

Primer premio. Perspectiva.

VI CONCURSO NACIONAL DE ARQUITECTURA

EDIFICIO DESTINADO A EXPOSICIÓN PERMANENTE DE BELLAS ARTES

Primer premio: RAFAEL DIAZ SARASOLA, JULIO RUIZ OLMOS, ARTURO SAENZ DE LA CALZADA Y ENRIQUE SAGARRA, Arquitectos.

CONSIDERACIONES GENERALES.—Todo edificio destinado a un fin concreto debe tener una fisonomía propia e inconfundible, como sucede con todo organismo cuyo funcionamiento es característico.

Para concebir un organismo (en este caso arquitectónico) hay que analizar, lo mejor que se pueda, las características que lo determinan, o sea, buscar la fisonomía que debe tener, sentir las de una manera semiabstracta para después poder concretarlas materialmente, empleando todos los elementos de que dispone el arquitecto, tanto materiales como espirituales, como son las materias, la emoción, la claridad, la luz, el espacio, la economía, etc., procurando saber criticar el orden de prelación en que deben colocarse.

Concebir la disposición del organismo arquitectónico será la segunda fase de la creación; primeramente en abstracto, para poder poseer la mayor amplitud de pensamiento, aceptando toda clase de sugerencias, y en segundo lugar, concretándose a las realidades. En el presente caso se podían imaginar soluciones en que las salas de exposición pudiesen, no solamente ser transformables en planta, si no basta en alzado, pensando en agrupaciones de todas clases, no corrientes. Podrían asimismo adoptarse soluciones (que resultarían retorcidas) para iluminar con luz natural espacios difíciles, etc., pero en el terreno de las realidades serían disparatadas. Siguiendo este criterio, vamos a analizar las principales características del tema propuesto.

CONCEPTO DEL EDIFICIO.—Un edificio de esta naturaleza, teniendo por objeto, al igual que un museo, la exposición de obras de arte en las debidas condiciones de visualidad y realce, se diferencia de esta clase de edificios en el carácter transitorio y variable de sus exhibiciones. Siendo una de las finalidades de ambos fomentar la afición del público por las Bellas Artes, educando su sensibilidad en este sentido, dándole a conocer, en unos, en forma ordenada y didáctica, las obras de los artistas del pasado y aún de los actuales ya consagrados, y en otros, de manera temporal y diversa, las producciones de artistas contemporáneos, hay que hacer notar en estos últimos un ligero carácter comercial, que, en cierto modo, persiguen los artistas al exponer sus obras. Esto obliga a dar a estos edificios un carácter publicitario, sin perjuicio de la prestancia que a los edificios de su rango corresponde.

Teniendo que adaptarse estos edificios a modalidades distintas en número y calidad, han de poseer una gran flexibilidad, que les permita, en poco tiempo, adoptar distintas disposiciones en planta, convenientes a las exposiciones del momento, y variables con ellas. Al mismo tiempo,

debiendo estar acorde y hacer destacar objetos de muy diversas características plásticas, debe poseer un carácter neutro, que a todos conveniga, en general, sin preferencias particulares de estilo ni tendencia.

Con este criterio hemos procurado resolver los problemas de índole particular y técnico que plantea el tema de este concurso, dentro de los límites restringidos impuestos por las bases.

ASPECTO EXTERNO DEL EDIFICIO.—Debiéndose conseguir la máxima aproximación del público con las obras expuestas, es indiscutible que las salas de exposición deberán estar tan próximas a él como sea posible. Esto nos lleva a la consideración de que la exposición debe iniciarse en la misma calle, incitando la curiosidad del público e invitándole a entrar. Esto ha de traducirse, naturalmente, en el aspecto externo del edificio, para lograr un espacio abierto, fuera de la circulación de la calle, pero inmediato a ella, protegido de la intemperie, que sea al mismo tiempo un lugar adecuado para exponer objetos y que atraiga poderosamente la atención del público.

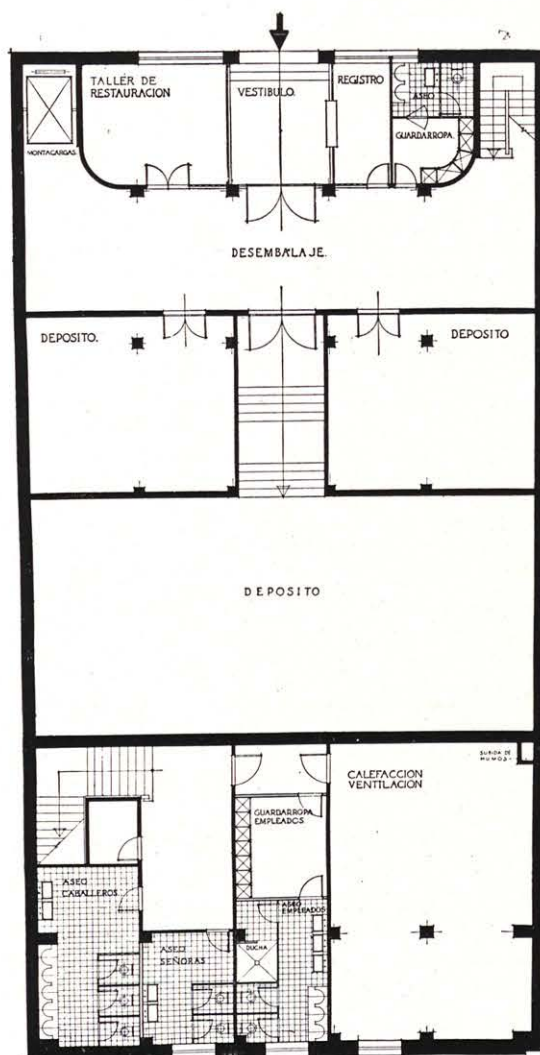
La experiencia ha demostrado la eficacia de este procedimiento en forma de exposiciones al aire libre, en íntimo contacto con el público circulante, de los cuales hay muchos ejemplos en el extranjero y algunos en nuestro país (Exposiciones de los Artistas Ibéricos). Esencialmente, este procedimiento se asemeja al reclamo comercial, que consiste en llevar los objetos al público sin esperar que éste acuda a ellos.

Esto creemos haberlo conseguido plenamente con nuestra solución de fachada principal, en la que hemos dispuesto un pórtico al que sirven de fondo unos amplios escaparates, que, ofreciendo al público las primicias de las exposiciones interiores, le invitan poderosamente a entrar en el edificio.

La misma finalidad persiguen las amplias carteleras que, colocadas a ambos lados del pórtico, normalmente a la circulación, visibles, por tanto, a gran distancia por el público que transita por la calle, contribuyen a la extensión del reclamo.

Creemos, sin embargo, no debe sacrificarse a este ligero aspecto comercial la dignidad que por su función requiere el edificio, sino lograr una solución que sepa hermanar ambas funciones. La riqueza de los materiales que constituyen la fachada, las proporciones del pórtico que la encuadran y los elementos artísticos que la decoran, bastan para expresar, de manera inconfundible, la preponderante modalidad artística del edificio.

ACCESO AL EDIFICIO.—Parece lógico que en un edificio de esta naturaleza, y teniendo acceso posible desde dos calles diferentes, se apro-



Tablero núm. 1
Semisótano: Servicios, Almacén.

vechase esta ventaja del solar para lograr las máximas facilidades en el ingreso del público; sin embargo, la forma rectangular del mismo, con sus lados mayores comprendido entre medianerías, alejan esta posibilidad, que nos obligaría a perder una gran parte del solar, ya de por sí pequeño, en vestíbulos de circulación, desequilibrando la adecuada proporción que debe existir entre los espacios destinados a exposición y los de ingreso del edificio; esta solución de la doble entrada adolecería, además, del defecto de duplicar los servicios de vigilancia, información, guardarropa, etc., detalle este de gran importancia tratándose de un edificio de escasas dimensiones. Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, hemos adoptado una entrada única en la calle, de 14 metros, que lógicamente nos parece será la de más importancia.

CIRCULACION.—Teniendo en cuenta la independencia absoluta de las distintas exposiciones que corrientemente tendrán lugar al mismo tiempo en el edificio, la circulación deberá ser tal que permita llegar al visitante a la exposición deseada en el tiempo más breve posible. Por eso se ha dispuesto la escalera en el vestíbulo

de entrada, que permite le acceso directo a la planta superior y a la sala de conferencias. Las reducidas dimensiones del solar hacen innecesario ya en cada planta la disposición de galerías de circulación u otras soluciones análogas para conseguir este fin.

SALAS DE EXPOSICION.—Siendo imposible de prever el número y dimensiones de las salas de exposición necesarias en un momento determinado, debe adoptarse una solución que permita, con el menor trabajo y tiempo posible, adaptar estas salas a las necesidades de las obras a exponer. Creemos enormemente perjudicial subdividir la planta con elementos fijos, en un número arbitrario de salas, que harían imposible obtener esta condición indispensable de la flexibilidad del edificio. Este no deberá lograrse introduciendo en la sala elementos extraños (pantallas portátiles, etc.), que constituirían una perturbación constante en el funcionamiento del edificio, sino con elementos inherentes a la misma sala (tabiques fijos plegables y abatibles sobre los paramentos), que, además de su carácter permanente, facilitan la máxima flexibilidad con el mínimo de trabajo. A este fin se han estudiado, con este tipo de tabiques, algunas de las soluciones posibles para conseguir, en todo momento, la más perfecta acomodación de las obras que se desea exponer en la sala.

(Esta disposición de tabiques está inspirada en la adoptada por Karl Schneider en un edificio de exposiciones de Hamburgo.)

SALA DE CONFERENCIAS.—Según las bases, la sala de conferencias habría de situarse en una de las dos plantas de que ha de constar el edificio. Su situación, en cualquiera de éstas, tiene al grave inconveniente de reducir considerablemente el espacio destinado a exposiciones, no sólo por el amplio desarrollo que requiere, sino también por obligar a una mayor amplitud en los vestíbulos de circulación y acceso. Al mismo tiempo, estimando que ha de estar al servicio de las salas de exposición, por destinarse principalmente a conferencias de expositores o críticos acerca de las obras expuestas en el local, y que para su mayor eficacia ha de estar en un sitio visible de fácil acceso al público eventual, que constituye un núcleo importante y estimable del auditorio, creemos que la solución adoptada por nosotros resuelve ambas condiciones de un modo satisfactorio, puesto que con su situación de plena independencia, al mismo tiempo que de íntima relación con el resto del edificio, ha permitido conseguir una superficie de exposición máxima.

La adopción de la entreplanta está también relacionada con el intento de lograr un fácil acceso al almacén y dotar de buena iluminación a su primera crujía, donde están instaladas las dependencias que lo requieren (taller de restauración y oficina). Esto obliga a elevar el suelo de la parte posterior de la planta baja. Como el acceso al edificio, por las razones anteriormente expuestas, no debe tener la misma elevación, resultaría la primera crujía excesivamente alta, inconveniente que resuelve la entreplanta. Al mismo tiempo se consigue una diferencia de nivel y de altura de techo entre las salas I y II, que les da una diversidad de aspecto conveniente a las distintas modalidades de las exposiciones que han de albergar.

