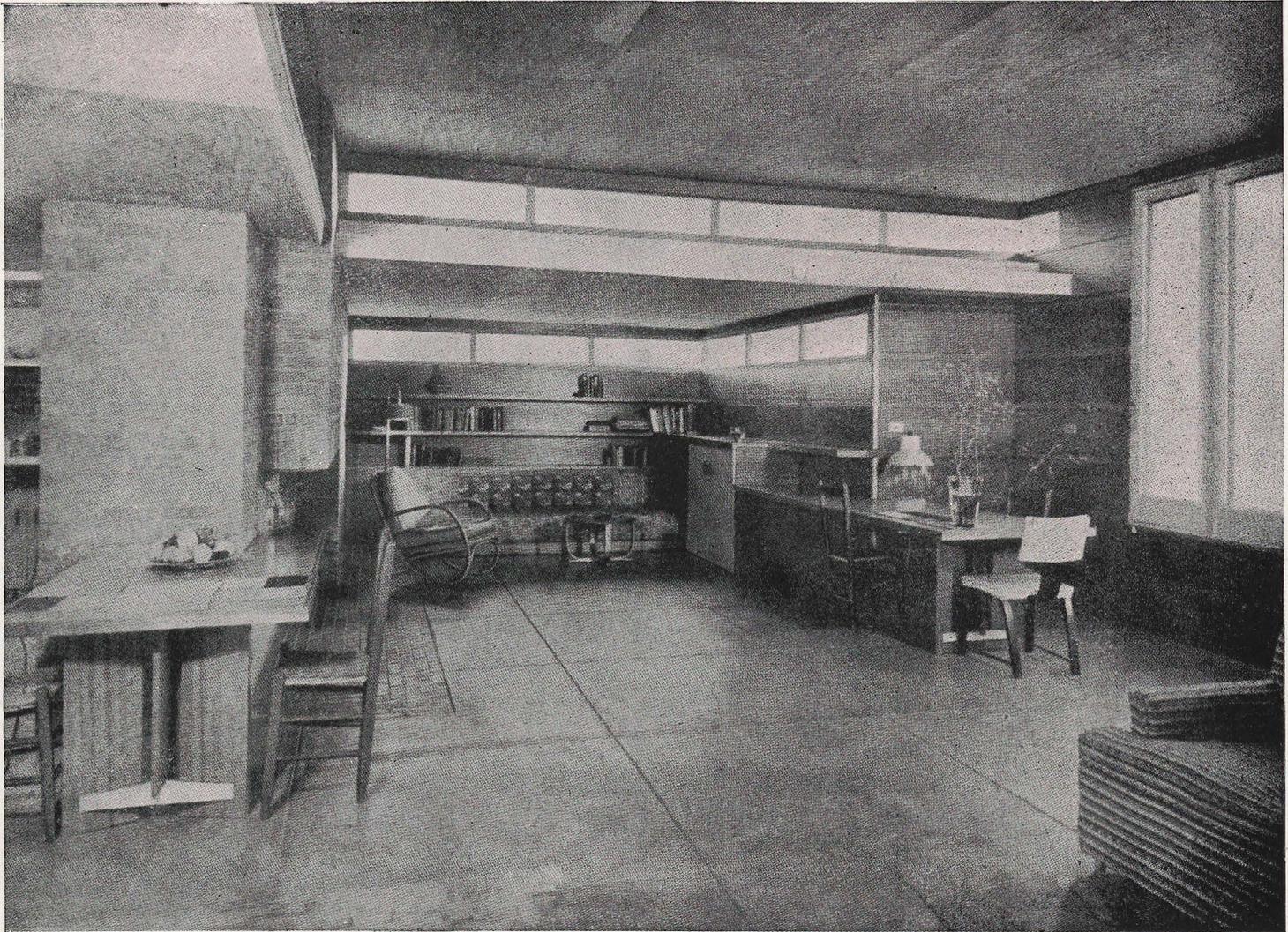
Mientras que en Europa los grandes acontecimientos políticos, aun mucho antes de culminar en la última guerra, habían causado perturbaciones muy considerables en el desarrollo sano y natural de la arquitectura, llegando en países como Alemania hasta la negación absoluta. Causó este mismo período en los Estados Unidos un progreso sorprendente del planeamiento moderno. Lo que en este lado del Atlántico, exceptuando quizás Suecia y Suiza, ya no ha sido posible, o sea, el poder juzgar y resolver los problemas de la arquitectura dentro de una atmósfera de entero progreso, allende el mar, no sólo ha sido po-

sible, sino que en los Estados Unidos ha llegado a un esclarecimiento y a una consolidación del concepto moderno de la creación constructiva. Las obras modernas expuestas reflejan una limpieza, originalidad y naturalidad extraordinarias, y al hojear los libros y revistas, publicados en gran número en estos últimos tiempos, sentimos muy de cerca la actividad y el entusiasmo que allí han de reinar. América se encuentra actualmente en un período de desarrollo de suma intensidad, que habrá de recobrar aún nuevos y mayores impulsos del innegable hecho de que en el mundo entero se hallan derrotados los enemigos del Progreso del Estado, de la Ciencia, del Arte y de la Arquitectura.

No han pasado más de diez años desde que toda la arquitectura moderna de los Estados Unidos fué dirigida por unos pocos hombres, de los cuales, sin embargo, el nombre de Frank Lloyd Wright ha recobrado una fama tan universal que quizás es única en el mundo moderno. Aunque ya hace tiempo que se ha hecho famoso este arquitecto, los círculos oficiales de los Estados Unidos han tardado mucho en reconocer su valor. Efectivamente, se trata del artista más genial y más humano entre todos los arquitectos modernos; reúne en sí el carácter del Oriente y el del Occidente. Ha construido muchas obras sin que sus compañeros americanos le hayan hecho caso. Han sido los europeos los que reconocieron como primeros los grandes méritos de Wright. El primer conocimiento nos lo facilitó el holandés H. P. Berlage, el que en el año 1911, un año después de su viaje a América, pronunció una conferencia en la Sociedad de los Ingenieros y Arquitectos en Zurich.

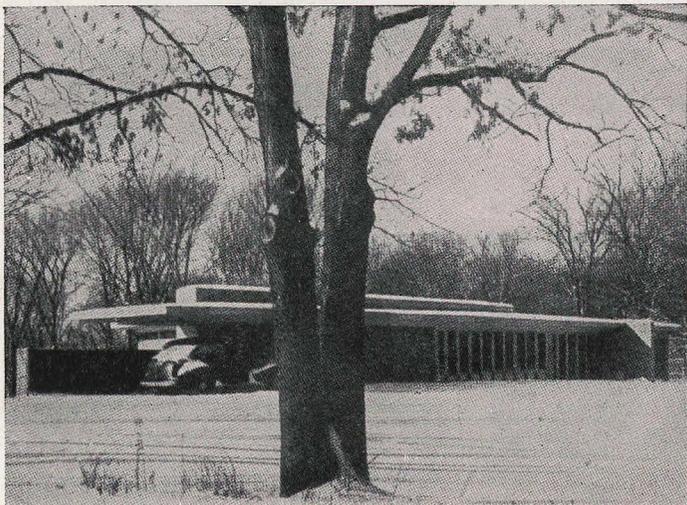
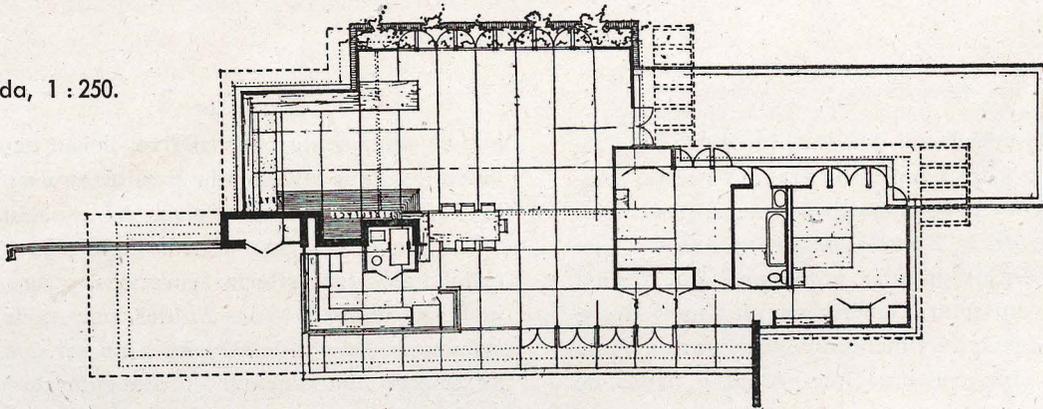
Desde entonces ha ido aumentándose constantemente también en América el reconocimiento de los grandes méritos de Wright, y hoy se recuerdan también los de los otros grandes precursores de la nueva arquitectura americana que han ejercido una gran influencia sobre el joven Wright. H. H. Richardson, William Le Baron Jeney, Louis Sullivan y Dankmar Adler son los nombres más importantes que, de un modo parecido al de Berlage, Van de Velde, Loos, Behrens, Garnier y Perret, en Europa, han luchado para librar a la arquitectura del criterio unilateral de la Escuela de Bellas Artes de París, y que le han proporcionado un sentido más moderno y una estructura que corresponde a las nuevas posibilidades técnicas. La obra de los mencionados precursores americanos está íntimamente ligada con el florecimiento de la ciudad de Chicago. De su colaboración y de sus ideales surgió la "Escuela de Chicago" (1883 a 1893), que ha llegado a tener una importancia fundamental para la historia de la Arquitectura.

