



103-2, 3 y 4

el ambiente físico en la arquitectura

A lo largo de la historia, uno de los objetivos básicos de la arquitectura ha sido la consecución de interiores con suficiente luz y aceptable ambiente climático, adecuadamente protegidos de las adversas condiciones exteriores. Por ello, las realizaciones arquitectónicas más representativas de cada cultura reflejan la sociedad, inventiva, tecnología y estética de la época, así como también el clima de la zona en que están enclavadas.

Este objetivo es válido en la actualidad, y así, el logro de un ambiente físico adecuado constituye una de las bases fundamentales del proyecto arquitectónico, no sólo por ser uno de los determinantes del ambiente total, sino porque hoy se cuantifica aceptablemente.

Ello no ocurre con los demás condicionantes ambientales cuya cualificación varía según las personas, y aun el momento, y depende de factores psicológicos, sociales, etc., poco estables e, incluso, de la indudable interacción entre el hombre y su entorno.

El actual conocimiento de las condiciones que debe satisfacer el ambiente físico es consecuencia del gran esfuerzo realizado para evaluar las necesidades sensoriales del hombre, a pesar de las dificultades que ello entrañaba, y con esto establecer unas bases sólidas y válidas que permitan cuantificar, en unidades específicas, los condicionantes de sus factores, es decir, aquellos que determinan el intercambio de calor y humedad entre el hombre y su entorno; la forma en que la luz afecta a la percepción, comodidad y armonía visual, y las exigencias humanas en relación con la intensidad y calidad del sonido.

Para dar una idea orientativa de la complejidad y costo de los trabajos llevados a cabo para lograr especificar las características de un ambiente físico aceptable, se puede indicar que el establecimiento del umbral de visibilidad de la tarea normalizada por la I.E.S., base de las iluminancias que recomienda, exigió cerca de 500.000 observaciones previas.

Este conocimiento de las necesidades humanas en relación con el ambiente físico, a pesar de las lagunas existentes, y la posibilidad de satisfacerlas con la actual tecnología, permite afirmar, sin riesgo, que la consecución de un entorno sensorial óptimo en el interior de los edificios es más un problema económico que técnico. Por otra parte, el hombre exige que su comodidad y actuación sean prácticamente independientes del clima y hora, ya que cada vez pasa una parte mayor de su tiempo en ambientes físicos artificiales.

Pero la libertad en la construcción, consecuencia de la obtención y control del entorno sensorial en el interior de los edificios, satisfaciendo las demandas cualitativas de sus usuarios potenciales, no puede ser fruto de una realización interdisciplinada, sino que, un tanto paradójicamente, obliga a tener en cuenta y respetar un tal cúmulo de condicionantes, que exige un extenso y profundo conocimiento interdisciplinario y una adecuada utilización instrumental de la técnica, sin confiar a la intuición, empirismo o azar, el establecimiento o control de alguno de los factores definitorios del ambiente físico, durante la fase del proyecto, realización o, incluso, utilización.

Pero al reto que plantea el logro de un ambiente visual, climático y acústico adecuado a las necesidades del hombre y a las posibilidades que brinda la tecnología actual, logrados con la máxima economicidad de los recursos dinerarios utilizados, se une el que todos aquéllos son interdependientes; de ahí que su realización debe efectuarse integrando las diferentes tecnologías, única forma de conseguir un ambiente sensorial adecuado.

Así, por ejemplo, el alumbrado puede llegar a ser determinante del nivel cualitativo del ambiente climático y, en todo caso, influye en su calidad y costo como consecuencia de que casi toda la energía consumida por el alumbrado artificial se transforma en calor. Este calor puede distorsionar, por radiación, la climatización de una zona del local o permitir prescindir de la calefacción en edificios institucionales.

Esta compleja problemática, la dinámica tecnológica, la necesidad de utilizar los **recursos y energía de una forma racional**, etc., obliga a valorar cada una de las decisiones que deben tomarse durante la realización del ambiente físico por su influencia sobre la consecución de los objetivos funcionales, operativos y cualitativos totales, lo cual impide proyectar de una forma secuencial, exige el crear un equipo interdisciplinario, etc.

Por todo ello hoy se estima que estamos asistiendo a una revolucionaria modificación de las bases establecidas hace más de cincuenta años para la realización de edificios, y, como consecuencia, ha ocasionado una nueva filosofía de diseño, **el diseño integrado**, cuyo inicio quizá pueda hacerse coincidir con el programa de construcción de escuelas en California, en 1963.