ALMACEN.—Situado en la planta de semisótano, con acceso por la calle secundaria, consta de una pequeña oficina para el jefe de Alma-

cén, donde se llevará el registro de entrada y salida de las obras, de un pequeño taller de restauración, en prevención de posibles deterioros que éstas pudieran sufrir, de una zona de embalaje y desembalaje, y de tres depósitos.

Siendo el funcionamiento del almacén, en cierto modo, autónomo del resto del edificio, las comunicaciones verticales (montacargas y escalera de servicio) son suficientes para establecer la debida relación. Asimismo se ha aislado totalmente el resto de la planta, destinado a ventilación y calefacción y servicio del público, por razones de seguridad.

DESCRIPCION DEL EDIFICIO.—En planta de semisótanos van situados el almacén, que consta de un vestíbulo, una pequeña oficina, taller de restauración, zona de desembalaje, tres depósitos y guardarropa y aseo para sus empleados, los servicios de ventilación y calefacción del edificio, guardarropa y aseo de los empleados de la exposición, y aseos públicos.

La planta baja consta de un pórtico de acceso, un vestíbulo, con servicios de información y guardarropa, y tres salas de exposición.

En la entreplanta se dispone la sala de conferencias, con sus anejos, la oficina administrativa y un vestíbulo-exposición.

La planta superior consta de un vestíbulo-exposición, una sala para los expositores y dos salas de exposición.

Sobre las salas II y IV van situadas sendas cámaras registrables de iluminación.

La comunicación entre las distintas plantas está constituida en la parte pública por una amplia escalera y un ascensor, y en la parte posterior por un montacargas y una escalera de servicio, que, además, da acceso a las cámaras de iluminación y a la cubierta del edificio.

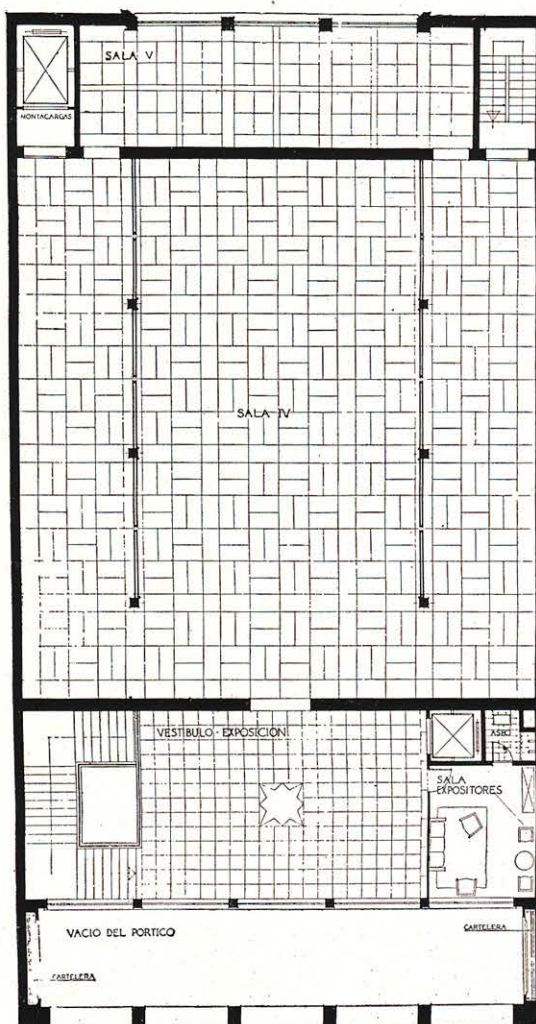
ILUMINACION NATURAL.—Es indiscutible que sería conveniente que todas las salas destinadas a exposición gozasen de una iluminación natural adecuada. La forma rectangular del solar, con sus lados mayores en las medianerías y sus fachadas a calles de 14 y 10 metros, las que es lógico suponer estén fuertemente obstruidas por las edificaciones situadas enfrente, hacen imposible esta solución, y aunque creemos debe seguirse el criterio de reducir en lo posible las salas iluminadas artificialmente, nos hemos visto obligados a adoptar dos de ellas en planta baja por las razones anteriormente expuestas, pensando que es siempre preferible dotarlas de una iluminación artificial permanente que sea adecuada, antes de colocar paramentos que, por sus malas condiciones de iluminación natural, constituyan un elemento perturbador en el funcionamiento del edificio. Como comprobación de las razones anteriormente expuestas, debemos hacer notar que en la sala posterior de la planta baja, con amplios ventanales y con una crujía de cuatro metros, se consiguen factores de iluminación sobre el plano vertical inferiores al 2 por 100, que, si bien no constituyen las condiciones óptimas de iluminación para paramentos de exposición, son bastante aceptables, y, en buena práctica, no deben ser disminuídos. Debemos hacer notar, no obstante, que debido a los amplios ventanales que es obligado colocar, teniendo en cuenta las obstrucciones exteriores, para obtener este factor de iluminación aceptable, sería imposible suprimir los brillos sobre los paramentos en los cuadros, destinando, lógicamente, esta sala a exhibiciones de escultura y de otros objetos que no necesiten

condiciones especiales de iluminación, y posiblemente, como sala de descanso.

El problema de la iluminación de una sala de exposición es mucho más complejo que el de cualquier otro local, pues no es suficiente que los paramentos en que se disponen los cuadros tengan un factor de iluminación adecuado para que la sala reúna buenas condiciones, sino que hay que resolver en ella gran número de problemas, entre los que pueden destacarse la conservación del color de la luz natural, la defensa de la luz directa del sol y la supresión de reflexiones. El color de la luz natural, aunque muy variable con las condiciones del cielo, se considera el mejor para apreciar el colorido de los cuadros, no obstante la imposibilidad de su regulación, debiendo evitarse cualquier alteración posterior producida por superficies reflectoras o refractoras, por lo que deben emplearse para las primeras pinturas neutras.

Aparte de estas precauciones, hay que proteger los cuadros contra la acción de la luz natural. Es sabido que ciertos pigmentos muestran una tendencia a palidecer cuando están expues-

Tablero núm. 2.



PLANTA PRIMERA



Tablero núm. 3.

tos durante mucho tiempo a la acción de una intensa luz natural, siendo, en general, más sensibles a esta acción las acuarelas que las pinturas al óleo. Los rayos que ejercen esta acción más perjudicial son los correspondientes a la parte más refrangible del espectro, es decir, los azul violeta, violeta y, especialmente, los ultravioleta.

De éstos, los únicos que pueden separarse sin producir perturbación en los cuadros son los ultravioletas, puesto que la supresión de una gran parte de los violeta o azul violeta daría lugar, inevitablemente, a una distorsión del color en los cuadros expuestos.

Los ultravioletas pueden eliminarse simplemente con el uso de cristales especiales colocados en las ventanas o delante de los cuadros, debiendo evitarse, sobre todo en este último caso, la más ligera coloración en el cristal, puesto que a su través pasa la luz dos veces.

Intimamente ligado con el problema de la decoloración está la defensa contra la luz directa del sol, puesto que su efecto destructivo es incomparablemente mayor que el de la luz natural ordinaria, debiendo evitarse que durante ningún momento del día pueda llegar el sol a los paramentos de exposición. Esto se consigue con el empleo de contraventanas o pantallas, manipuladas por los empleados, o bien proveyendo pantallas externas fijas, cuya disposición y dimensiones varían con la situación de las ventanas, la orientación de la galería y la latitud del lugar en que se construya el edificio.

En cuanto a la anulación de reflexiones en los cuadros, es un problema que adquiere considerable importancia cuando están protegidos por el cristal. Tres tipos de reflexiones hay que evitar: la de las ventanas, la de las superficies brillantes del muro opuesto y la de los objetos y espectadores situados en el centro de la galería.

Las primeras pueden evitarse colocando las ventanas suficientemente altas; la de los objetos del muro opuesto, tratándose de salas con dos muros para exposición, no pueden eliminarse de un modo eficaz más que con el uso de una pantalla oscura de suficiente altura, colocada en el centro de la sala y paralela a los muros. Esta solución es, no obstante, poco satisfactoria desde el punto de vista estético, y puede recurrirse al

paliativo de hacer que estas reflexiones sean lo menos perceptibles posibles, evitando los contrastes fuertes de brillantez, para lo cual habrá que procurar que los cuadros claros no estén al lado de los muy oscuros, que no se barnicen los marcos y que el muro sea de un color neutro con un factor de reflexión aproximadamente igual que el de los cuadros. Las reflexiones de los espectadores y objetos del centro de la sala se anulan reduciendo su brillantez hasta un punto tal, que estas reflexiones sean imperceptibles para el ojo del espectador. Para esto hay que conseguir que la iluminación del centro de la sala no sea superior al 20 por 100 de la iluminación sobre el muro, habiéndose llegado a este valor teniendo en cuenta el coeficiente de reflexión de los cuadros más oscuros, el de los objetos claros y el del cristal de los cuadros.

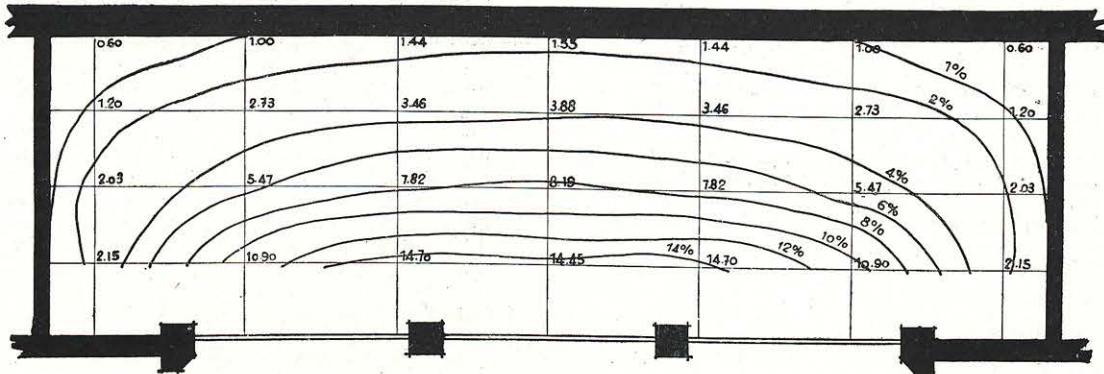
Las condiciones esenciales de flexibilidad de las salas de exposición hacen que no se puedan adoptar sistemáticamente algunas soluciones de cubiertas de museo, que, si bien resuelven el problema de la iluminación, dificultan de una manera extraordinaria la adaptación de las salas a los cuadros que se desean exponer estableciendo circulaciones obligadas que mermarían las buenas condiciones de flexibilidad exigidas.