La diferencia que indudablemente existe entre el desarrollo europeo y el americano consiste en que las nuevas ideas se propagaron en Europa de un modo más rápido y, sin embargo, constante en todos los países, mientras que la arquitectura americana perseveró aún décadas enteras en su criterio pseudoclásico, para llegar al fin, en estos últimos tiempos, a criterios que en Europa ya se habían estabilizado, proporcionando resultados muy considerables. Efectivamente, los americanos han necesitado mucho tiempo hasta que empezaron a aprovechar las grandes posibilidades que les facilitaba su país; es decir, sus ingenieros y sus industrias, y hasta que comenzaron a

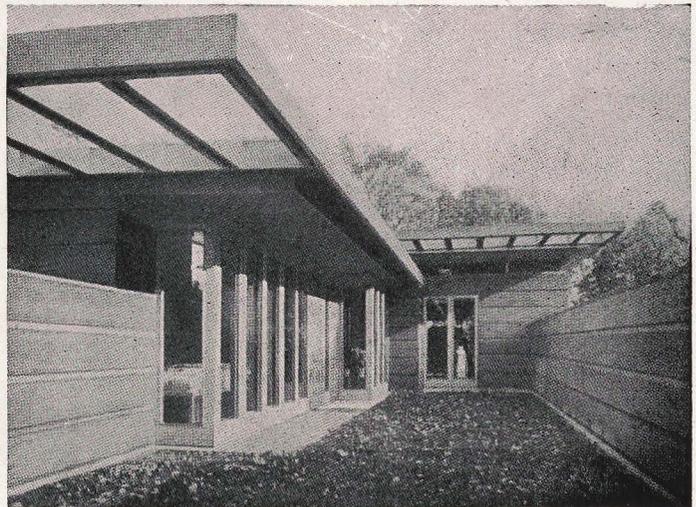


Frank Lloyd Wright: Interior de la vivienda en Okemos, Michigan, 1939.

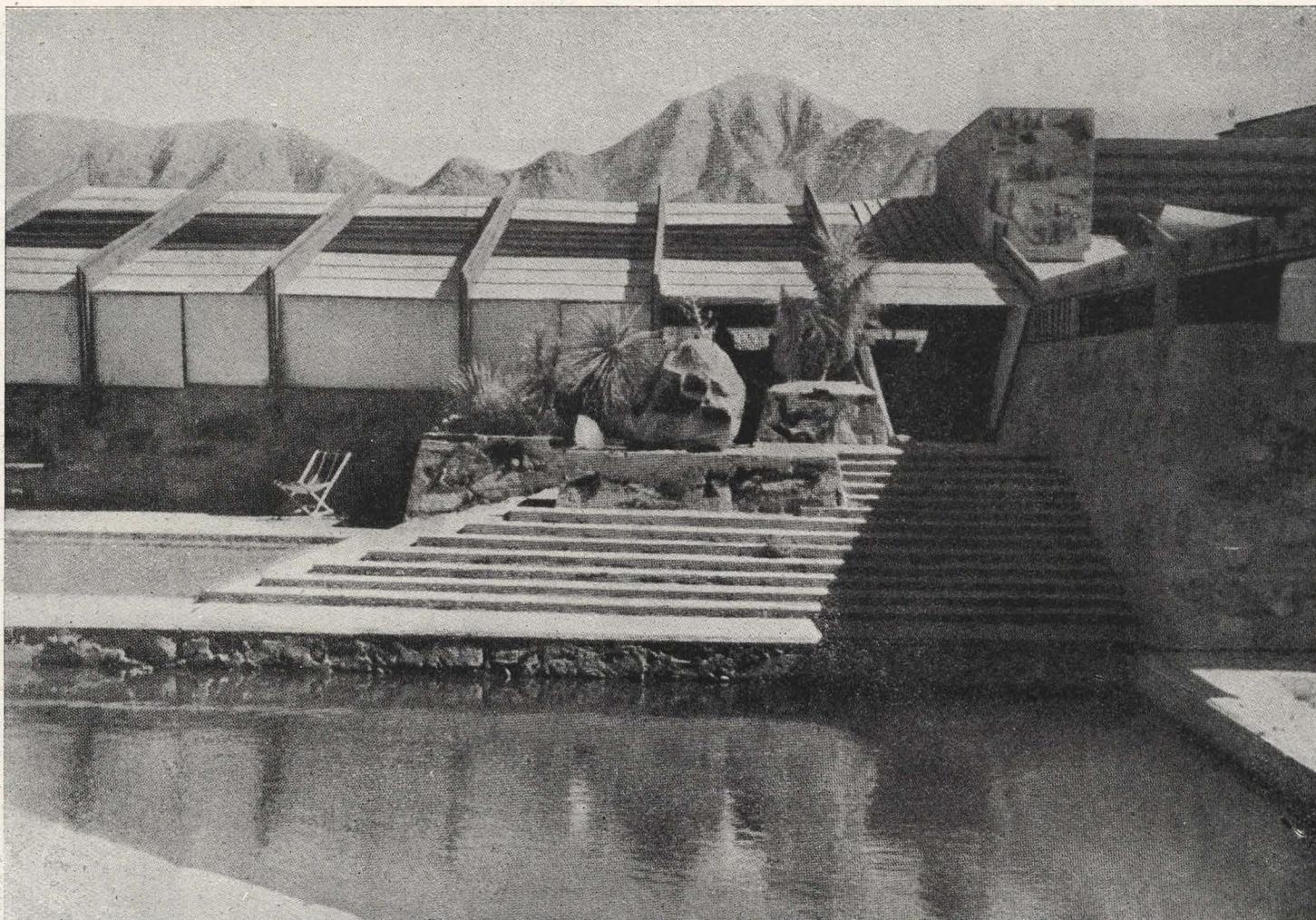
Planta aproximada, 1 : 250.



Parte de la entrada con garaje.



Terraza revestida de madera de pino.



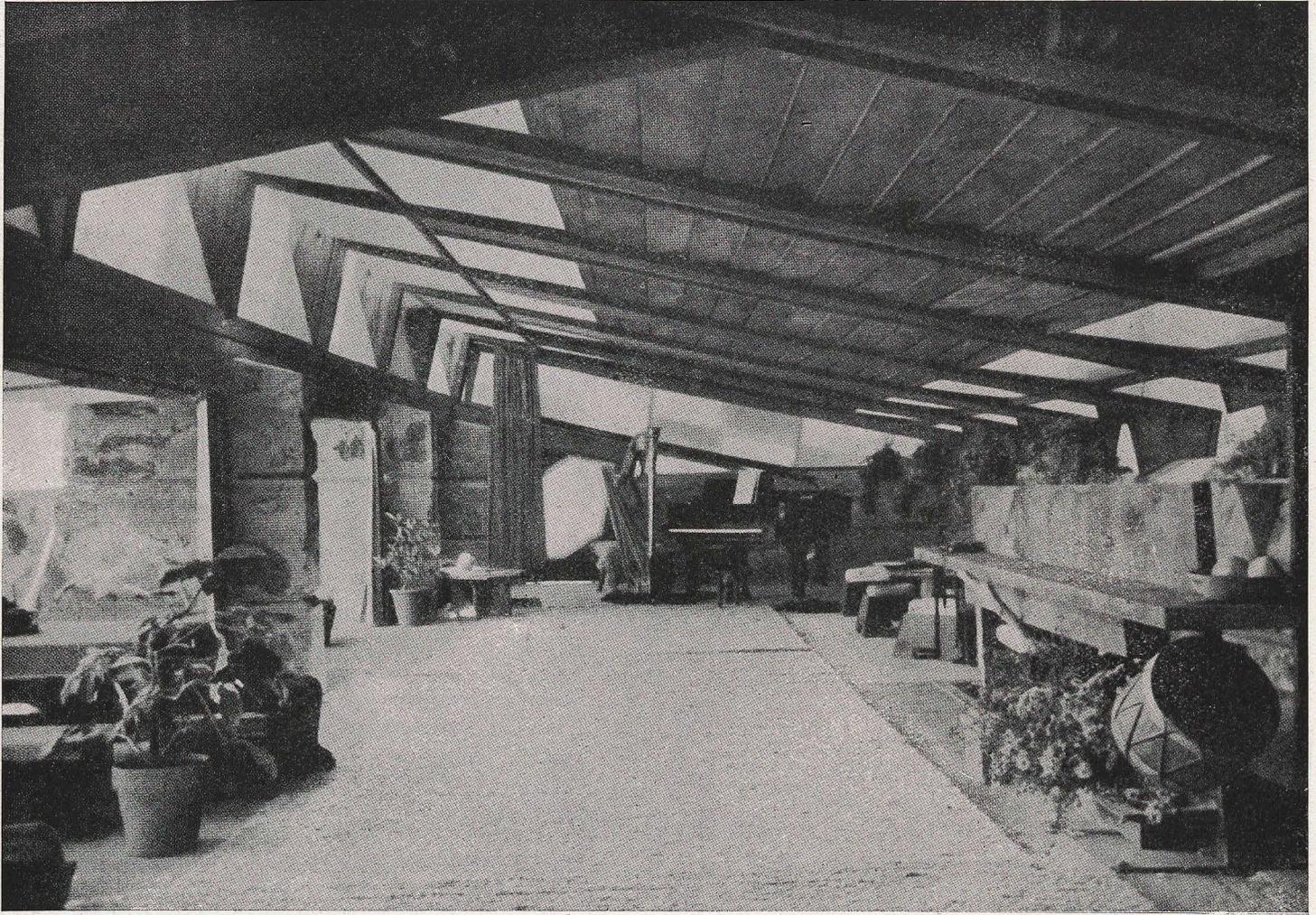
Frank Lloyd Wright: La vivienda vista desde el estanque. En Taliesin West. Maricopa Mesa, Valle Paraisico. Arizona, 1938.

comprender bien la enseñanza que les ofrecieron los rascacielos, las fábricas y los puentes de grandes vuelos. Ahora sí parece que se ha dado definitivamente el paso decisivo de los ideales de la Escuela de Bellas Artes a una solución más real de los grandes problemas, con lo cual ha alcanzado la arquitectura americana un punto desde el cual se podrían tomar fácilmente las decisiones necesarias para llegar a obras de creación propia y llenas de vitalidad.