Ante las expectativas que ello presenta a los arquitectos, técnicos, sociólogos, propietarios, etc., y aun a la economía nacional en uno de sus aspectos más conflictivos: la utilización de la energía, ADAE ha organizado un Simposio sobre **El hombre y el ambiente físico**, cuya actualidad, interés e importancia no es necesario destacar.

En dicho Simposio, que se celebrará en el próximo mes de noviembre, participarán conocidos expertos nacionales y extranjeros, cuyos conocimientos y experiencia permiten asegurar que los resultados que se obtengan serán trascendentales.

INFORMES DE LA CONSTRUCCION se honra en publicar en el presente número un trabajo sobre las realizaciones de uno de los participantes, el Arquitecto Sr. Yamasaki, y dos artículos de los Sres. Dorsey y Spielvogel, técnicos que pronunciarán conferencias en el Simposio y participarán en los coloquios durante el mismo.



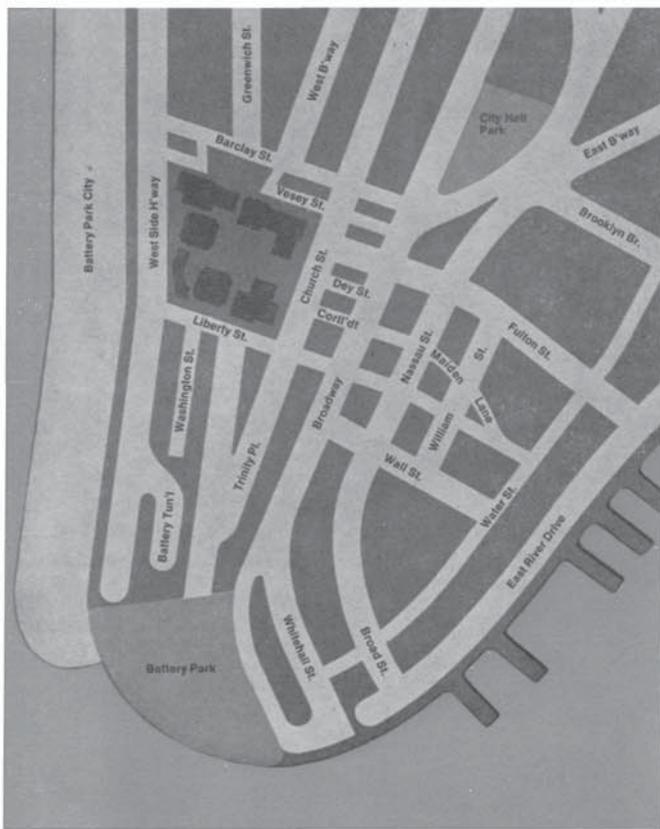
sinopsis

La celebración de un simposio, en Madrid, sobre el tema «El hombre y el ambiente físico», ha inducido a publicar estos tres artículos sobre arquitectura e ingeniería de tres destacados autores que participarán en el citado simposio. Se reseñan: las últimas obras del célebre arquitecto Minoru Yamasaki; un interesante trabajo de iluminación de interiores, de R. T. Dorsey, y otro de acondicionamiento y aislamiento, de L. G. Spielvogel. Con ello se hace hincapié en el tema de gran actualidad del diseño integrado, destacando los indudables logros y beneficios que se deducen de la labor conjunta de arquitectos e ingenieros, en general, trabajando desde el principio para conseguir obras funcionales, económicas y bellas.



obras de **Minoru Yamasaki**
EE.UU.

103-2



NACIDO EN:

Seattle (Washington), el 1 de diciembre de 1912.

ESTUDIOS REALIZADOS:

Arquitecto, en la Universidad de Washington.

EXPERIENCIA:

Instructor en la Universidad de Nueva York y en la Universidad del Diseño Arquitectónico de Columbia. Diseñador en numerosas firmas. Arquitecto principal de Minoru Yamasaki and Associates. (Esta firma comenzó sus actividades en 1919. El personal asciende a 80 personas. Esta firma ofrece servicios completos de arquitectura, además de ingeniería mecánica).

HONORES:

Proyecto destacado del Año de la Asociación del Cemento de New Jersey; Premio de Excelencia en Arquitectura del Instituto de Construcciones de Acero (Michigan Consolidated Gas Company), de Michigan; Primer Premio de honor de la Dhahran International Air Terminal, Arabia Saudita; Medalla de Oro del Instituto Americano de Arquitectos; Doctor en Arquitectura y Doctor de Humanidades de Universidades de Michigan, etc.