Aparte de las salas III y V y los dos vestíbulos exposición que tienen una iluminación lateral, hemos adoptado para la sala IV una disposición de cubierta, que, a nuestro entender, resuelve, de un modo satisfactorio, el problema de una buena iluminación, compatible con la máxima flexibilidad de la sala. Dicha sala consta de tres zonas, de las cuales la central está iluminada cenitalmente y las otras dos con luz lateral alta. El techo de la primera es de cristal, y sobre él va situada una cámara visitable de dos metros de altura, cuya cubierta, en diente de sierra, juntamente con las ventanas circundantes, constituyen los manantiales de luz natural de esta zona. Después de varios tanteos hemos llegado a la conclusión de que la disposición más racional para evitar la acción directa de los rayos solares, sin perjuicio de una iluminación suficiente y adecuada, es la de una cubierta en diente de sierra orientada al norte, cuyos ventanales sólo serían iluminados por el sol en las primeras horas de la mañana y últimas de la tarde en los meses de verano, pero, como hemos podido comprobar, con una oblicuidad de incidencia tal, que los rayos solares no transponen en ningún momento el techo de la sala. En cuanto al sol que pudiera penetrar por las ventanas laterales, se evita mediante cortinas maniobradas convenientemente los días de sol, o cubriéndolas con velarios permanentes.

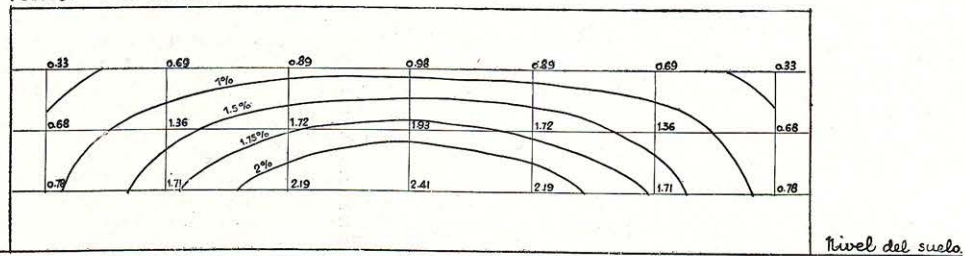
Las condiciones de visualidad a las que anteriormente hemos hecho referencia (anulación de reflexiones), se consiguen mediante pantallas deslizables, que permiten todas las disposiciones convenientes a las distintas soluciones de planta, originando, unas, zonas de penumbra sobre los espectadores e interponiéndose, otras, entre la vista de éstos y los manantiales de luz (véase tablero 7).

Las zonas laterales las hemos iluminado con luz lateral alta mediante una disposición ya consagrada por la experiencia. La altura de los ventanales con relación al suelo, sus dimensiones y su separación con respecto al muro han sido fijadas, después de diversos tanteos, dentro de los límites del proyecto y de su armonización con el resto de la planta, como las más con-

Sala V Curvas de igual factor de iluminación Plano horizontal

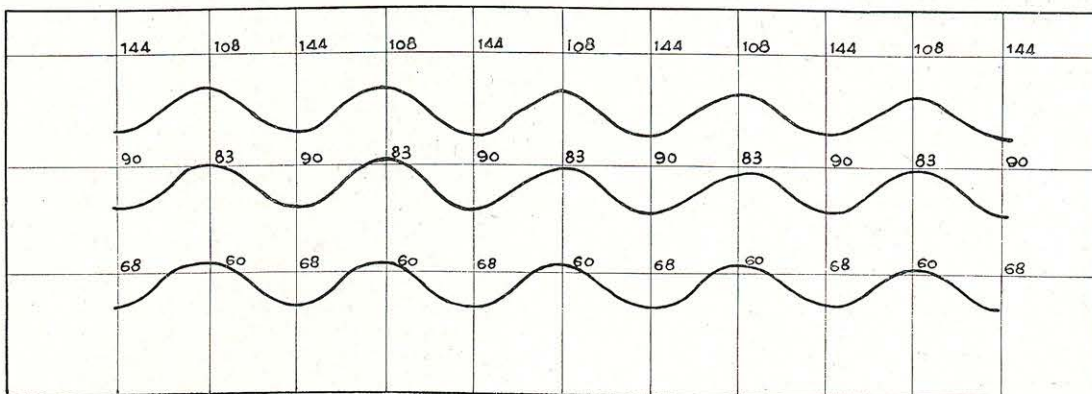


Plano vertical



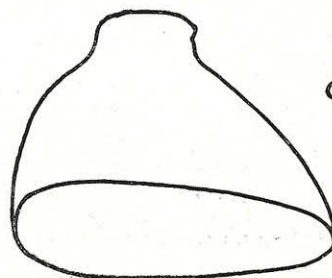
Nivel del suelo

Iluminación artificial Paramento A. Curvas isolux



Tipo de
reflector
adoptado.

Modelo S.A. 220
"Philivay"



Tablero núm. 3.

venientes para lograr los factores de iluminación aconsejados por el Department of Scientific and Industrial Research en el "Illumination Research Technical Paper n.º 7".

En cuanto a la protección contra los rayos solares, y supuesto que el uso de artificios que requieran frecuentes manipulaciones es inconveniente y debe ser evitado siempre que sea posible, proponemos en estas partes de la cubierta, como resultado de un cuidadoso estudio, la adopción de pantallas fijas de un elevado factor de reflexión, que, aunque reducen algo los valores de los factores de iluminación en los paramentos, los conservan dentro de límites muy aceptables (véase tablero núm. 7).

Los vestíbulos de la sala de conferencias y de la planta superior, que reúnen buenas condiciones de iluminación, pueden, en caso de necesidad, habilitarse para exposiciones de menor importancia.

Para realizar los estudios de iluminación natural hemos utilizado un aparato, que, en colaboración con el Sr. Sánchez Arcas, hemos ideado como resultado de nuestros estudios sobre el tema, y que explicamos detalladamente en el Apéndice 4.º

ILUMINACION ARTIFICIAL.—Las mismas consideraciones expuestas en el epígrafe anterior al

hablar de las posiciones relativas entre el manantial luminoso y los paramentos de la exposición pueden repetirse al tratar de la iluminación artificial. En efecto, la colocación y disposición de los focos luminosos debe estar íntimamente relacionada con las diferentes posiciones de los tabiques móviles de las salas de exposición, para que cualquiera que sea la solución que se adopte en un momento determinado, la iluminación artificial de éstos sea adecuada. A nuestro juicio, debe huirse en absoluto de cualquier solución que obligue a mover o correr los focos para adaptarlos a las distintas soluciones de la planta. Pensando igualmente que la limpieza y buena conservación de la instalación juega un papel principal en la eficacia de la misma, creemos que una planta visitable dedicada exclusivamente a ella, constituirá una ayuda eficaz para la resolución del problema.

Siguiendo este criterio, hemos dejado accesibles las instalaciones correspondientes a las salas II y IV. La menor complicación de escasa altura de techo de las restantes salas, no lo hacen necesario.

Una buena solución del problema se consigue concentrando sobre los paramentos de exposición una iluminación media, de 80 a 100 lux, al mismo tiempo que se deja la zona del espectador con una iluminación suave, que no sobrepase el 20 por 100 de la anterior, para evitar las reflexiones sobre los cuadros, y disponiendo los reflectores en tal forma que los rayos reflejados sean dirigidos hacia el suelo, el cual deberá ser de tonalidades oscuras, que contribuyan a la amortiguación de las reflexiones.

En la sala I, los reflectores, ocultos por falsas bóvedas, iluminan todo el contorno de la sala y los tabiques móviles cuando están desplegados.

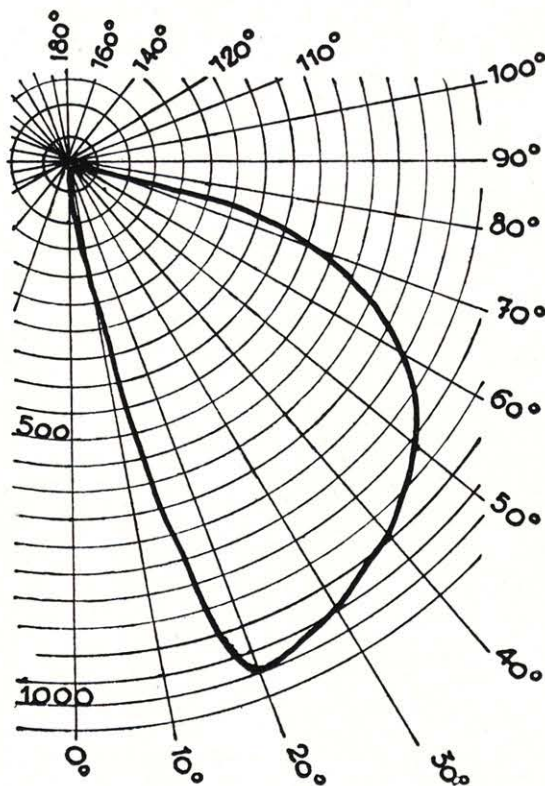
En la sala II, y en su parte central, se ha dispuesto un techo de cristal, iluminado por reflectores altos provistos de lámparas de 100 vatios, que suministran a esta parte de la sala una iluminación difusa de 20 lux. Limitando el área de cristal hay falsas vigas, que alojan los reflectores que iluminan los paramentos limitantes de la sala. La iluminación de los tabiques móviles en las diferentes variantes posibles se consigue con reflectores alojados en los nervios interrumpidos que completan el techo (véase tablero núm. 4).

Estos reflectores son del tipo modelo S. A. 220, "Philiray", inclinados 20 grados, cuya curva fotométrica es la más conveniente, por el aumento gradual de sus intensidades hacia los puntos bajos del paramento, lo que compensa las diferencias de distancia y ángulo de incidencia (véase tablero núm. 3). Estos reflectores van provistos de lámparas de 150 w. y están separados entre sí por distancias de 1,60 metros, proporcionando a los paramentos una iluminación media de 100 lux, como puede apreciarse en las curvas isolux correspondientes al paramento A de la sala II, representadas en el tablero número 3.

Se observará que la iluminación va decreciendo hacia los puntos bajos, pero las diferencias observadas son bastante menores de las que corrientemente suelen existir en las salas de exposición, y por su decrecimiento gradual no son apreciadas por la vista.

Podrían suavizarse estas diferencias, o bien acortando la separación de los reflectores, con el consiguiente empleo de lámparas de menor

Tablero núm. 3.



Curva fotométrica para una lámpara de 1.000 lúmenes, girada 20º.

potencia y, por tanto, de menor rendimiento, y con un mayor costo de instalación, o bien mediante el empleo de cristales difusores "Holografan", de tipo conveniente, o de pequeñas pantallas dispuestas de forma que, absorbiendo parte de los rayos luminosos dirigidos a la parte alta del paramento, compensasen estas diferencias, todo ello a costa de disminuir el rendimiento de la instalación, encareciendo su funcionamiento.

Por todas estas consideraciones, y dado que la iluminación conseguida sin recurrir a estas modificaciones es ampliamente satisfactoria, y teniendo en cuenta su economía en relación con las otras, la recomendamos como la más conveniente.

En la parte central de la sala IV, los reflectores, dirigidos hacia todos los paramentos posibles con las distintas variantes de planta, están situados en la cámara visible que hemos mencionado anteriormente. El tipo de reflector empleado es el mismo anterior, y la potencia de las lámparas es de 100 y 150 w. La misma disposición de pantallas adoptada para mejorar las condiciones de visualidad en el caso de iluminación natural, conviene igualmente, sin necesidad de modificación a este caso.

Los paramentos laterales se iluminan con lámparas de 75 w., situadas a distancias de 0,90 metros en la terminación superior de las medias bóvedas (véanse secciones longitudinal y transversal y planta de iluminación de la sala IV en el tablero núm. 7).