La situación actual de la arquitectura americana está caracterizada por la posición especial que Wright ocupa todavía hoy y por las grandes influencias de origen europeo.

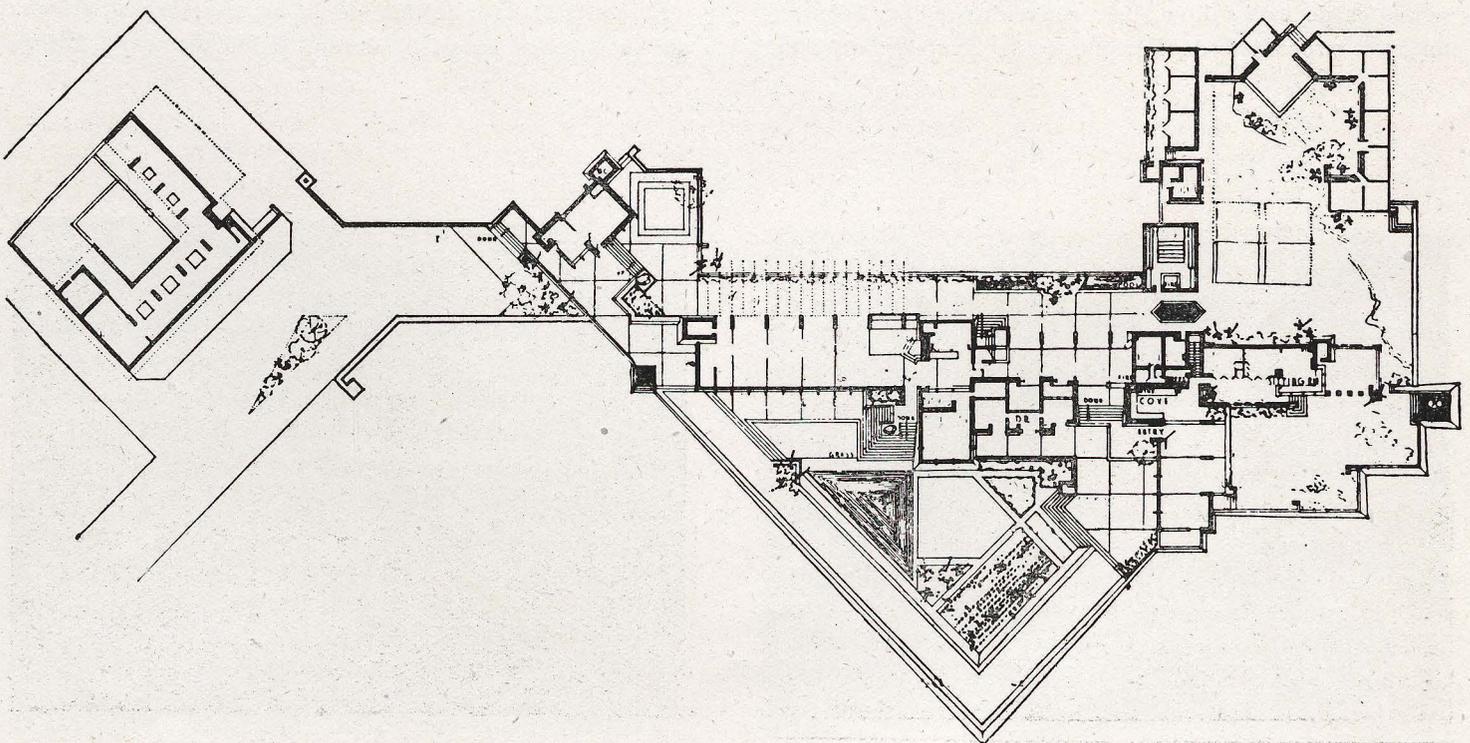
Nos llevaría demasiado lejos si quisiéramos entrar en detalles sobre la obra de Wright; sin embargo, intentaremos dar algunas explicaciones sobre su posición especial dentro del desarrollo de la arquitectura americana. Se trata de un artista de personalidad muy pronunciada y de un carácter sumamente fuerte, cuya obra visionaria como tal no podrá ser imitada fácilmente. Habremos de separar cuidadosamente lo único y lo personal de lo general y universal si queremos llegar a entender la verdadera importancia que tiene Wright para la tesis moderna de la arquitectura en general. Su verdadero arte, su profunda espiritualidad, su alta ética y su pura humanidad, así como su gran entendimiento del material y su modo de pensar

que es sumamente constructivo, llegan en su obra a aquella síntesis que significa la arquitectura en la consecuencia lógica, completamente nueva, del espacio, cuerpo y forma. Todavía se agarran demasiado a la técnica y al material todos los criterios europeos, y aun más el criterio moderno de los Estados Unidos, para poder hablar de una influencia directa de Wright, a no ser que entendamos en su sentido fundamental el concepto de la "arquitectura orgánica" que ha sido creado por él. Bajo esta denominación quiere expresar la arquitectura que él realiza, y que es más que sólo una unión íntima del edificio con la naturaleza o un empleo adecuado del material con su estructura natural. La arquitectura orgánica de Wright se desarrolla de la naturaleza material y espiritual del hombre igual al desarrollo que percibimos en la naturaleza orgánica. El arquitecto no debe ignorar el menor detalle de los conocimientos y descubrimientos del dominio del hombre si quiere crear una arquitectura que sea más humana, y por lo tanto más orgánica que las anteriores. Wright es un defensor convencido de la democracia moderna y rechaza toda idea de representación monumental. El sabe que la forma nueva de la ciudad y de la vivienda no podrá desarrollarse sino por una creación directa, que ha de fundarse en las realidades de la sociedad humana. Sin cumplir esta condición, será imposible llegar a un cambio del desarrollo de la humanidad y de la archi-

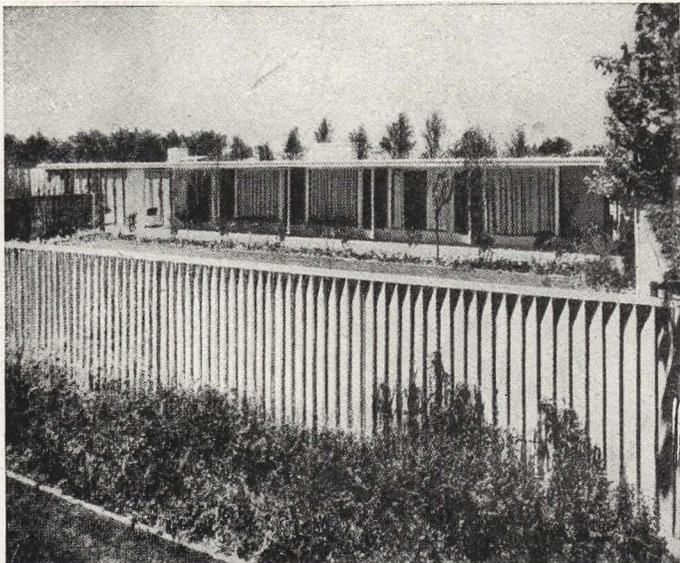


Frank Lloyd Wright: Taliesin West. Sala de estar y estudio.

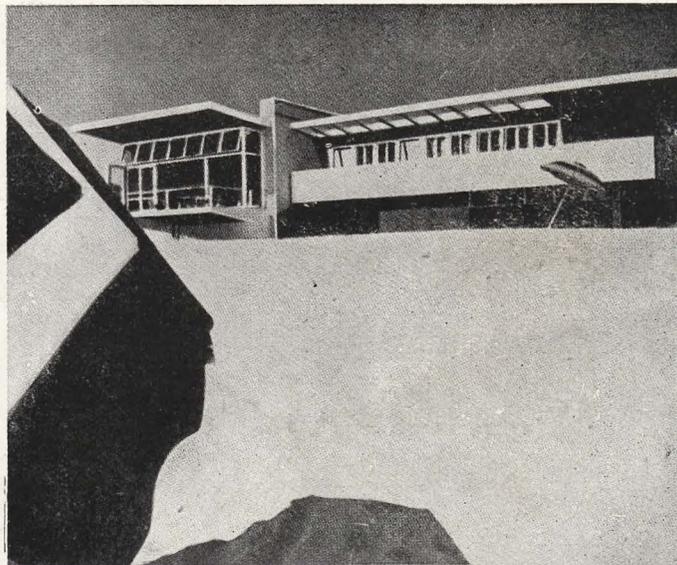
En Taliesin West pasa Wright el invierno en compañía de sus discípulos. La vivienda está construida de piedras naturales y hormigón, revestidas de madera y lienzo. La parte mayor de la obra ha sido ejecutada por los discípulos.