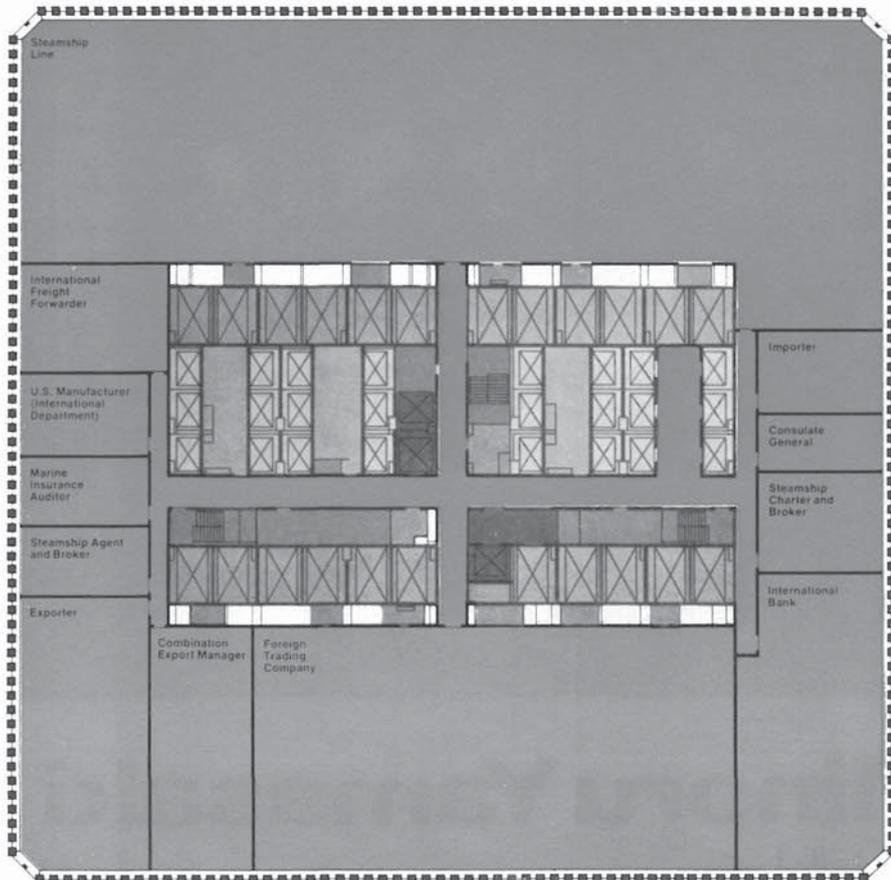
EXHIBICIONES:

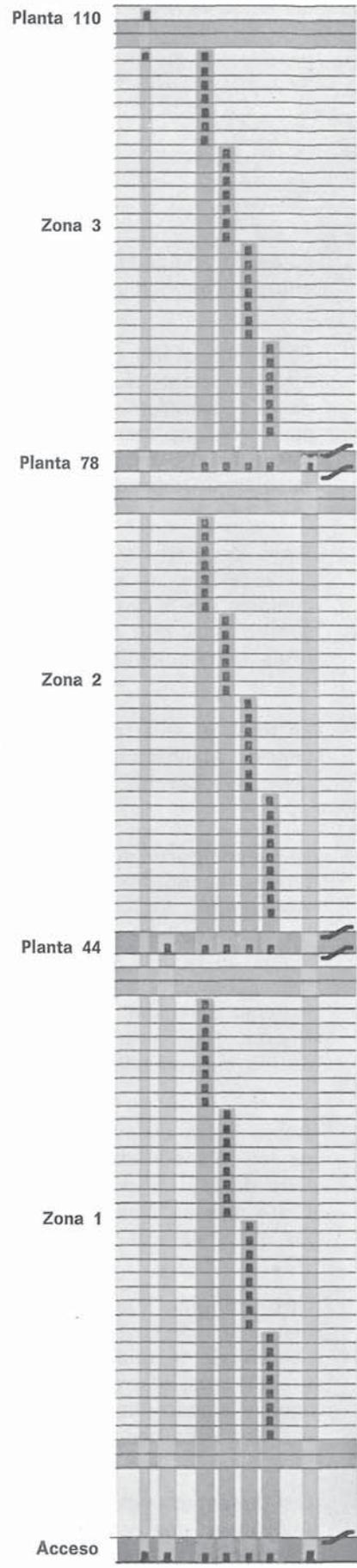
Comité de Organización de las XIX Pruebas Olímpicas «Espacios para Deporte y Cultura», México; Centro de Comunidad Judía de Cleveland; Exhibición de Arquitectura y Escultura de Sinagogas; Instituto de Cultura Hispánica: Arquitectura Actual de América, Madrid (España); Exhibición Medalla de Oro Nacional de Artes de la Construcción de la American Federation of Arts, etc.