Madrid, 30 de noviembre de 1935.

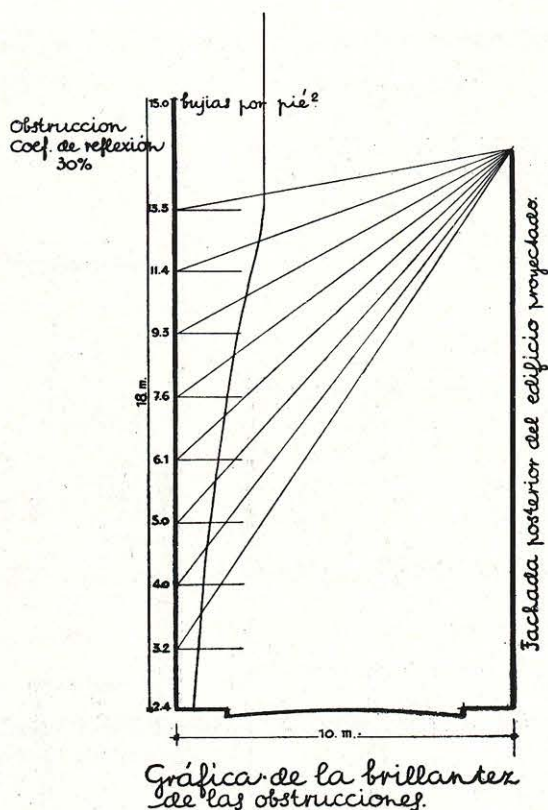
APENDICE CUARTO A LA MEMORIA

El estudio de la iluminación natural de un edificio lleva consigo la determinación del factor iluminación en los diferentes puntos del plano de trabajo. Dicho factor de iluminación depende, casi exclusivamente (prescindiendo de la transmisión del vidrio de la ventana y de las reflexiones internas y externas) de la cantidad y situación de la zona de cielo visible desde el punto en cuestión.

Los métodos gráficos de determinación de dicho factor, algunos de los cuales hemos expuesto en conferencias anteriores, tienden a determinar sobre un diagrama plano, representativo de la bóveda celeste el contorno de la ventana que delimita la zona de cielo visible desde el punto considerado, obteniéndose el factor de iluminación por la relación entre el área de cielo visible y la del diagrama. Esto requiere para cada punto en estudio la determinación de los ángulos de azimut y altitud de los puntos del contorno de la ventana, y el trazado de dicho contorno sobre el diagrama, con la consiguiente medición y comparación en áreas.

Estos métodos, aunque sencillos de ejecución, son de práctica laboriosa, utilizándose, casi exclusivamente, en edificios construidos, para el estudio de los casos legales, en aquellos países en que la existencia del derecho de luces lo hacen necesario.

Pero lo que interesa principalmente al arquitecto es el estudio comparativo de diferentes tipos de ventanas, para llegar a determinar su influencia en la iluminación. Teniendo en cuenta la complejidad de un proyecto y el tiempo relativamente breve en que en la mayoría de los casos ha de redactarse, se comprende fácilmente



Tablero núm. 3.

te que el arquitecto no pueda disponer de mucho tiempo para realizar dichos estudios, viéndose en la imposibilidad de recurrir a los procedimientos anteriormente reseñados.

Los estudios realizados por nosotros, pretenden, por consiguiente, poner a su disposición un procedimiento suficientemente breve y exacto que le permita no desatender este aspecto importante del proyecto.

Como se ha dicho en conferencias anteriores, el poder de iluminación de las distintas zonas de la bóveda celeste, sobre el plano horizontal, es independiente de su azimut, variando con la altitud proporcionalmente a $1 - \cos 2\theta$, siendo θ el ángulo de altitud. Esto sucede, naturalmente, considerando la bóveda celeste con una brillantez uniforme, que es el caso de los días nublados, en los que por ser más desfavorables las condiciones de iluminación, es en los que hay que asegurar un factor de iluminación conveniente.

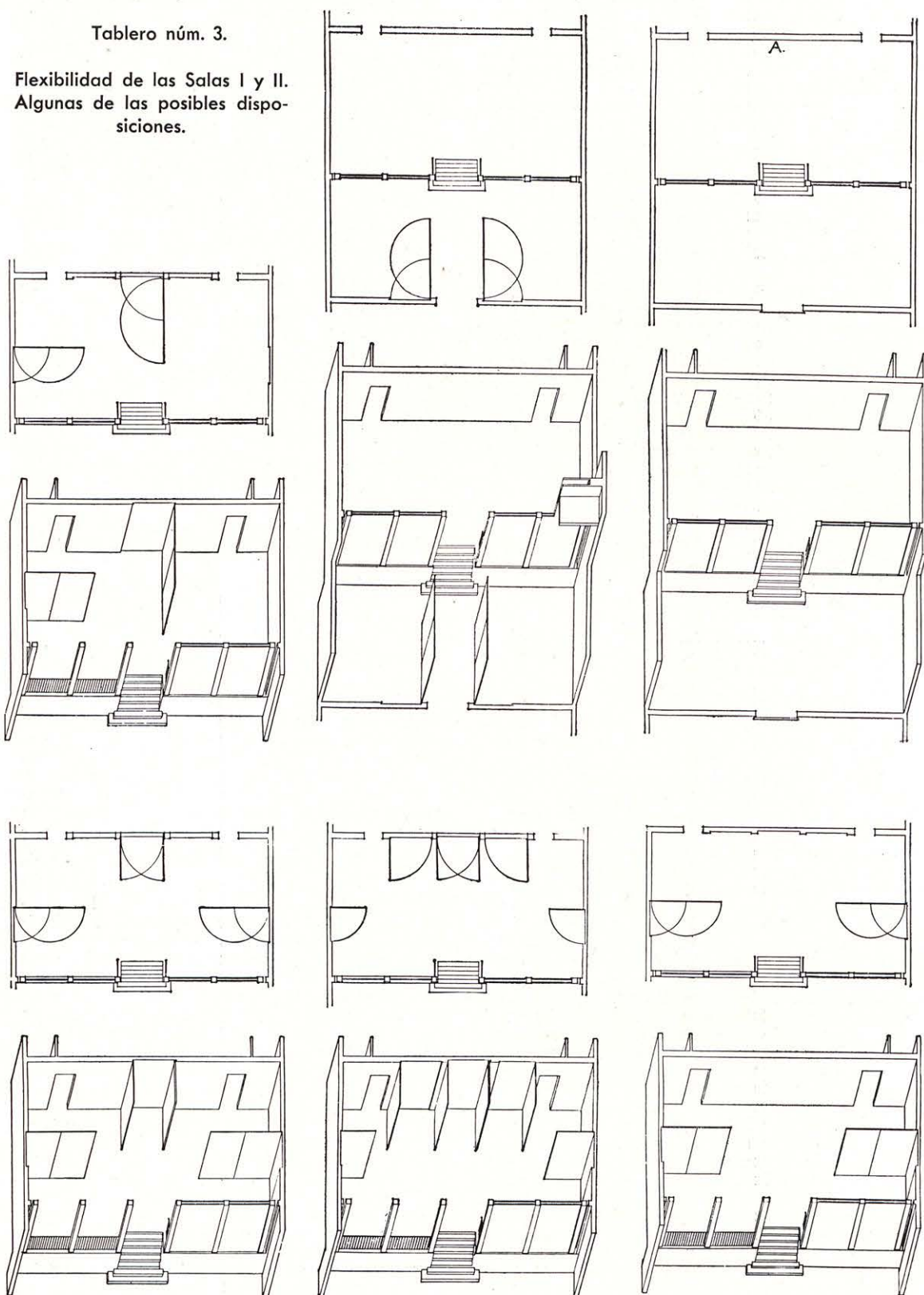
El problema, por consiguiente, se reduce a determinar la parte de cielo visible desde el punto considerado y su poder de iluminación.

Para determinar la parte de cielo visible se ha materializado la bóveda celeste con una semiesfera de radio arbitrario (en nuestro caso, 35 centímetros), sobre la cual se proyecta el contorno de la ventana por medio de un haz luminoso desde el punto considerado, el cual ocupa siempre el centro de la esfera.

Para poder situar fácilmente los distintos puntos del plano de trabajo que se investiga en el centro de la esfera, se han dispuesto tres



Tablero núm. 3.

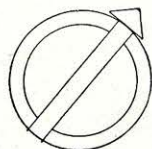
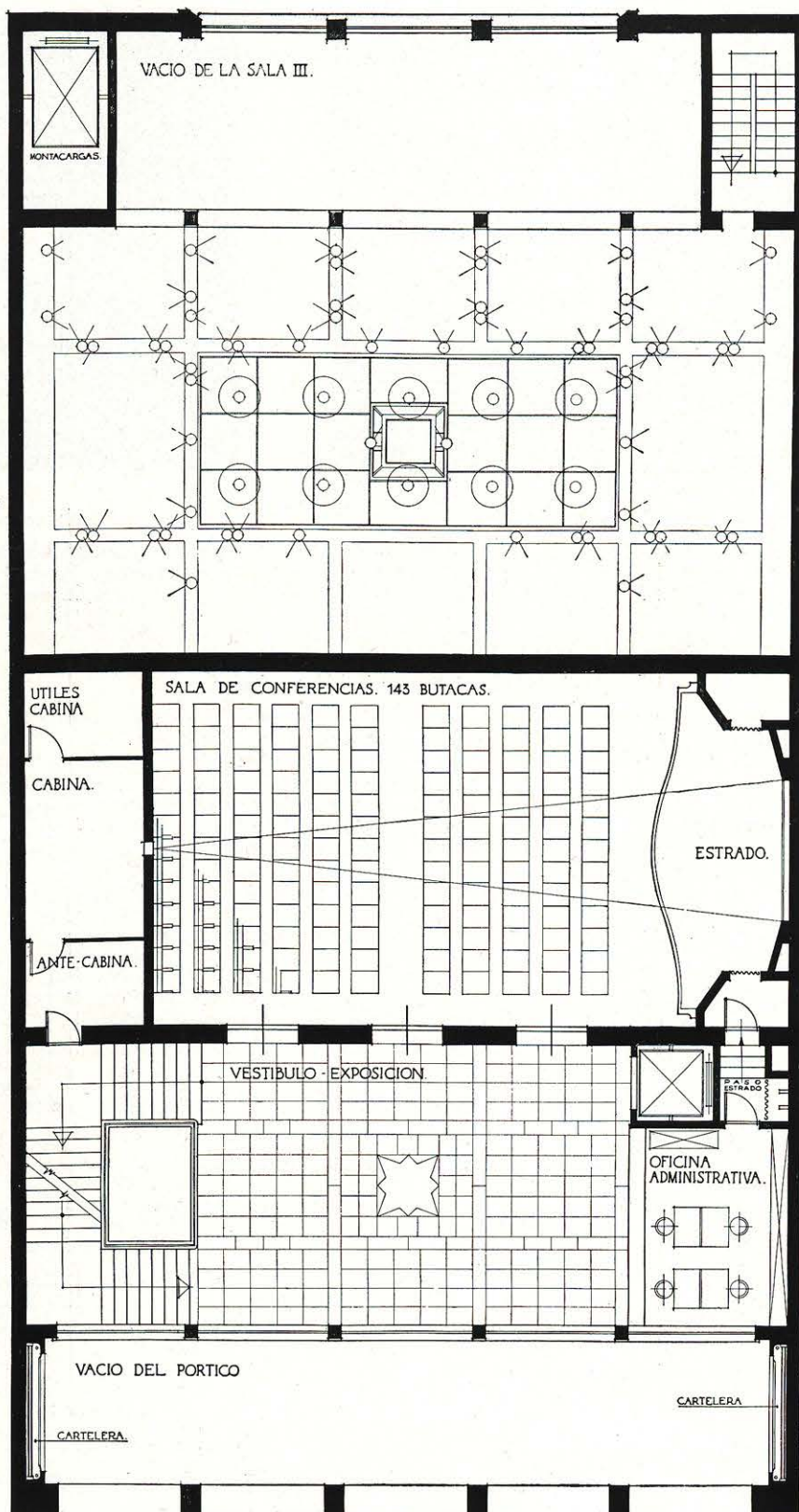
Flexibilidad de las Salas I y II.
Algunas de las posibles dispo-
siciones.