Planta de la obra total.



John Funk: Vivienda en Modesto, California, 1939.



Vicente G. Kling: Casa en Mantoloking, New Jersey, 1941.

itectura. Estas ideas y otras parecidas se encuentran en su libro, que publicó en 1934 bajo el título: *When Democracy builds*.

Por razones fáciles de comprender, se mostraba Wright siempre muy reservado frente a las obras de la arquitectura europea. Según él, nuestro criterio europeo no ha podido superar lo material ni lo racional, y sin notarlo nosotros mismos, quedamos encadenados en la idea clásica de la construcción abstracta y representativa (Le Corbusier). Por otra parte, es fácil de comprender que el desarrollo de la arquitectura de los Estados Unidos, a pesar de Wright, se ha dejado influir en tan alto grado por las ideas europeas, que han sido mucho más accesibles a los mismos americanos.

La influencia de la arquitectura europea sobre la americana se explica también por el hecho de que los representantes de esta última, más conocidos en los años anteriores, procedían de Europa, como Neutra, de Viena,

Loenberg-Holen, de Copenhague, y Lescaze, de Ginebra. De éstos, sólo Neutra, que llegó a América en 1923, ha sido influido por Wright. Pero no menos fuerte ha sido la influencia que las construcciones y los libros de Le Corbusier han ejercido sobre la nueva generación de los arquitectos americanos. Profundas huellas han dejado las conferencias que Le Corbusier, invitado por el Museo del Arte Moderno, ha pronunciado en 1935 en Nueva York y en otras capitales, glorificando la civilización de la máquina. Después vino Alvar Aalto, cuyas ideas sobre el material y la forma influyeron especialmente sobre el concepto americano de los interiores. También la Exposición Internacional de 1939, donde se vieron obras construidas por arquitectos procedentes de muchos países diferentes, ofreció a los americanos la ocasión de recibir nuevos estímulos y aclaraciones.

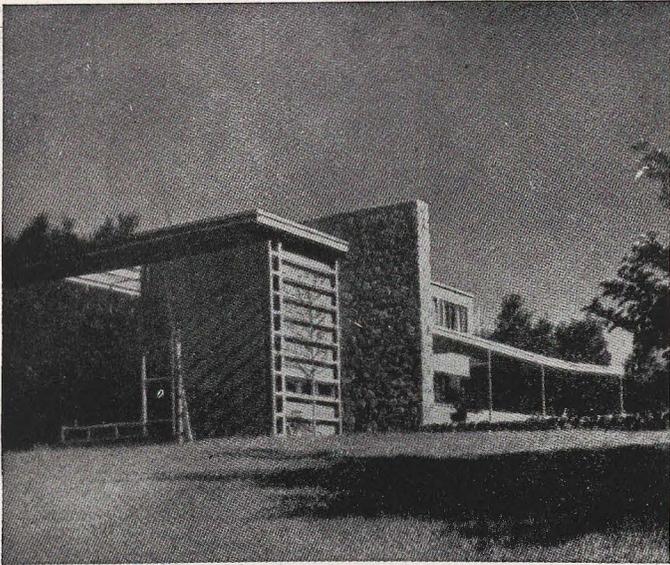
El contacto más íntimo de la arquitectura americana con la europea lo establecieron, indudablemente, Walter



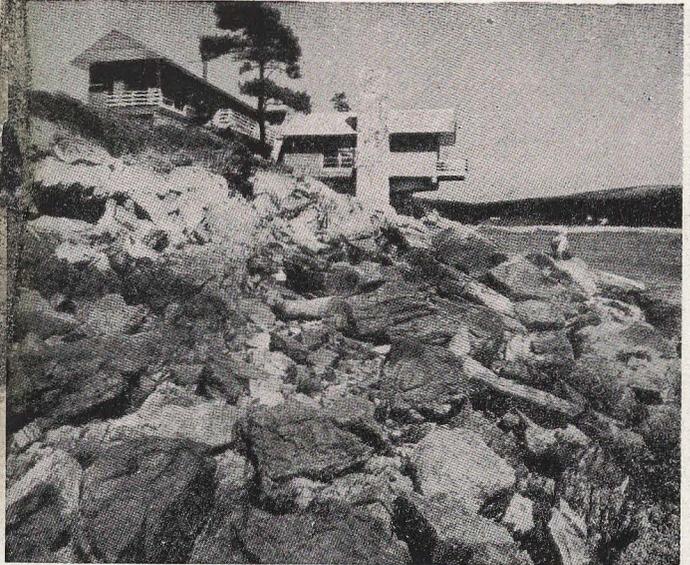
John Funk: Interior de la vivienda en Modesto.



Ph. Johnson y S. L. Horsley: Casa de Ph. Johnson en Cambridge, 1942.



Walter Bogner: Casa en Lincoln, Massachusetts.



Jorge Howe: Casa en Mount Desert Island, Maine, 1939.

Gropius (1937), Marcel Brener (1937), Miesvander Rohe (1938) y L. Hilbersheimer (1938), que fueron llamados a los Estados Unidos para desempeñar cátedras en las más importantes Escuelas de Arquitectura, y que además ejecutaron obras de construcción.

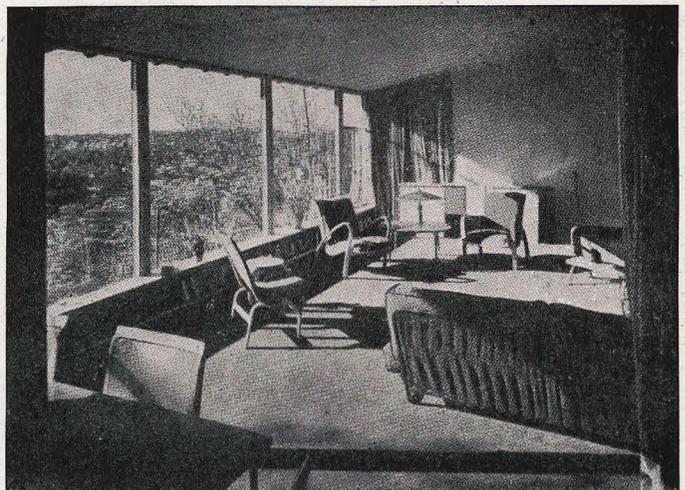
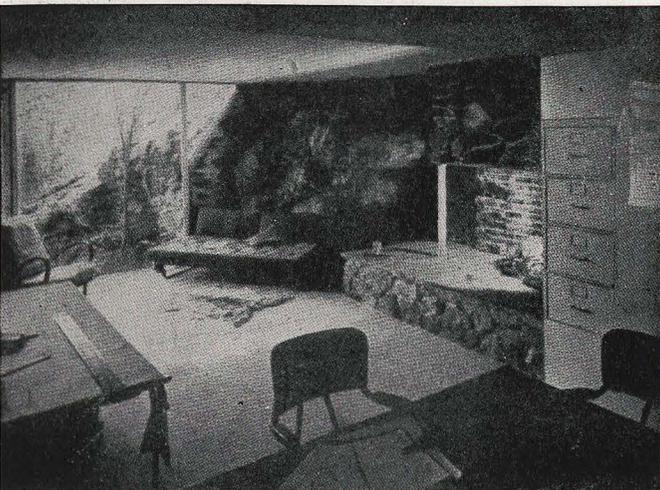
En los últimos años antes de la guerra venían más y más jóvenes arquitectos y estudiantes de arquitectos a Europa para completar sus estudios en los diferentes centros europeos de la verdadera arquitectura moderna, como París, Londres, Amsterdam, Stockholmo, Helsinki, Zurich, Praga y Milán. Quien haya tratado esta nueva generación fuerte y deseosa de conocer cosas nuevas habrá sido impresionado por su espíritu emprendedor y por el sentido real de la vida de estos jóvenes, a quienes la profunda espiritualidad y arte de un Wright, efectivamente, no podían interesar todavía.

Con respecto a la educación profesional de la nueva generación americana, hemos señalado ya la existencia de

numerosas escuelas especiales de primera categoría, que en contraposición a las altas escuelas europeas habrán de considerarse menos como Academias que se hallen muy por encima de toda realidad, y que constituyen más bien centros de enseñanza profesional, compuestos de varios Institutos de pruebas y laboratorios. Todos los estudiantes disponen de abundantes bibliotecas muy bien instaladas. Dichos centros disponen de fondos para facilitar viajes de estudios y al extranjero, así como para becas.

La idea de la arquitectura moderna es fomentada por el Museo del Arte Moderno en Nueva York, que no se limita, como los Museos europeos, a exponer determinadas obras de arte, sino que interviene en el proceso de desarrollo del arte de un modo sumamente activo, organizando exposiciones de actualidad, conferencias y publicaciones. Tendremos que volver a hablar de esta institución modelo del arte y de la educación.