PROYECTOS MAS REPRESENTATIVOS:

Centro Comercial Mundial de New York y New Jersey; Hotel Century Plaza, Los Angeles (California); Eastern Air Lines Unit Terminal, Aeropuerto Internacional Logan, Boston (Massachusetts); Oficinas de la Michigan Consolidated Gas Company, Detroit (Michigan); Styling and Product Planning Building de la Chrysler Corporation, Michigan, etcétera.

1 The World Trade Center





- Ascensor rápido a la planta del Club
- 23 ascensores rápidos a vestíbulos altos
- 72 ascensores normales
- Vestíbulos altos
- Cuarto de máquinas
- Escaleras mecánicas
- Paradas

Estas dos delgadas torres de 110 plantas, que se elevan a más de 410 m de altura están entre los edificios más altos del mundo.

Su diseño sufrió cambios considerables que alteraron la idea básica del principio. Tal vez el más importante sea el de aislar las dos torres del resto de los edificios que se construirían en el solar. Esto permitió que las torres ascendieran, desde el mismo suelo, de una manera continua y sin interrupciones, en contraposición de los clásicos retranqueos o escalonamientos de otros altos edificios. Esta separación contribuye también a proporcionar una mejor circulación dentro del conjunto.

Entre las torres y los otros cuatro edificios de baja altura se ha creado una gran plaza de 20.000 m² de superficie. Debajo de ella se han construido: un gran patio cubierto que sirve de enlace entre todos los edificios; la nueva terminal del ferrocarril subterráneo, que sustituye a la antigua que había en el lugar; aparcamientos y otras instalaciones, desarrollados en media docena de plantas por debajo del nivel del terreno.

En total, el solar del World Trade Center ocupa una superficie de 64.000 m² en la zona baja de Manhattan. Está limitado: al oeste, por West Street y el río Hudson; al norte, por las calles Barclay y Vesey; al este, por Church Street, y al sur, por Liberty Street.

La mayor parte de la superficie que ocupa el World Trade Center se encuentra en un terreno hecho por el hombre, y que ha sido ganado a las aguas. En tiempos de George Washington, el límite entre la tierra y el río era Greenwich Street, y lo que ahora es West Street se hallaba por debajo del agua. Pero gradualmente, en el transcurso de un par de siglos, el río Hudson ha sido desplazado unos 210 m. Durante todo ese tiempo se fueron realizando construcciones en las nuevas zonas de terreno, las cuales, en su mayoría, estaban derruidas y abandonadas en el momento de la construcción del World Trade Center. Todo esto supone un serio problema para la realización de las cimentaciones de los nuevos edificios.

Antes de la excavación del solar se hizo necesario preparar el terreno, sacando los restos de los 164 edificios que habían sido construidos antes y posteriormente abandonados. Otro de los imperativos básicos fue el de mantener en servicio la estación del ferrocarril hasta que se concluyera la nueva terminal, y sin que, en ningún momento, las obras estorbaran su funcionamiento.

Otro problema fue que el terreno no sólo era una antigua e incierta acumulación de materiales dispuestos por las sucesivas generaciones, sino que, además, contenía un buen número de instalaciones útiles que había que conservar, tales como: cables telefónicos y eléctricos, alarmas contra el fuego, tubos neumáticos y conducciones de gas, vapor, agua y alcantarillado. Hubo que localizar cada una de ellas, para mantenerlas o sustituirlas por otras nuevas.

Las cimentaciones que soportan los edificios del World Trade Center son gigantescas. Apoyan en una capa de roca, a 21,30 m por debajo del nivel del terreno, y soportan una carga de 1.250.000 toneladas.

En la zona oeste de Greenwich Street, en donde actualmente se encuentran las dos delgadas torres, se excavaron más de 770.000 m³ de tierra y roca, para conseguir un basamento de 300 m de largo, 155 m de ancho y 21,30 m de profundidad. En él se han

construido: la nueva y gran terminal de ferrocarril, plantas mecánicas, almacenes y superficie de aparcamiento para 2.000 coches.

Antes de comenzar la excavación fue preciso construir unos muros de contención anclados en la roca, para contrarrestar las presiones debidas a la tierra y al agua exteriores y prevenir, al mismo tiempo, la socavación de los edificios y calles adyacentes.

La construcción de este muro se hizo por elementos de zanjás. Cada elemento tiene 6,70 m de largo por 0,90 m de ancho, y se profundizaba hasta sobrepasar la capa de roca. En total se hicieron 152 elementos para completar el perímetro del muro.

A medida que se ejecutaba la excavación de cada elemento, la tierra extraída era reemplazada por una mezcla pastosa de bentonita y agua. De este modo se contrarrestaban, de forma continua, las presiones exteriores, y se mantenían las paredes de la zanja sin necesidad de entibaciones.