PARTE SUPERIOR
DE LA SALA II.

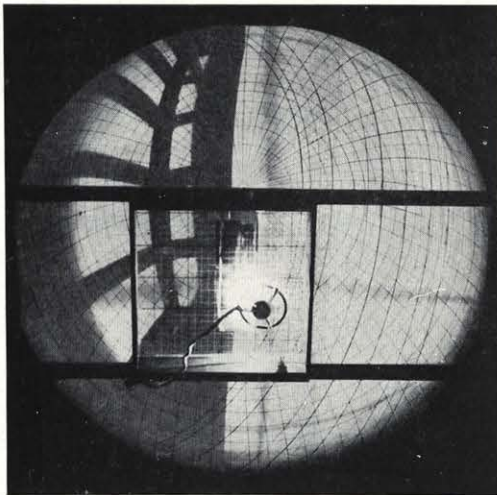
PLANTA DE ILUMINACION
ARTIFICIAL.

Lámparas de 150 W. 
id 100 " 



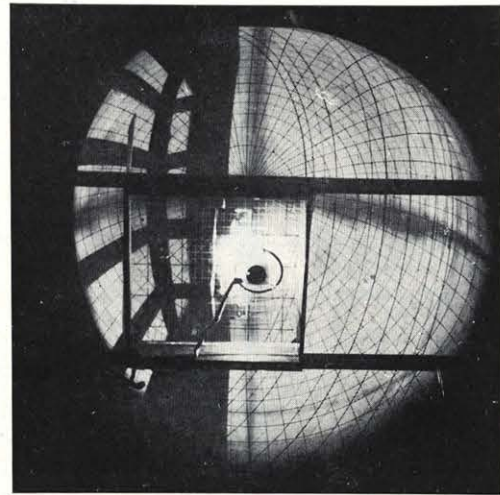
ENTREPLANTA

Tablero núm. 4.



Tablero núm. 5.

Aparato empleado para la determinación de los factores de iluminación. Ejemplo de aplicación en el punto A.

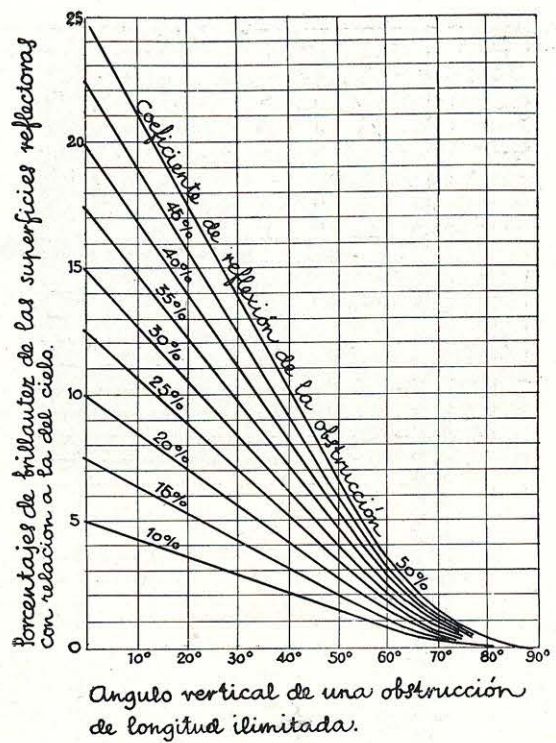
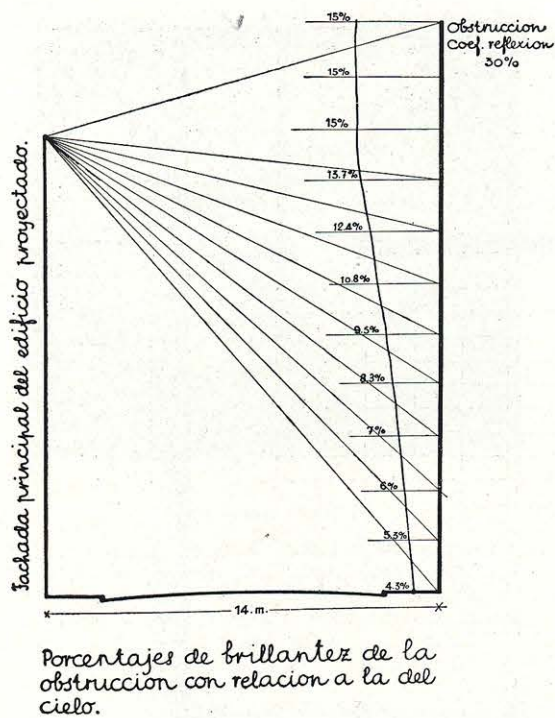


Tablero núm. 5.

Aparato empleado para la determinación de los factores de iluminación. Ejemplo de aplicación en el punto B.

Tablero núm. 5.

Estudio acústico de la Sala de Conferencias					Volumen..... 485. M ³ Capacidad (personas) 143 Volumen por persona - 3.40 M ³	
Material absorbente.	Observaciones.	Superficie en m ² o número.	Coefficiente de absorción	Absorción en U. V. A.	Correcciones	Absorción neta en U. V. A.
Paredes - Enlucido sobre ladrillo en paredes laterales	Pintura al óleo.	124.40 M ²	0.025	3.15		3.15
Mortero acústico en pared posterior.		20 M ²	0.21	4.20		4.20
Techo - Enlucido sobre rasilla	Ligeramente resonante.	107.50 M ²	0.03	3.22		3.22
Suelos - Lurolum en la sala		96 M ²	0.12	11.60	10% de descuento por superficie cubierta = 1.16	10.44
Entarimado en el Estrado.		15.12 M ²	0.06	0.97		0.97
Cortinas	Paño	15.72 M ²	0.30	5.24		5.24
Butacas.	Tapizadas con paño	143	0.15	21.45		21.45
Absorción total permanente					48.67	
Auditorio completo		143	0.44 - 0.15 = 0.29	41.40		41.40
id medio		72	id.	20.88		20.88
id 1/3		47	id.	13.63		13.63
Tiempo de reverberación. $t = \frac{0.164 V}{A}$					Auditorio completo 0.88 segundos id medio 1.13 " id 1/3 1.27 " Sala vacía 1.63 "	



Tablero núm. 5.

bastidores graduados A, B y C (fig. 1.9), de los cuales el A es fijo y los otros dos pueden deslizarse, el B sobre el A y el C sobre el B, en dos direcciones perpendiculares. El bastidor C aloja en su parte inferior y en el plano del horizonte, un cristal cuadrículado (centímetros cuadrados) en dos direcciones perpendiculares, lo que permite, con la escala empleada en la construcción de la maqueta de ventana, la determinación directa de los puntos deseados del plano de trabajo; una vez pegada en este cristal la ventana que desea estudiarse, ésta se co-

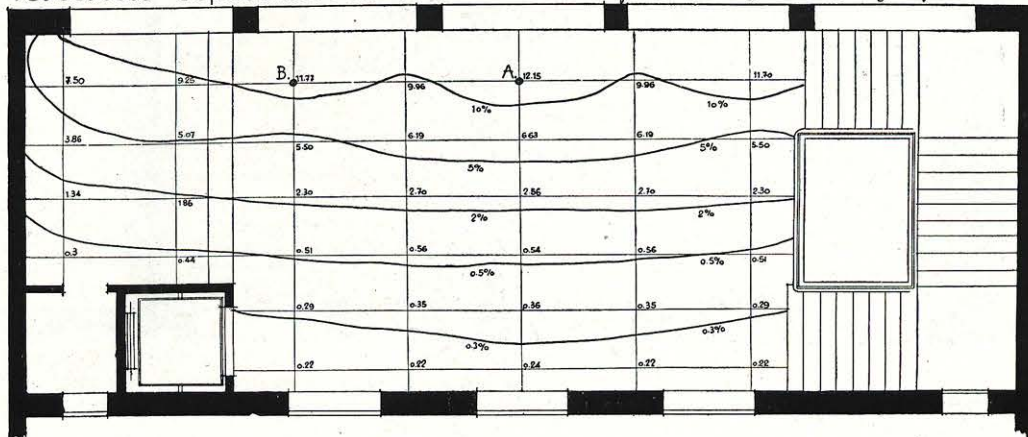
loca hacia abajo, puesto que la semiesfera ocupa posición inversa a la de la bóveda celeste.