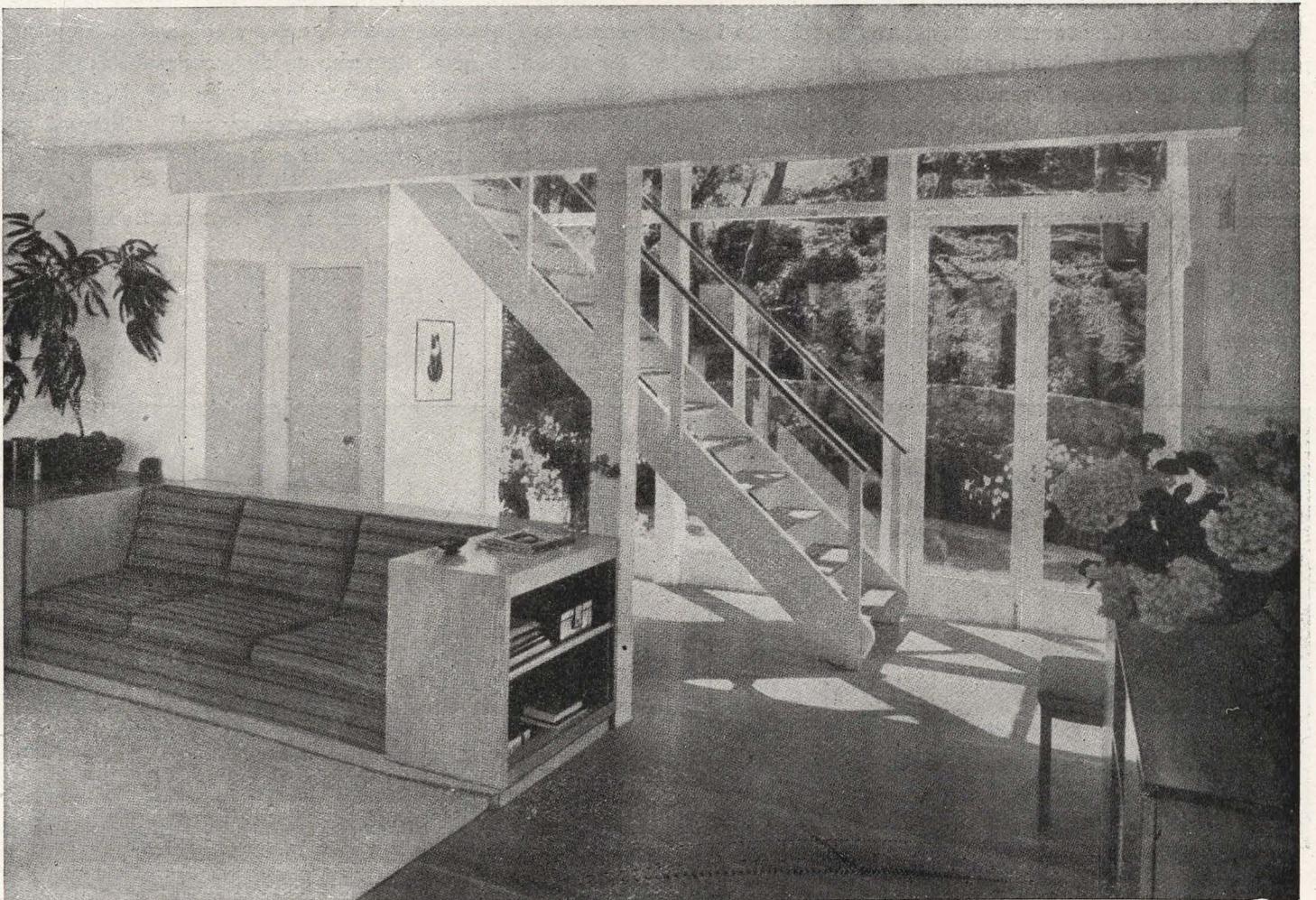
De la arquitectura actual de los Estados Unidos pode-

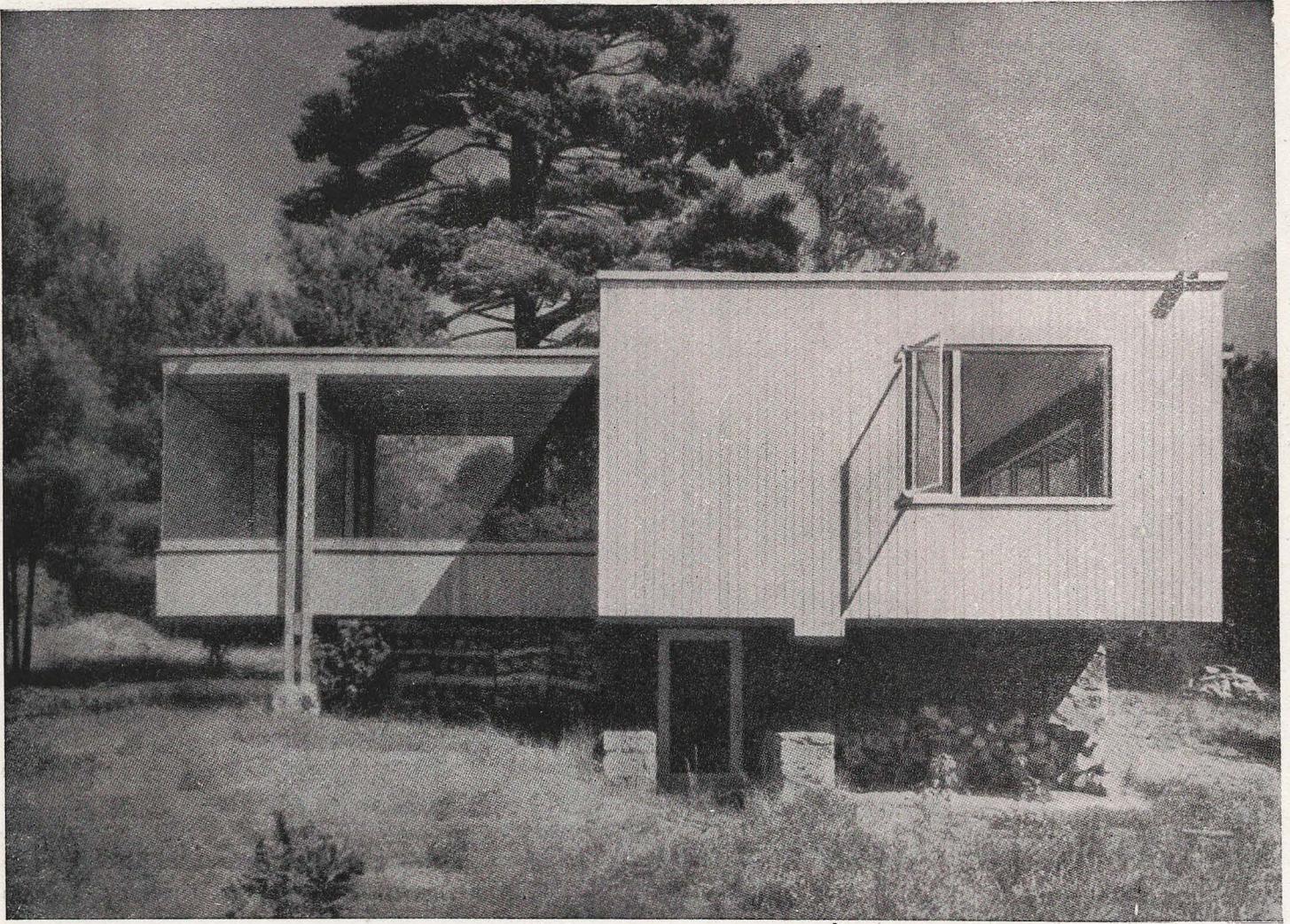


Carlos Koch: Dos vistas de la sala de estar de la casa propia. Belmont, Massachusetts, 1942.