Una vez terminada la excavación del elemento, y sustituida la tierra por la mezcla, se introdujo un armazón metálico de unas 7 plantas de altura, y con un peso de 25 toneladas. Este armazón sirve de armadura al hormigón, que en último lugar era vertido en la zanja. Al verterse el hormigón se iba desplazando a la mezcla, por ser ésta de menor densidad que aquél. La mezcla que afloraba a la superficie era recogida para emplearla en la construcción de nuevos elementos.

El resultado final, después de que los distintos elementos fueron unidos, era un muro de contención, de hormigón armado, que rodea todo el perímetro del solar, y que permite la excavación del terreno sin ningún peligro para las construcciones vecinas.

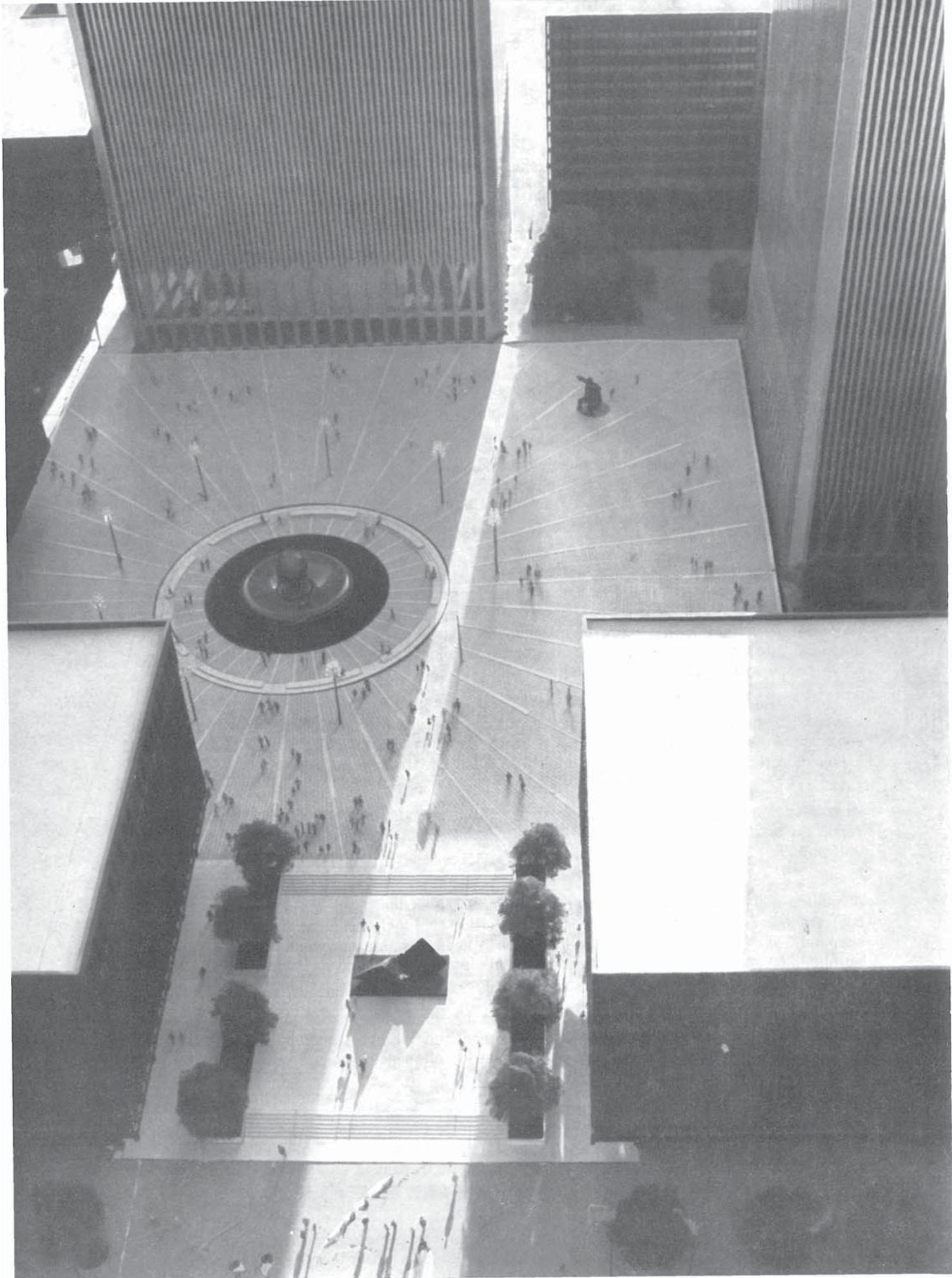
La excavación del solar se efectuó con los métodos tradicionales. La tierra extraída se vertió en el río Hudson, con lo que se obtuvieron 95.000 m² adicionales de superficie utilizable.