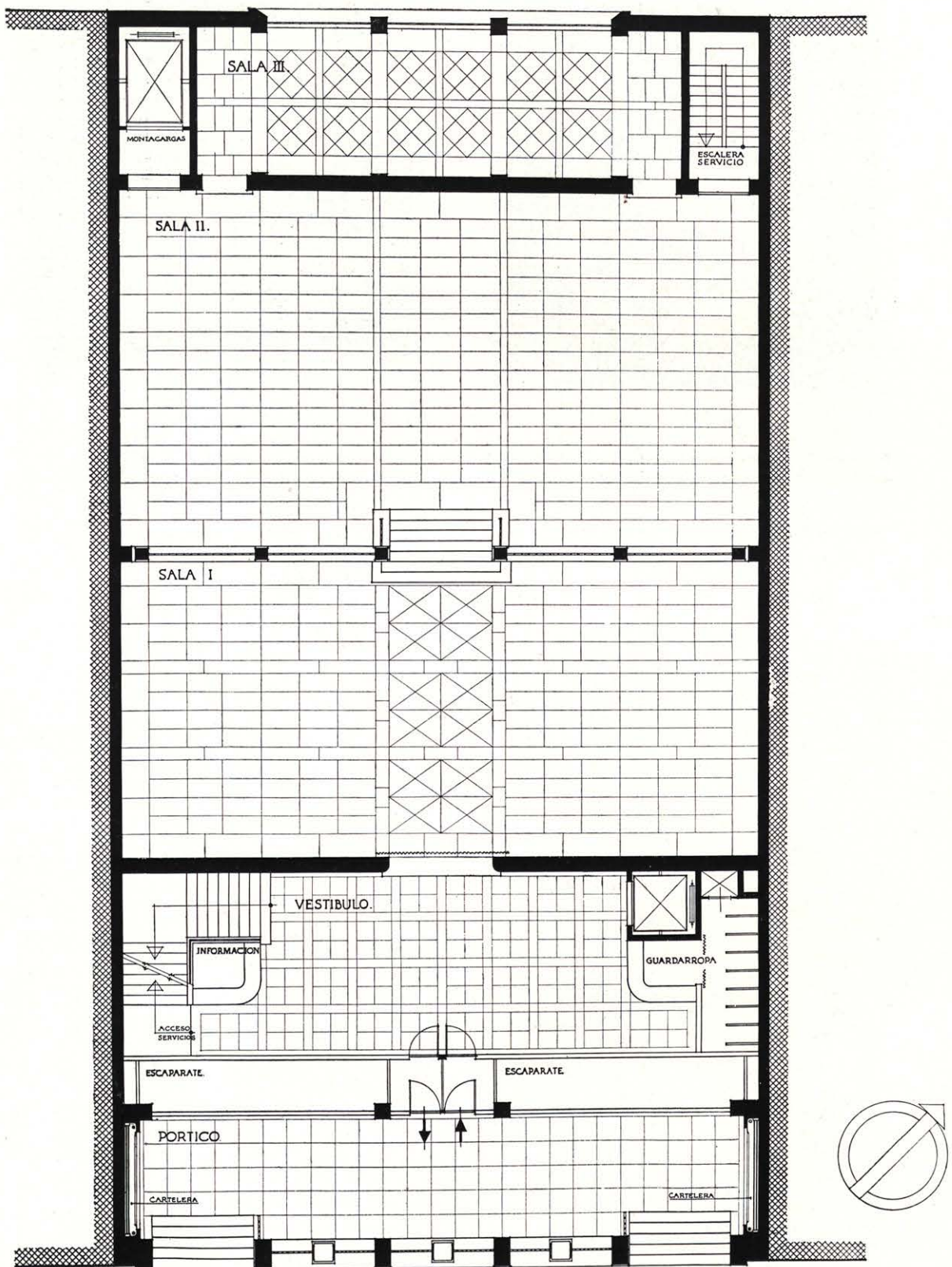
Para representar la ventana es suficiente recortar en una cartulina, a una escala determinada, el hueco de la misma, dejando, para una mayor exactitud, en los bordes y normalmente a su paramento, una faja a la misma escala, que representa el espesor del muro.

Mediante el movimiento combinado de los bastidores, se sitúan sucesivamente los puntos en el centro de la esfera, y es suficiente la aplicación

Tablero núm. 5.

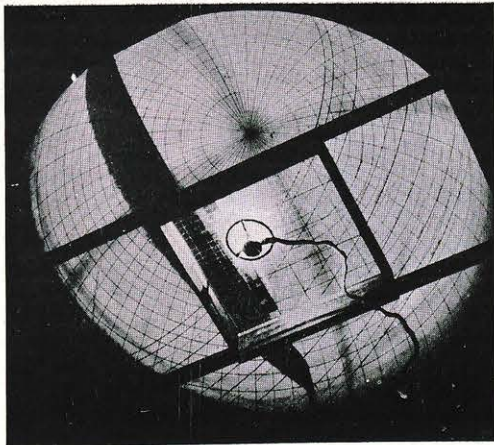
Vestibulo-exposición de la Sala de Conferencias. Curvas de igual factor de iluminación.





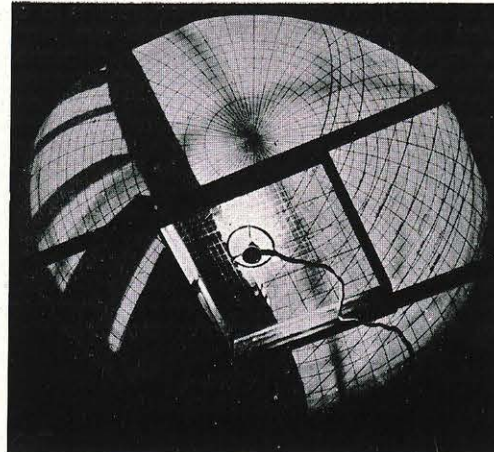
PLANTA BAJA

Tablero núm. 6.



Tablero núm. 7

Cielo visible desde el punto 4' del paramento A de la Sala IV. Puede apreciarse que durante todo el año y a determinadas horas del día recibe la acción directa de los rayos solares.



Tablero núm. 7

La misma fotografía anterior con las pantallas colocadas. Se ha evitado totalmente la acción directa de los rayos solares, consiguiendo, no obstante, una buena iluminación sobre el paramento.

en ellos de una bombilla puntiforme para que el haz luminoso, limitado por el borde de la ventana, defina exactamente sobre la semiesfera la parte de cielo visible.

Por medio de este sencillo movimiento combinado de los dos bastidores se suprime la medición directa de los ángulos de azimut y altitud de los bordes de la ventana desde los distintos puntos considerados, como era necesario en la mayor parte de los procedimientos hasta hoy día empleados.

Una vez conocida la parte de cielo visible desde el punto, el problema queda reducido a determinar la influencia que esta parte ejerza sobre la iluminación del punto.

Con objeto de simplificar esta determinación, se ha dividido la semiesfera en dieciocho zonas de igual valor de iluminación sobre el plano horizontal, aplicando la ley anteriormente expuesta.

Estas zonas están subdivididas por meridianos separados de cinco en cinco grados, lo que nos da un total de 1,296 trapecios esféricos del mismo poder de iluminación, cada uno de los cuales representa el 0,077 por 100 del valor total de iluminación del hemisferio celeste.

Basta, por tanto, contar el número de trapecios y fracción comprendidos por el contorno de la ventana, y multiplicar por esta constante, para obtener directamente el factor de iluminación. Para facilitar aún más la operación se han dispuesto unas tablas de doble entrada, que nos dan inmediatamente el valor buscado.

La iluminación sobre un plano horizontal es totalmente distinta de la producida por la misma zona de la bóveda celeste sobre un plano vertical paralelo a la ventana, puesto que los ángulos formados por los rayos luminosos y las normales a los planos no son iguales, sino complementarios.

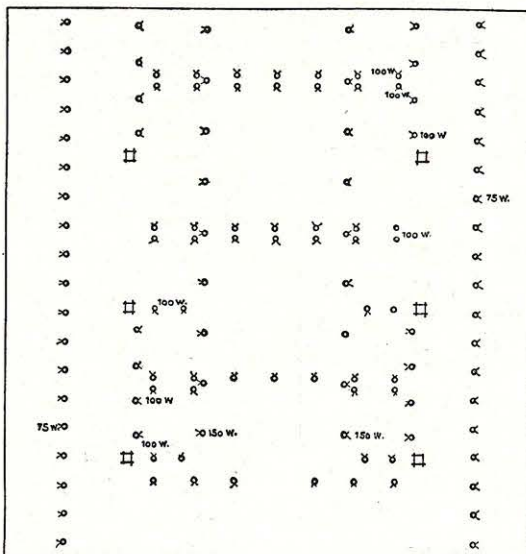
No obstante, podemos servirnos del mismo aparato para determinar los factores de iluminación correspondientes en este caso. Es suficiente variar la disposición de la ventana al pegarla al

cristal del aparato, dándole un giro de 90° con relación a la posición normal.

La iluminación producida en un punto sobre un plano vertical por una ventana paralela a dicho plano (fig. 2.ª), es igual a la iluminación producida en dicho punto sobre un plano horizontal por una ventana igual a la primera, pero colocada horizontalmente y a una distancia del plano igual a la que separaba a la primera ventana del plano vertical, siempre que se conserve la misma posición del punto con relación a la ventana.

Tablero núm. 7.

Parte superior de la Sala IV, Planta de iluminación artificial. Lámparas de 75, 100 y 150 W.



En efecto; en ambos casos son iguales la cantidad de cielo visible y el ángulo que forman los rayos luminosos con la normal al plano, y como la brillantez de la bóveda celeste se supone uniforme, la iluminación obtenida en el punto en ambos casos es la misma y, por tanto, puede reducirse el problema de la iluminación sobre un plano vertical al de la iluminación sobre uno horizontal producida por una ventana paralela al plano, empleando la misma división de la bóveda celeste; siendo, por tanto, suficiente pegar en el aparato la maqueta de la ventana horizontalmente y a una distancia del cristal igual a la que separa el plano de la ventana del de trabajo y no contar como cielo visible

más que la zona iluminada, situada en el cuarto de esfera correspondiente al dintel de la ventana, puesto que la parte iluminada del otro cuarto de esfera correspondería a la luz reflejada por el terreno.

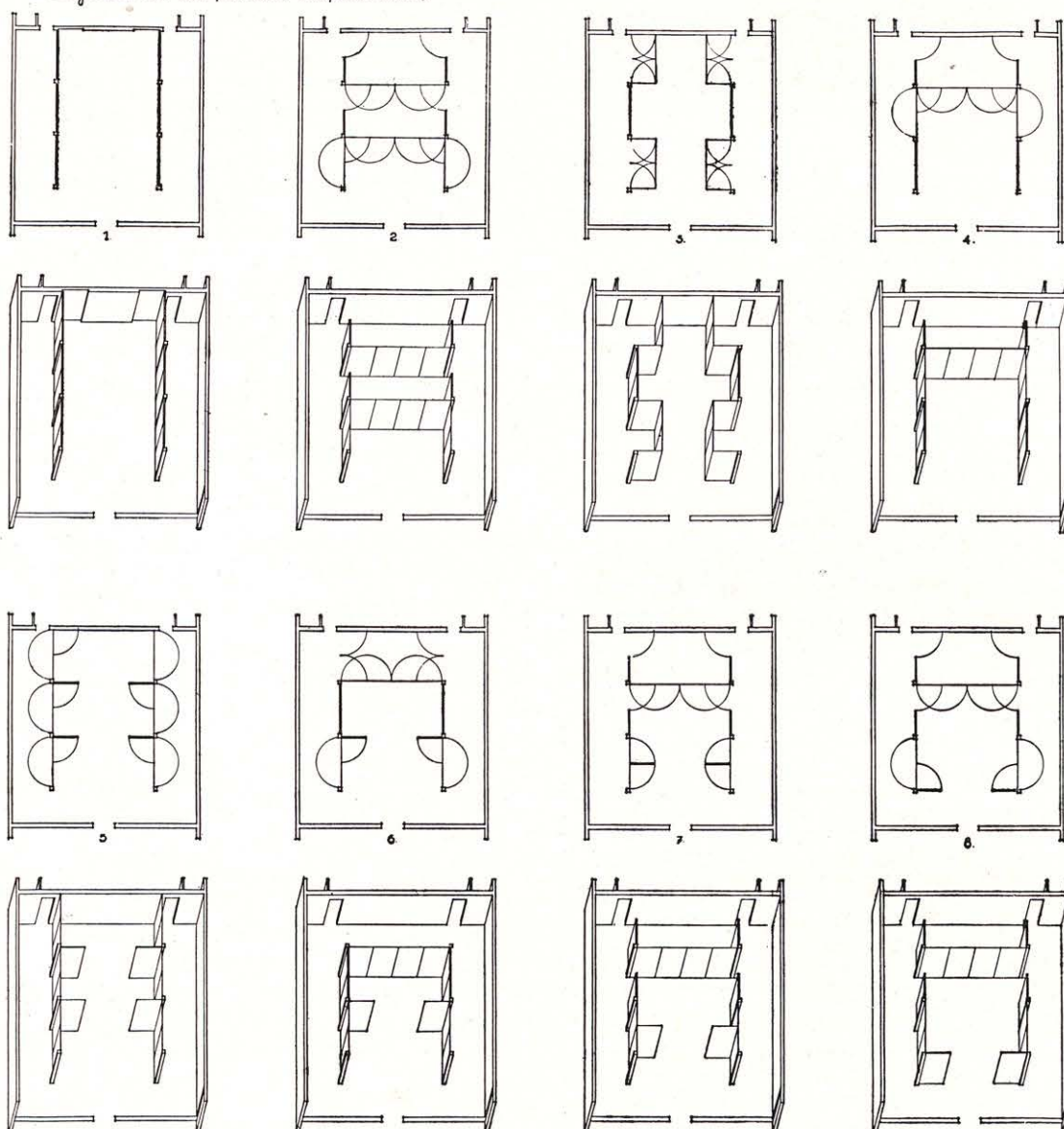
Este aparato puede emplearse también para medir el soleamiento en el interior de los edificios, para lo cual se han trazado en la bóveda los pasos solares en los equinoccios, solsticios y primeros de cada mes, con sus horas correspondientes.