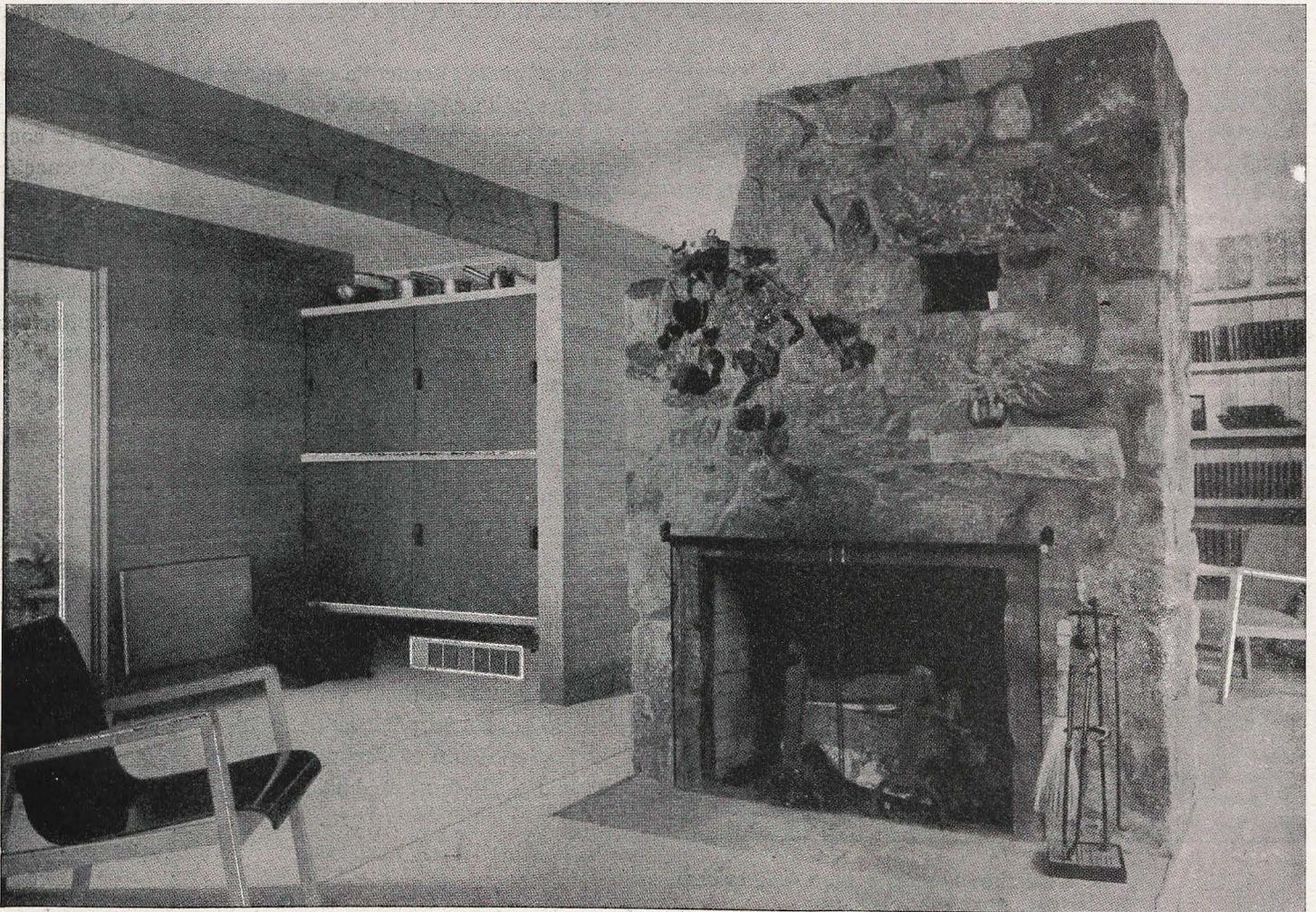


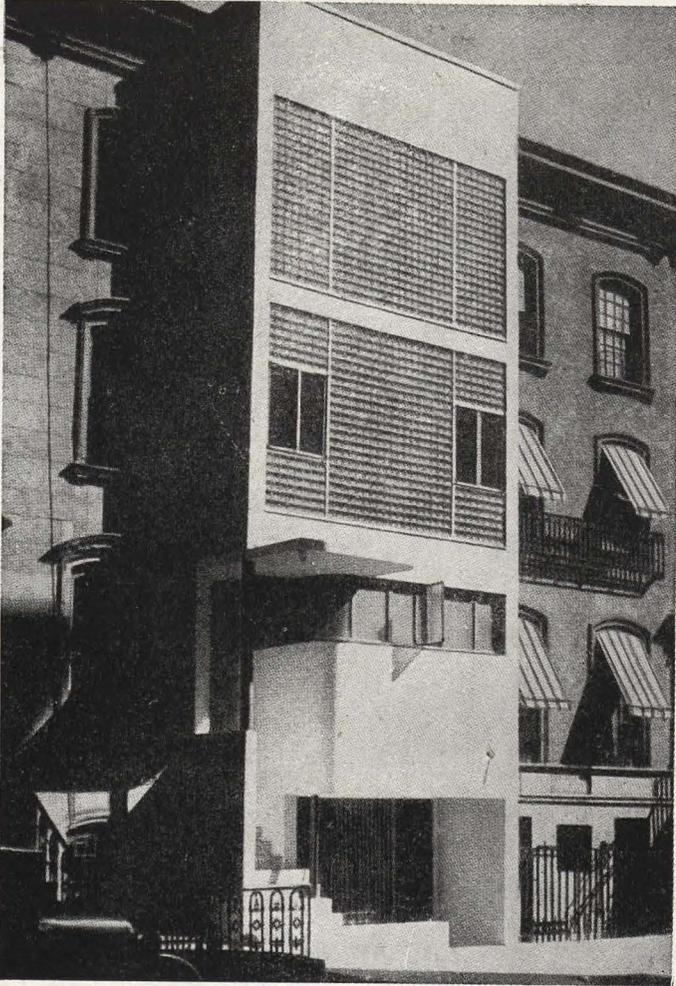
Gardner A. Daily y María Harbeck: Casa en Sausalito. California, 1939. Vista de la casa y del interior.





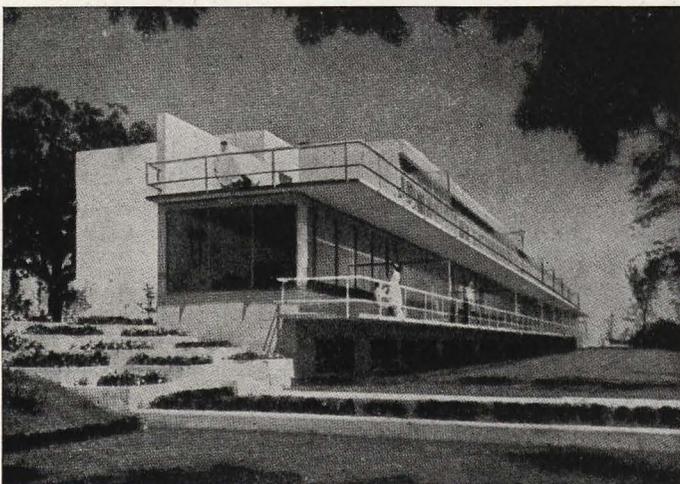
Walter Gropius y Marcelino Breuer: Casa para pasar las vacaciones en Wayland, Massachusetts, 1940. Vista de la casa y del interior.



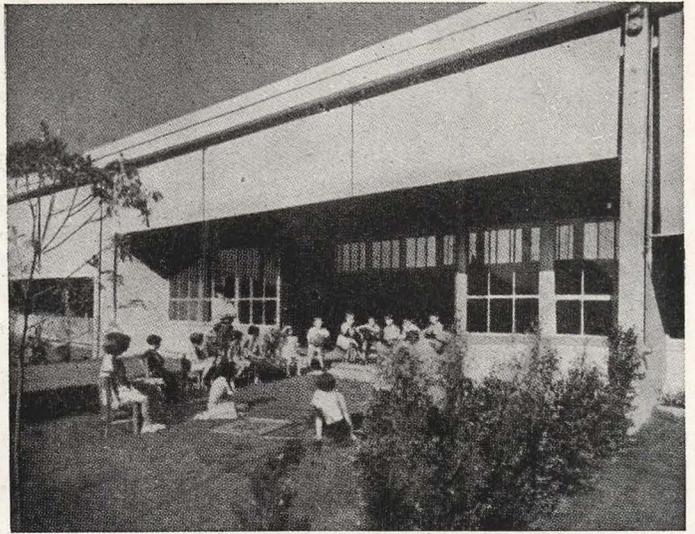


Guillermo Lescaze: Casa del arquitecto en Nueva York, 1935.

mos decir que se encuentra sobresaturada por la técnica. Pero este criterio nuestro no sería completo si no señalamos simultáneamente la "América social". Ya antes de la última guerra se levantó en los Estados Unidos el gran problema social, que se reflejó en la construcción de escuelas, jardines de infancia, hospitales, instituciones benéficas y en las grandiosas reformas de la vivienda en las zonas agrarias. Pero también los problemas del ur-