A medida que se hacía la excavación, quedaron visibles los túneles del ferrocarril subterráneo. En ese momento, y para no estorbar su funcionamiento, se les protegió y suspendió con una estructura metálica fijada a la roca, hasta ser reemplazados por la nueva terminal, en cuyo momento se procedió a su derribo.

Una vez terminada la excavación se ejecutaron las grandes cimentaciones, sobre las que se construyeron las 6 plantas subterráneas que albergan las instalaciones y los aparcamientos. Sobre estas últimas se levantan los altos edificios por encima del nivel del terreno.

Las torres del World Trade Center se diferencian de otros edificios en: la arquitectura, el diseño estructural, los nuevos usos del acero y otros materiales, en el sistema de ascensores, y en las avanzadas ideas de ingeniería utilizadas en su construcción. Por sí mismos representan el comienzo de una nueva era.

En cuanto al sistema estructural, las citadas torres son completamente distintas a otros elevados edificios. Son el productos de nuevos adelantos en la tecnología y diseño de rascacielos.



Los rascacielos convencionales han sido construidos mediante un grupo de pilares interiores que soportan el peso de toda la estructura. Los muros exteriores, en la mayoría de los casos, sólo sirven para sostener las ventanas, que permiten el paso de la luz y protegen de los cambios atmosféricos.

Pero las torres del World Trade Center incorporan un nuevo concepto de ingeniería. Son distintas no sólo físicamente —un par de cuadrados de 64 m de lado, con más de 4.000 m² de superficie útil en cada una de sus 110 plantas que se elevan, en una línea ininterrumpida, a más de 410 m de altura—. Su principal diferencia radica en que el sistema estructural de las torres utiliza los muros exteriores como muros de carga. En este caso, la mayor parte del acero se emplea en el exterior, en lugar de en el interior. Los pilares interiores sólo aparecen en el núcleo que contiene los ascensores, con lo cual se consigue una superficie máxima, libre de obstáculos.

Los muros exteriores soportan las cargas verticales del edificio, al tiempo que sirven de elementos resistentes contra el viento. El muro consiste en un cerramiento de columnas verticales espaciadas, unidas entre sí por unas macizas vigas horizontales que rodean las torres en cada planta. En el interior otras vigas similares van desde el núcleo hasta el muro exterior. En conjunto cada torre es como una gran caja hecha de metal.

Otra importante innovación la constituye el sistema de ascensores, formado de la siguiente manera: las torres están divididas verticalmente en tres zonas. Cada una de las zonas dispone de su propia plataforma de base o salida, situadas: la primera en una planta por debajo del nivel de la plaza; la segunda, en la planta 44; y la tercera, en la planta 78. Desde la primera plataforma salen ascensores de gran velocidad, con capacidad de 55 personas cada uno, que conducen: unos directamente al final del edificio y los otros a la segunda y tercera plataforma, sin paradas intermedias. Desde cada plataforma nacen ascensores locales que reparten el servicio a las plantas de cada zona. Una serie de escaleras mecánicas completan el sistema, que permite hacer el recorrido más desfavorable en menos de dos minutos. En conjunto el sistema es equivalente al de circulación horizontal de vehículos, en el que se separan las vías según su velocidad y cometido.