Empleando el aparato en la forma anteriormente expuesta, con la ventana convenientemente orientada, el contorno de la misma limitará sobre los pasos solares las horas del día en las

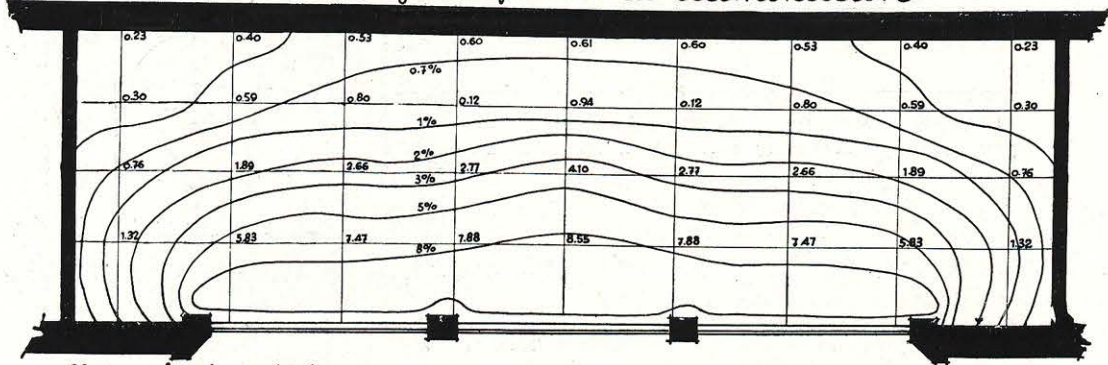
Tablero núm. 7.

FLEXIBILIDAD DE LA SALA IV.

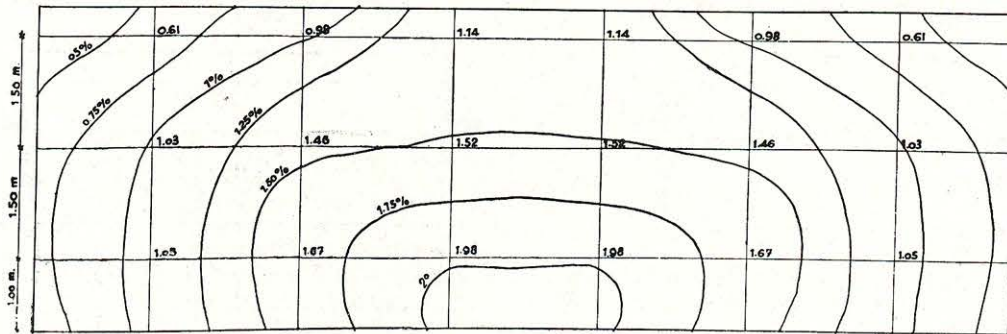
Algunas de las posibles disposiciones



Sala III. Curvas de igual factor de iluminación

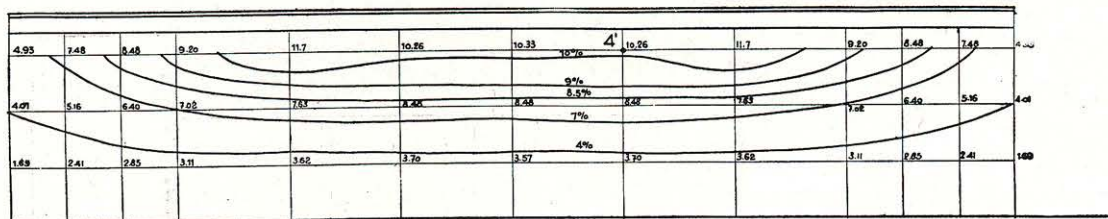


Plano horizontal



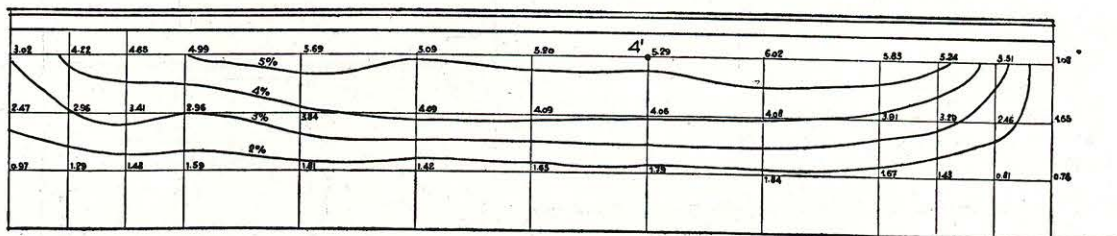
Plano vertical

Tablero núm. 7.



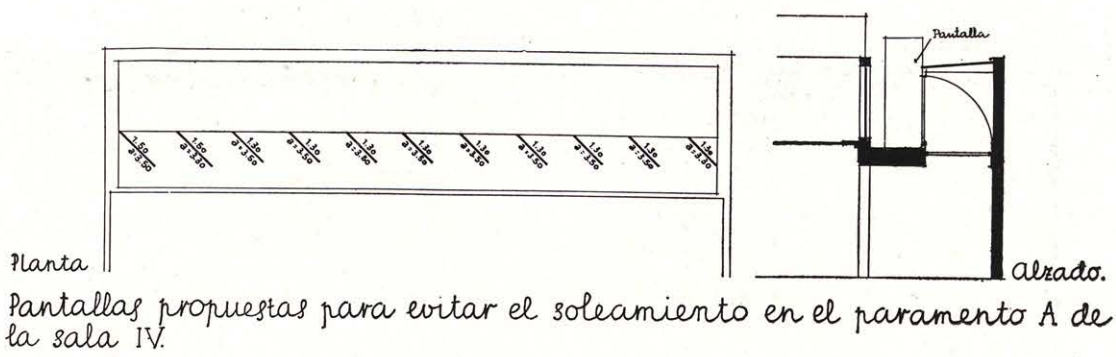
Paramento A de la sala IV. Curvas de igual factor de iluminación

Tablero núm. 5.

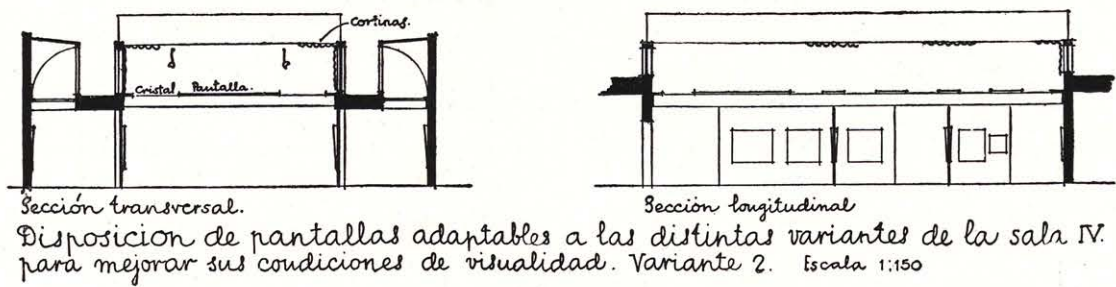


Curvas de igual factor de iluminación del paramento A de la sala IV con el tipo de pantallas propuestas.

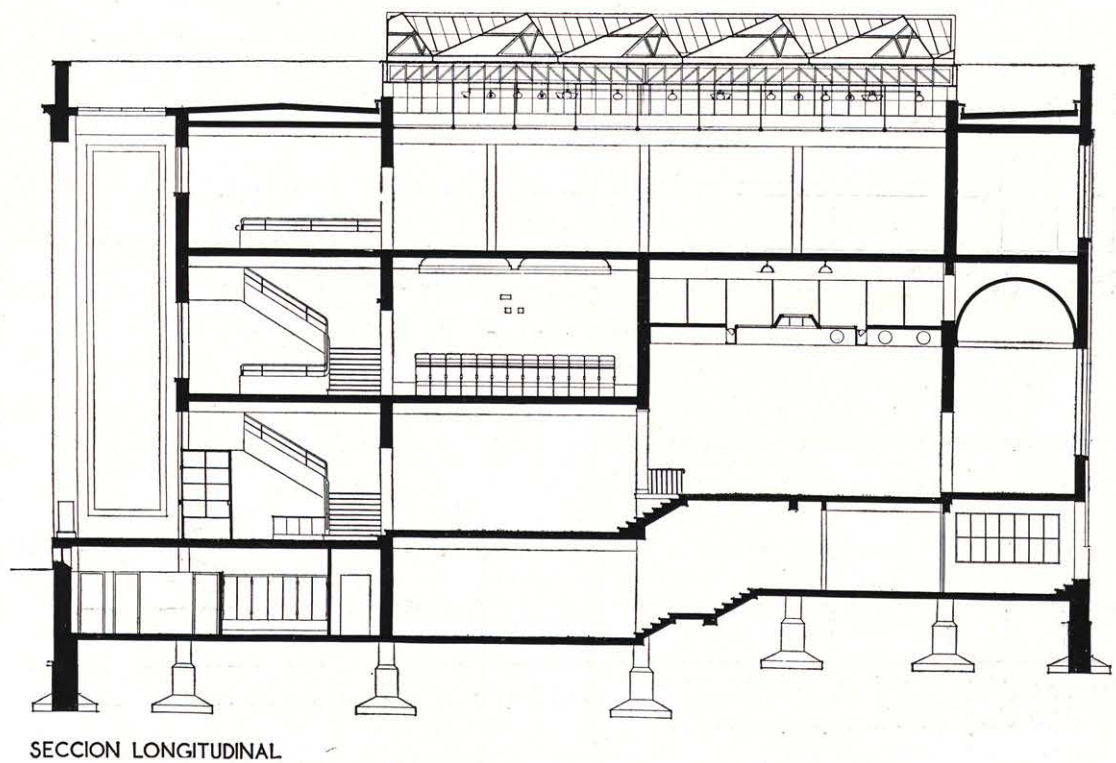
Tablero núm. 5.