W. A. Gauster y W. L. Pereira: Sanatorio para tuberculosos en Waukegan, Illinois, 1939.



R. J. Neutra: Escuela pabellón en Los Angeles, 1935.

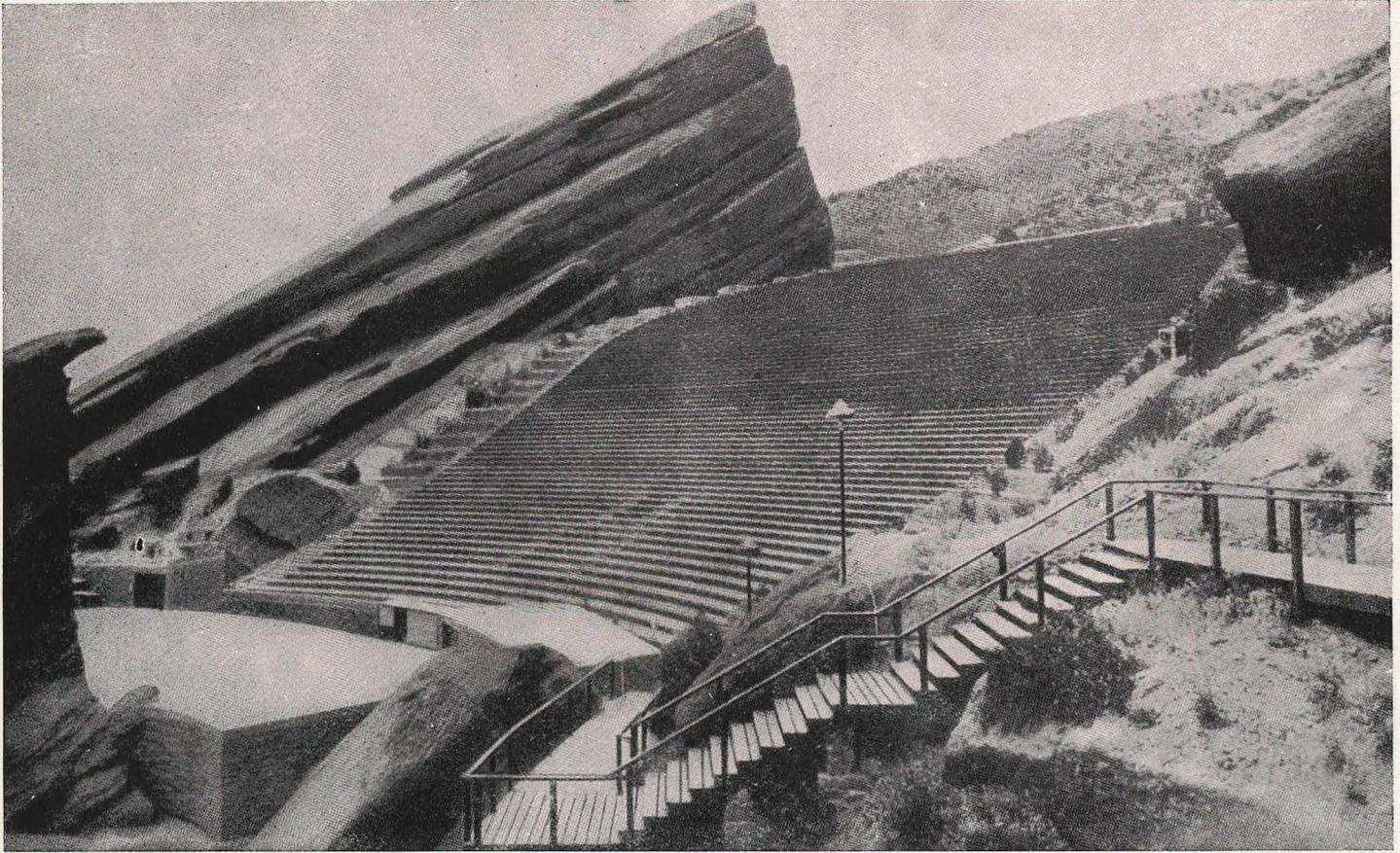
banismo general, de la planificación nacional y regional han sido muy fomentados por el Estado y los Ayuntamientos, que así han demostrado que sentían su responsabilidad por los problemas sociales. Especialmente en los años de la última guerra surgieron problemas que podrían calificarse de gigantescos, pues había que proporcionar viviendas en poquísimos tiempo a diez miles de obreros dedicados a las tareas de armamento y municionamiento. Así se plantearon problemas urgentes a las industrias americanas de la construcción, y de esta forma se explica que el tema de las "casas prefabricadas" haya llegado a ser el más actual en los círculos americanos de la construcción.

En resumen, hemos de expresar a los americanos nuestra profunda admiración ante los resultados obtenidos en la moderna arquitectura en general, así como en la construcción de viviendas y en la técnica de la construcción en especial. Los Estados Unidos han encontrado el camino que conduce a un desarrollo sano y natural de la arquitectura. Estamos convencidos de que los arquitectos y técnicos americanos utilizarán las influencias europeas para llegar a una forma propiamente suya, a una arquitectura, la cual, a su vez, volverá a reflejarse sobre las obras creadas en Europa.

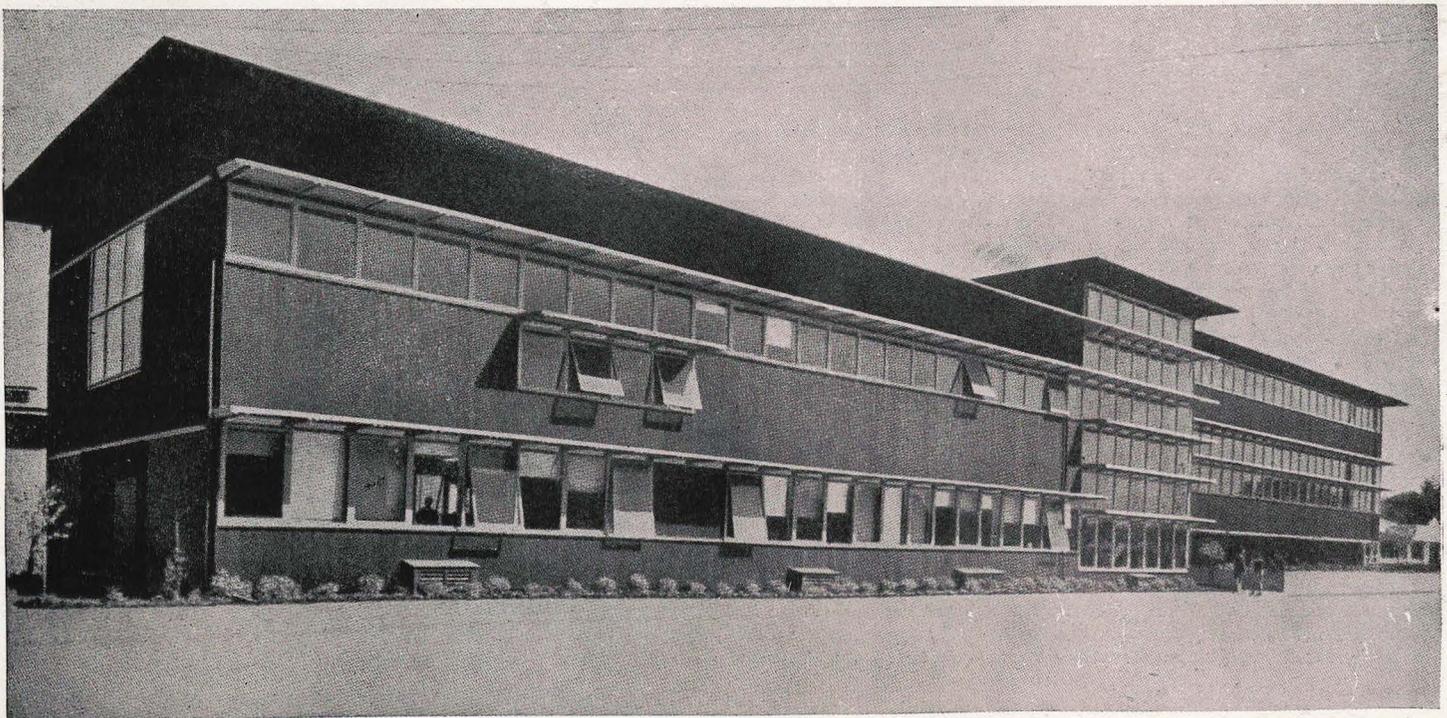
Literatura utilizada: Sigfredo Giedion, *Time, Space and Architecture*. The Harvard University Press, Cambridge. Elizabeth Mock, *Built in USA 1932-44*. The Museum of Modern Art, New-York.

Arquitectos europeos llamados a desempeñar cátedras en los Estados Unidos:

Gropius, Brener: Harvard University; M. van der Rohe: Armour Institute of Technology, Chicago; Ailbersheimer: Illinois Institute of Technology, Chicago.



Burnham Hoyt: Anfiteatro en las rocas rojas de Morrison, Colorado, 1941. 9.000 asientos. Las condiciones topográficas facilitan una buena acústica.



Guillermo W. Wurster: Casa de oficinas, de madera; ventanas protegidas contra el sol. Sunnyvale, en California, 1942.

BIBLIOGRAFIA Y NOTICIARIO

LIBROS

“Construcciones Metálicas”.—Autor: Fernando Rodríguez-Avial.—Editado por el Patronato de Publicaciones de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales.

El autor de este magnífico libro, D. Fernando Rodríguez-Avial, es profesor titular de Mecánica aplicada a la Construcción y Arquitectura Industrial.

El tema que se ha propuesto el autor —Construcciones Metálicas— es de un trascendental interés para todos aquellos directamente relacionados con la construcción general. La bibliografía recibe, en este aspecto, un estudio de primera calidad e importancia. Tiene además el libro del Sr. Rodríguez-Avial particular interés pedagógico, ya que une a la presentación de todos los problemas teóricos la pertinente enseñanza de su aplicación; con ejemplos numéricos y proyectos resueltos el autor aclara las dudas que pudieran plantearse al más exigente de los lectores. Nada menos que treinta y seis Tablas de Cálculo son ofrecidas. Y el texto, ilustrado con numerosos dibujos, acapara 617 páginas. La última queda reservada para la bibliografía publicada sobre este tema.

Transcribiremos en sus más importantes puntos el sumario: *Primera Parte: Clasificación y fabricación de los hierros. Medios de unión en las construcciones metálicas. Sistemas de alma llena. Sistemas reticulares planos. Pilares o soportes de perfiles laminados. Segunda Parte: Aplicaciones constructivas. Postes para conducciones eléctricas. Naves industriales. Estructuras metálicas de edificación. Ventanas y puertas metálicas.*

Naturalmente que cada uno de estos capítulos y subcapítulos dividen en los correspondientes apartados, que tratan la cuestión desde los más variados puntos de vista, logrando para el lector el enfoque total de los asuntos planteados. Insistimos en la índole práctica del libro. La prestigiosa experiencia que revela. No en balde el docto catedrático Sr. Rodríguez-Avial y Azcúnaga es hoy considerado como una de las más prestigiosas autoridades en estas fundamentales derivaciones del arte y la ciencia de la Construcción.

“El hormigón armado. Curso de Mecánica Aplicada. Fundamentos teórico-prácticos de la construcción de hormigón armado, con diversos ejemplos de cálculo y proyecto.—Autor: Manuel Company, Ingeniero Militar.—Editorial Gustavo Gili, S. A. Barcelona.

En un volumen de 456 páginas, el ingeniero militar D. Manuel Company ha sabido compendiar un curso práctico de Mecánica Aplicada al hormigón armado. En un primer capítulo estudia los materiales: cemento, árido, agua, hierro y hormigón; las distintas clases de hormigón y los ensayos de resistencia. Y los encofrados: de muros, de pilares, de vigas y de losas. En el segundo capítulo analiza la “Compresión centrada”: los pilares de hormigón en masa, armado y zunchado. En el tercer capítulo la “Flexión simple”: las vigas de sección rectangular con armadura sencilla y armadura doble; los esfuerzos cortantes y rasantes; las losas rectangulares apoyadas en todo su perímetro; acompañando cada asunto de ejemplos expresivos y aclaradores. La “Flexión compuesta” es objeto del cuarto capítulo, en el que se atiende a las estructuras con tres articulaciones y entramados, así como exponiendo los necesarios ejemplos. El quinto y último capítulo se refiere a algunas aplicaciones de la teoría de la elasticidad: vigas continuas, arcos de dos articulaciones, paredes transversales, bóvedas, puentes, arcos empotrados, etc. Y termina el volumen con un apéndice, en el que por medio de tablas con gráficos se hace cumplida referencia a los más importantes problemas derivados del tema estudiado.

Esta simple reseña del sumario de la obra del ilustre ingeniero Sr. Company determina la importancia y amplitud del asunto que ha investigado, el orden y buen juicio técnico que ha presidido su estudio y, sobre todo, la índole práctica con que ha sido visto. Este

libro ofrece una experiencia muy nutrida de detalles pasados por la realidad, y acierta en este aspecto pedagógico con la exposición de un conocimiento práctico del hormigón armado, culminante conquista de nuestro siglo para la construcción en general.

“Cómo debo construir”.—Autor: Pedro Benavent.

Pedro Benavent, el culto y destacado arquitecto catalán, publicó en 1934 un manual o tratado de construcción de edificios siguiendo la fórmula elemental sucinta y práctica tan frecuente en otros países, principalmente en Inglaterra, Norteamérica y Alemania. Este manual tuvo un éxito considerable, agotándose rápidamente sus ediciones.

No contento con esto realizó poco a poco diferentes correcciones, que vinieron a incorporar a sus escritos una referencia de los perfeccionamientos técnicos sucesivamente obtenidos en tal materia, llevando adelante una nueva edición en el año 1937.

Más adelante vierte al castellano el contenido del manual anterior y publica una edición en agosto de 1944, donde introduce todas las innovaciones que la penuria circunstancial ha introducido en la técnica de la construcción, y acreditada en su constante experiencia. Esta edición siguió la misma suerte que las anteriores y ahora la renueva con un perfeccionamiento de todo lo anterior, depurando sus términos y recogiendo todo lo digno de ser tenido en cuenta de una manera elemental y genérica, prescindiendo de descripciones circunstanciales de procedimientos improvisados.

Todo cuanto pueda ocurrir en una construcción tiene adecuado lugar a lo largo de sus páginas, donde quedan perfectamente agrupadas las distintas materias, desde el levantamiento de planos del terreno hasta las instalaciones de todo orden necesarias en los edificios, pasando por los trabajos correspondientes a los diversos oficios que integran la técnica de la construcción.

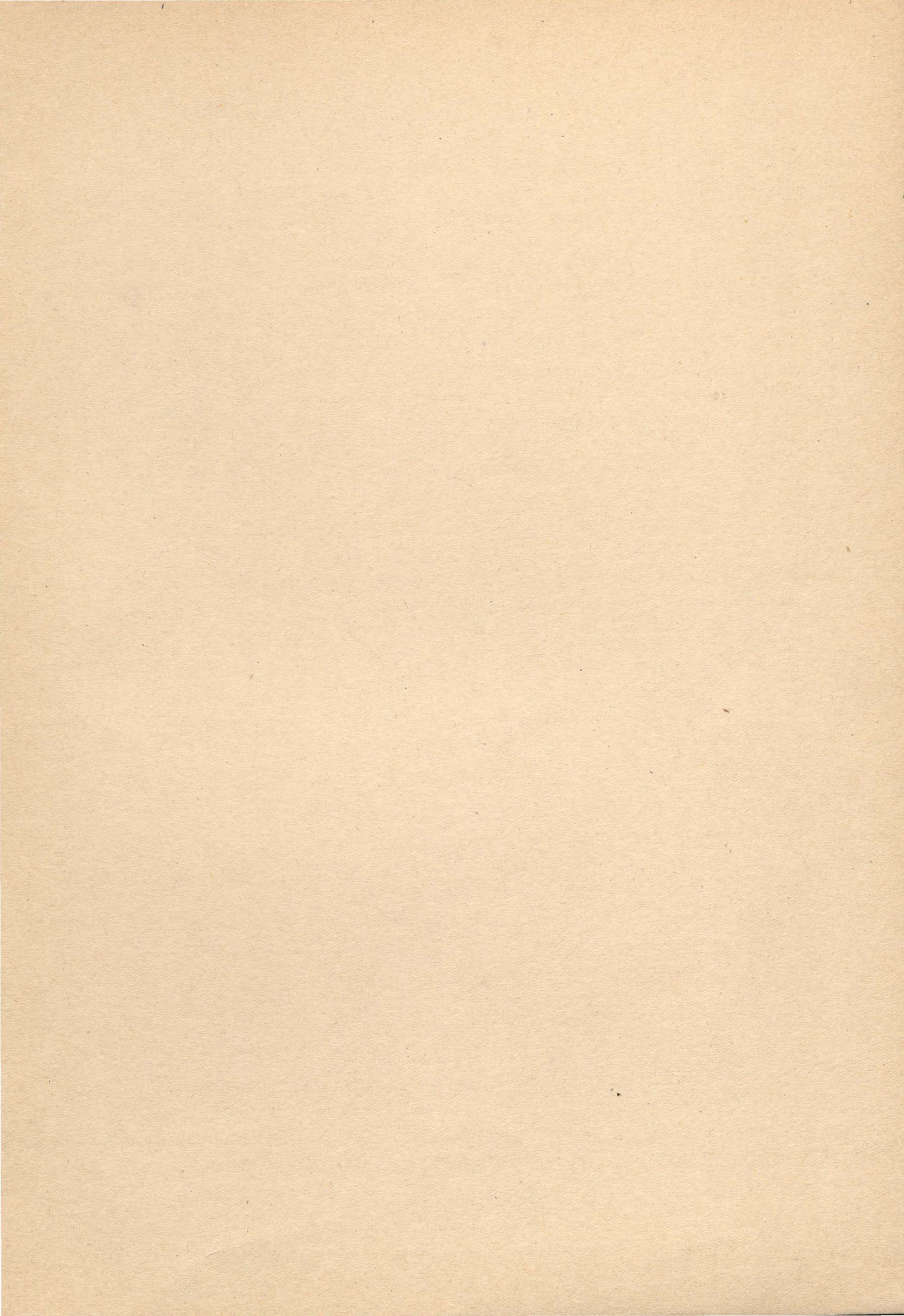
Publicista experimentado y excelente escritor, nada escapa en la edición que nos ocupa, sumamente cuidada, tanto en su aspecto gráfico y documental como en su parte literaria, perfectamente asequeble incluso al vulgar aficionado que busca en un libro esencialmente técnico una clara y cumplida explicación de cualquier problema que haya de resolverse en su propia casa.

“Vialidad y Saneamiento. Explotación de Servicios. Segundo Curso”.—Autor: José Paz Maroto.—Publicaciones del Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid, 1945.

El ilustre Ingeniero de Caminos Sr. Paz Maroto ha publicado este libro, en el que compendia las lecciones ofrecidas en su cursillo sobre los “Servicios de Vialidad y Saneamiento”, pronunciadas en el Instituto de Estudios de Administración Local. Refiérese esta segunda parte a la explotación de los servicios urbanos de esta especialidad.

El nombre del Sr. Paz Maroto tiene probada solvencia en esta clase de temas de los servicios urbanos: su larga experiencia en el Ayuntamiento de Madrid, sus numerosas publicaciones y notables conferencias le acreditan como una de las máximas autoridades en estas materias. Tienen además las publicaciones del Sr. Paz Maroto una evidente utilidad, ya que el texto es acompañado siempre de las oportunas ilustraciones, ya gráficos y esquemas o bien fotografías. El índice de este volumen recién publicado es el siguiente: 1.º Redes de abastecimiento (sistemas de distribución, cálculo de la red, ventosas, zanjas, etc.). 2.º Normas generales de la explotación (personal y brigadas de servicio, acometidas en la red, distribución interna, etc.). 3.º Conservación y olores de las alcantarillas (ventilación, limpieza, reparación, etc.). 4.º Estaciones depuradoras de aguas residuales (dosis y empleo del cloro, suministro de aire comprimido, fango, aprovechamiento de grasas, etc.). 5.º Limpieza pública (análisis de basuras, limpieza viaria, lucha contra la nieve, etc.). 6.º Recogida y tratamiento de basuras (depósitos y recipientes, horas de recogida, vertederos, etc.).

Abarca, pues, la obra del Sr. Paz Maroto aspectos muy variados, dando al conjunto un tono sólido y completo. El tema propuesto queda, por tanto, debidamente analizado.



D. Juan Luis de S...
Madrid 1941