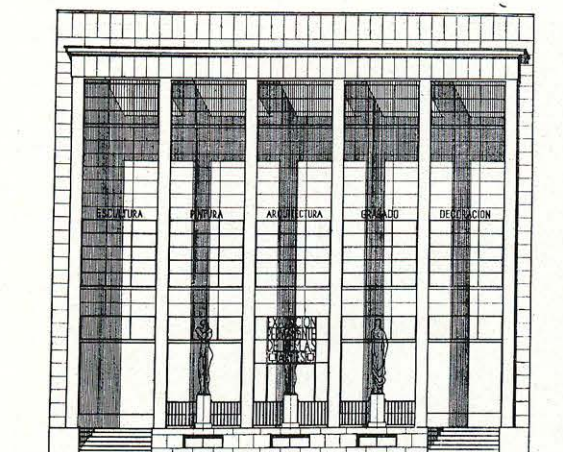
Tablero núm. 7.



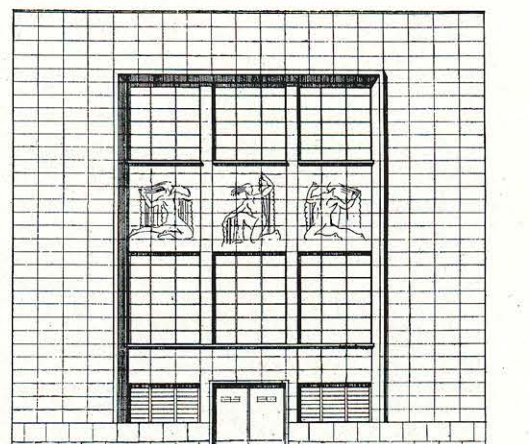
Tablero núm. 7.



Tablero núm. 8.



FACHADA PRINCIPAL



FACHADA POSTERIOR

Tablero núm. 10.

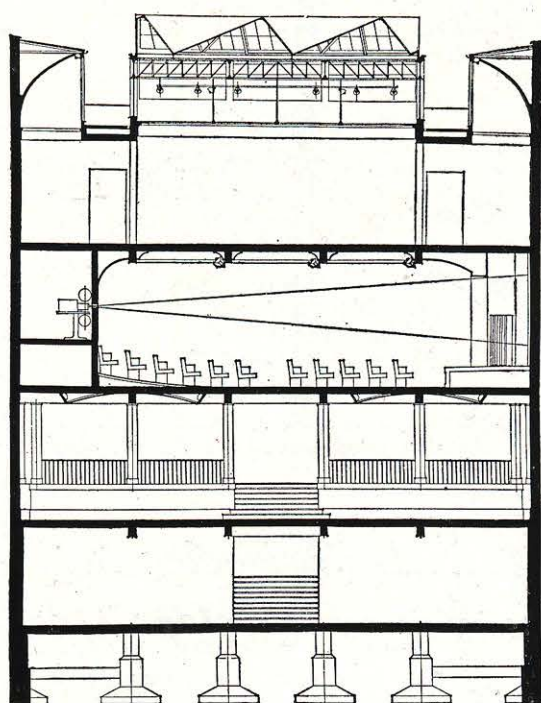
cuales el punto en cuestión recibe los rayos del sol en las diferentes épocas del año, resolviéndose en una sola operación la medición del factor de iluminación y el número de horas de solemamiento en un punto dado.

La exactitud del método ha sido comprobada con algunos ejemplos teóricos, entre otros el de Waldram (penetración de la luz y el sol en el interior de los edificios), con resultados muy satisfactorios.

En el caso de que existan distintos manantiales de luz, el estudio de la iluminación se sim-

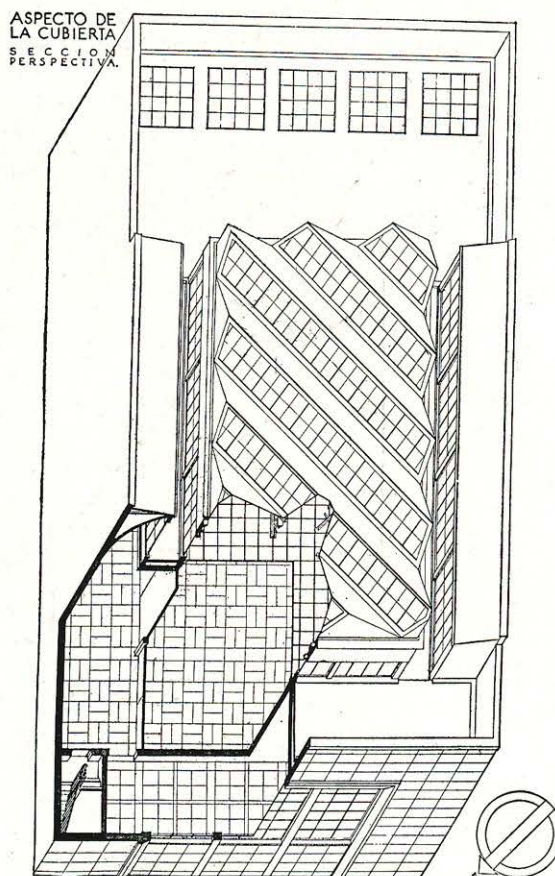
plifica extraordinariamente por medio de este aparato, bastando una sola medición para determinar el efecto acumulativo de los diferentes manantiales de luz (dientes de sierra, iluminación bilateral, etc.), sin tener que considerarlos aisladamente, como ocurre al emplear los procedimientos anteriormente reseñados.

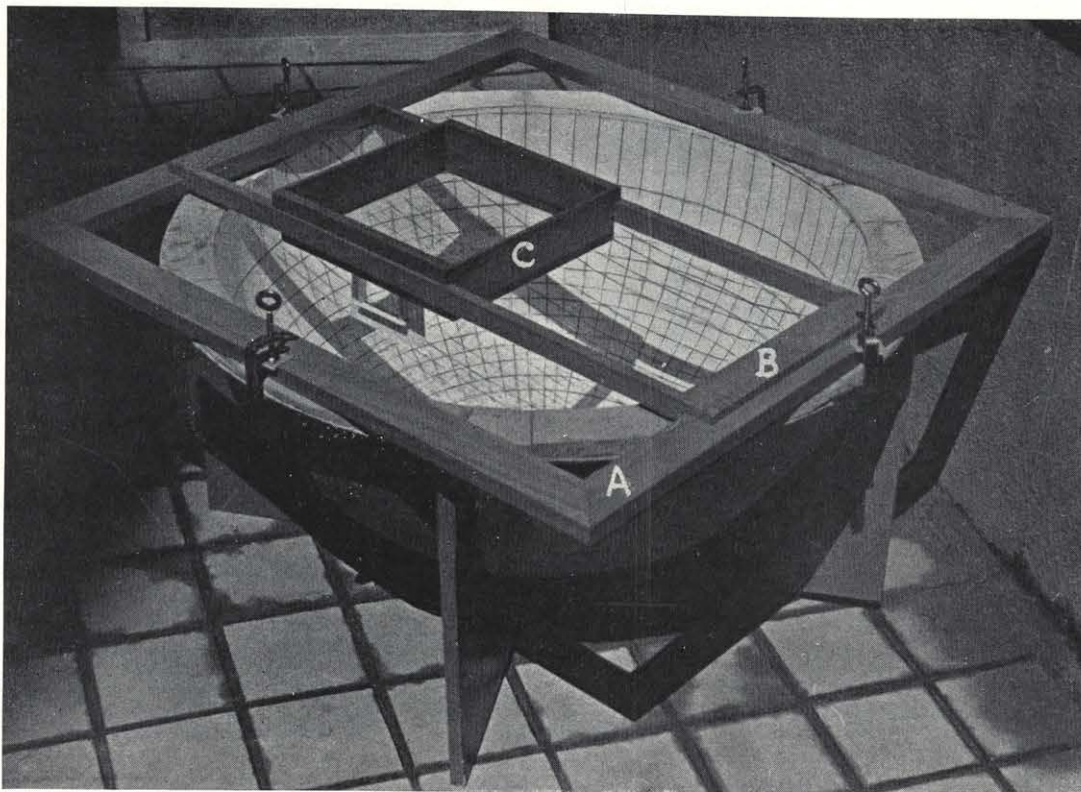
Tablero núm. 9.



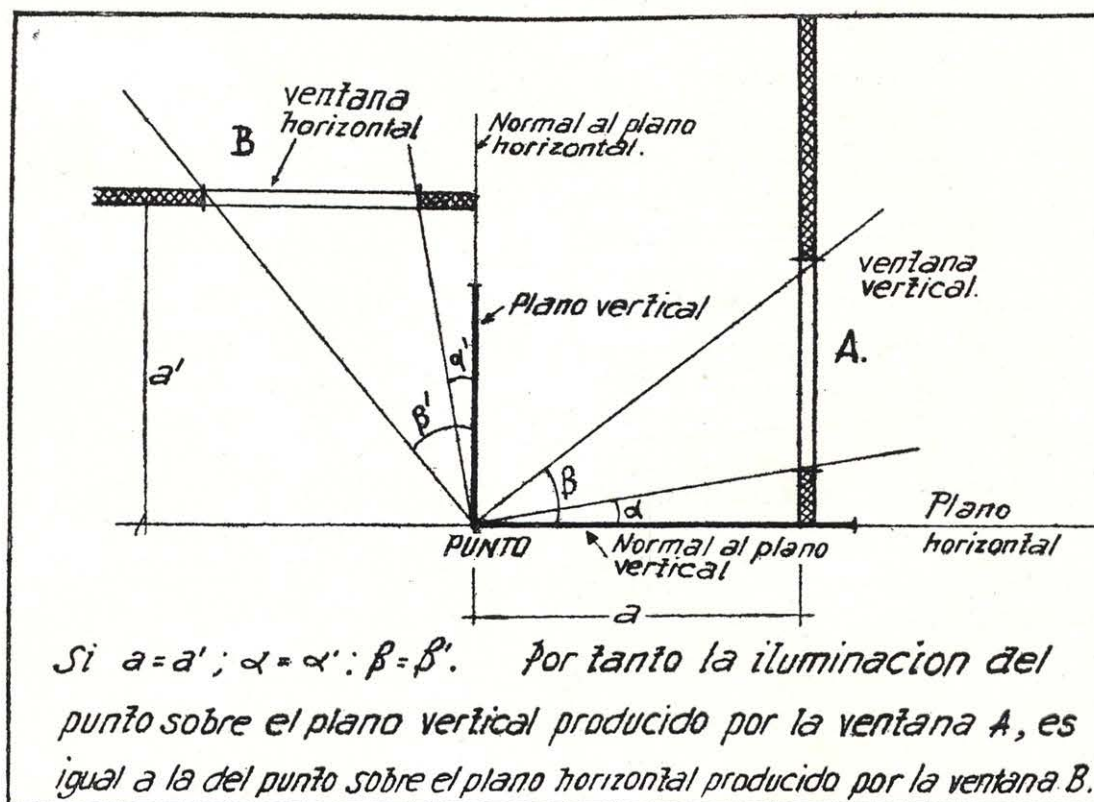
SECCION TRANSVERSAL

Tablero núm. 9.





Apéndice: Figura 1.



Apéndice: Figura 2.