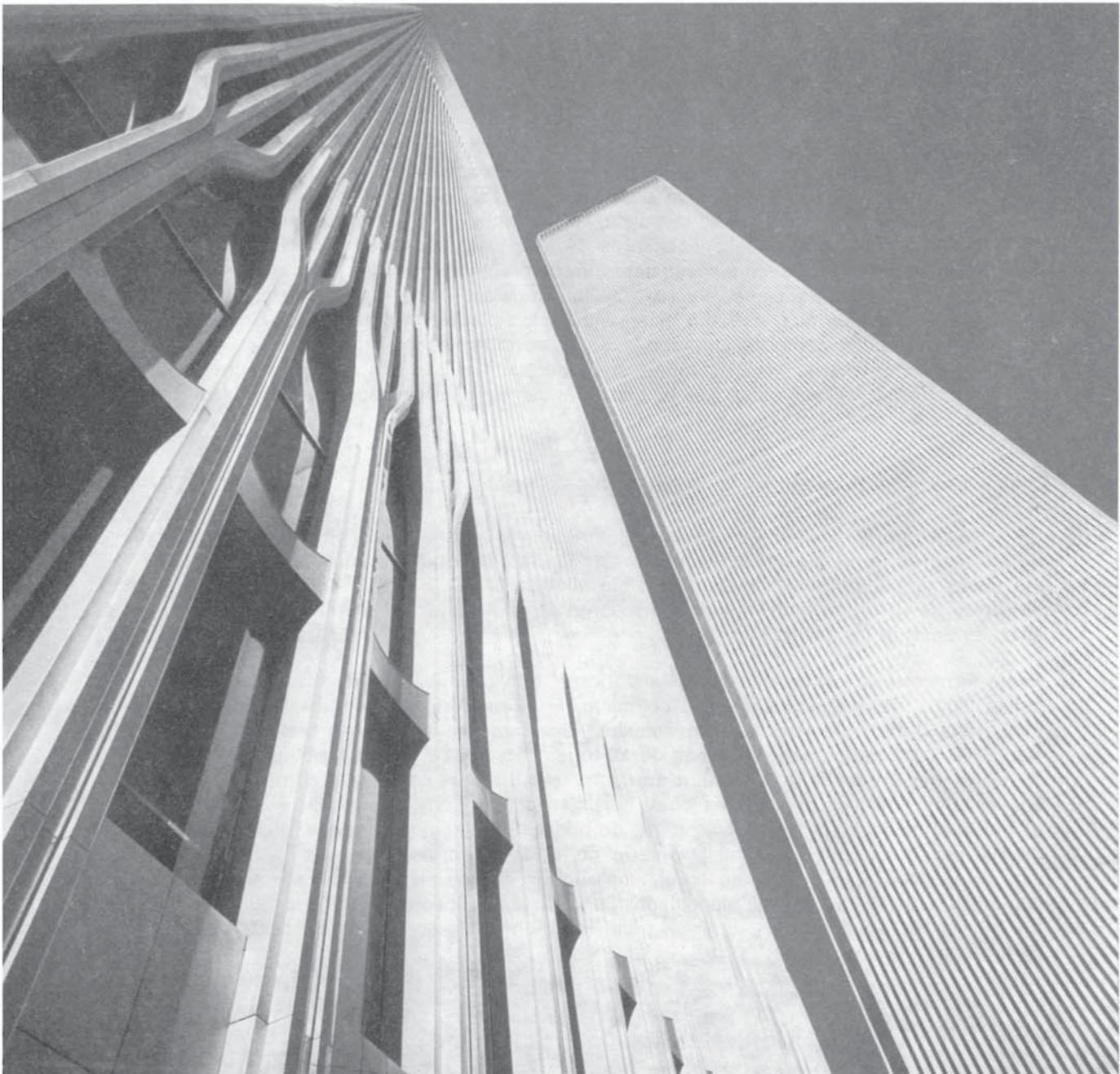
Se empleó el siguiente orden en la construcción de ambas torres:

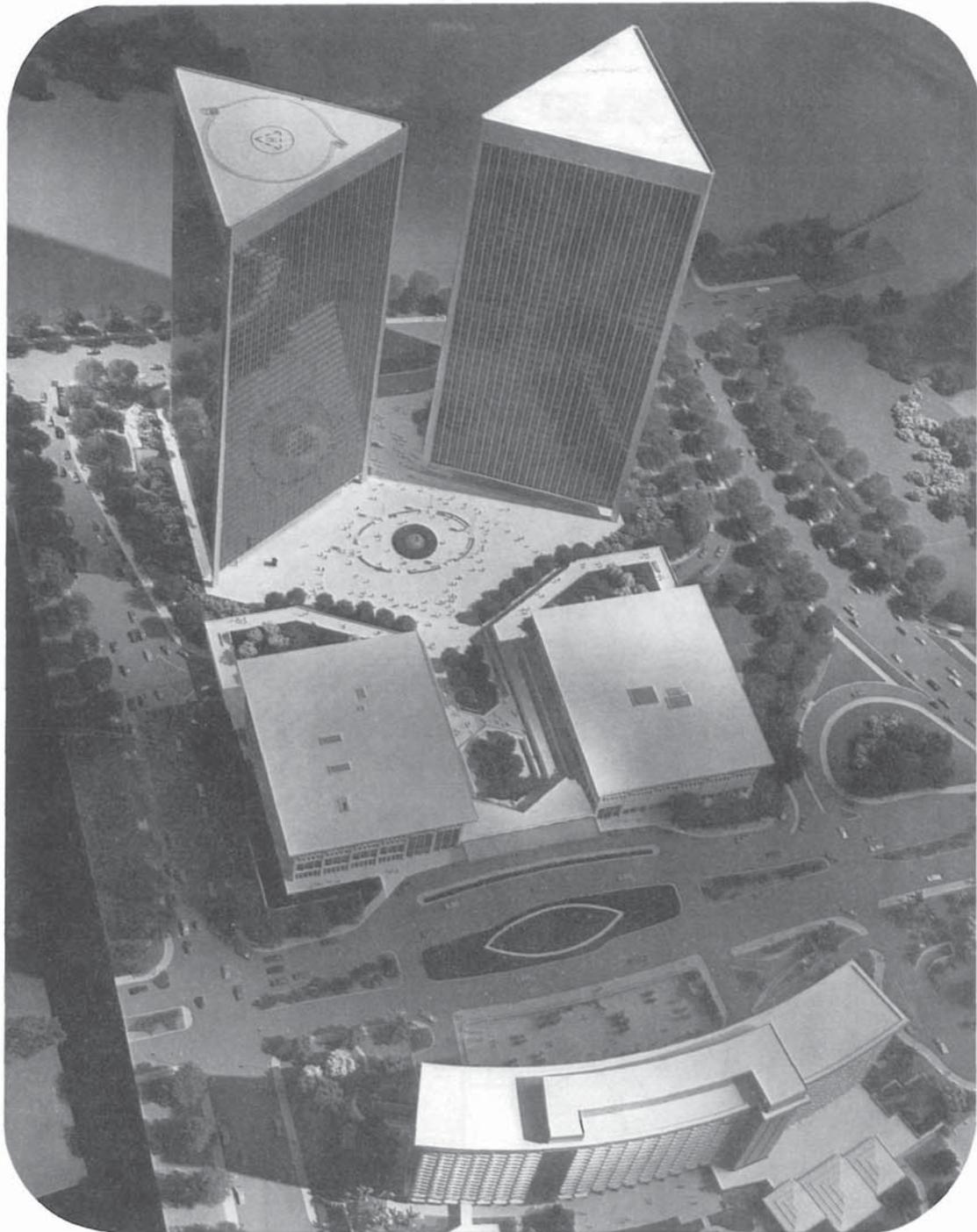
-  Se empezó por el núcleo, que es una superficie rectangular que contiene los sistemas de ascensores, y en el que se encuentran todas las columnas interiores. Desde éste, los suelos se desarrollan limpiamente, sin obstrucciones, hasta los muros exteriores. En el núcleo se iban apoyando las gigantescas grúas que izaban los materiales hasta el final de las torres.
-  Posteriormente se hacían los muros exteriores, que ajustaban su marcha a la construcción del núcleo central de columnas. El muro se realizó con paneles prefabricados, constituidos por columnas que se soldaban directamente a las vigas horizontales de unión. Cada panel, que pesa más de 22 toneladas, consta de tres módulos. Tiene un ancho de 3 m y una altura de dos o tres plantas, es decir, 7,30 ó 11 m. Los paneles, una vez puestos en obra, se unían con los adyacentes. De esta manera, el muro acabado consiste en una serie de pilares distanciados entre sí algo más de 100 cm, que rodean todo el perímetro de la torre, y cruzado, en cada planta, por una viga horizontal, rigidizadora, de igual longitud que el lado de la torre. Este montaje comienza a 24,40 m por encima del nivel del terreno. Por debajo de esta línea los pilares se unen de tres en tres, para llegar en una graciosa arcada hasta el nivel de la plaza.

- 3** Una vez terminados el núcleo central y los muros exteriores se dispusieron las armaduras de los forjados, que son del tipo de vigas de celosía, y salvan limpiamente la distancia que hay entre el núcleo y los muros. Encima de las armaduras se colocaron planchas metálicas corrugadas, que sirven de encofrado para la capa de hormigón. Esta última sirve de base al pavimento, realizado mediante baldosas, en la mayor parte del edificio. El forjado así hecho, sirve de elemento de unión entre el núcleo y los muros exteriores, dando, al mismo tiempo, la necesaria rigidez al edificio.

Se aprovecharon los huecos entre las armaduras para disponer los conductos de la calefacción y ventilación por aire acondicionado. Encima de la plancha metálica se colocaron los conductos para electricidad y telefonía. Estas últimas tienen las tomas para las instalaciones en el suelo, atravesando la capa de hormigón. El espesor del forjado es en total de 81 cm. Estos trabajos se llevaron a cabo simultáneamente con los del levantamiento del muro exterior.

- 4** En último lugar se realizó el muro cortina, a base de planchas de aluminio que recubren la estructura metálica. Antes de colocar el aluminio, se forraron los pilares con un material que los protege del fuego. Los espacios de 60 cm entre las columnas forman las ventanas, que suman un total de 43.600. Para ellas se utilizó vidrio reflectante de color bronce.





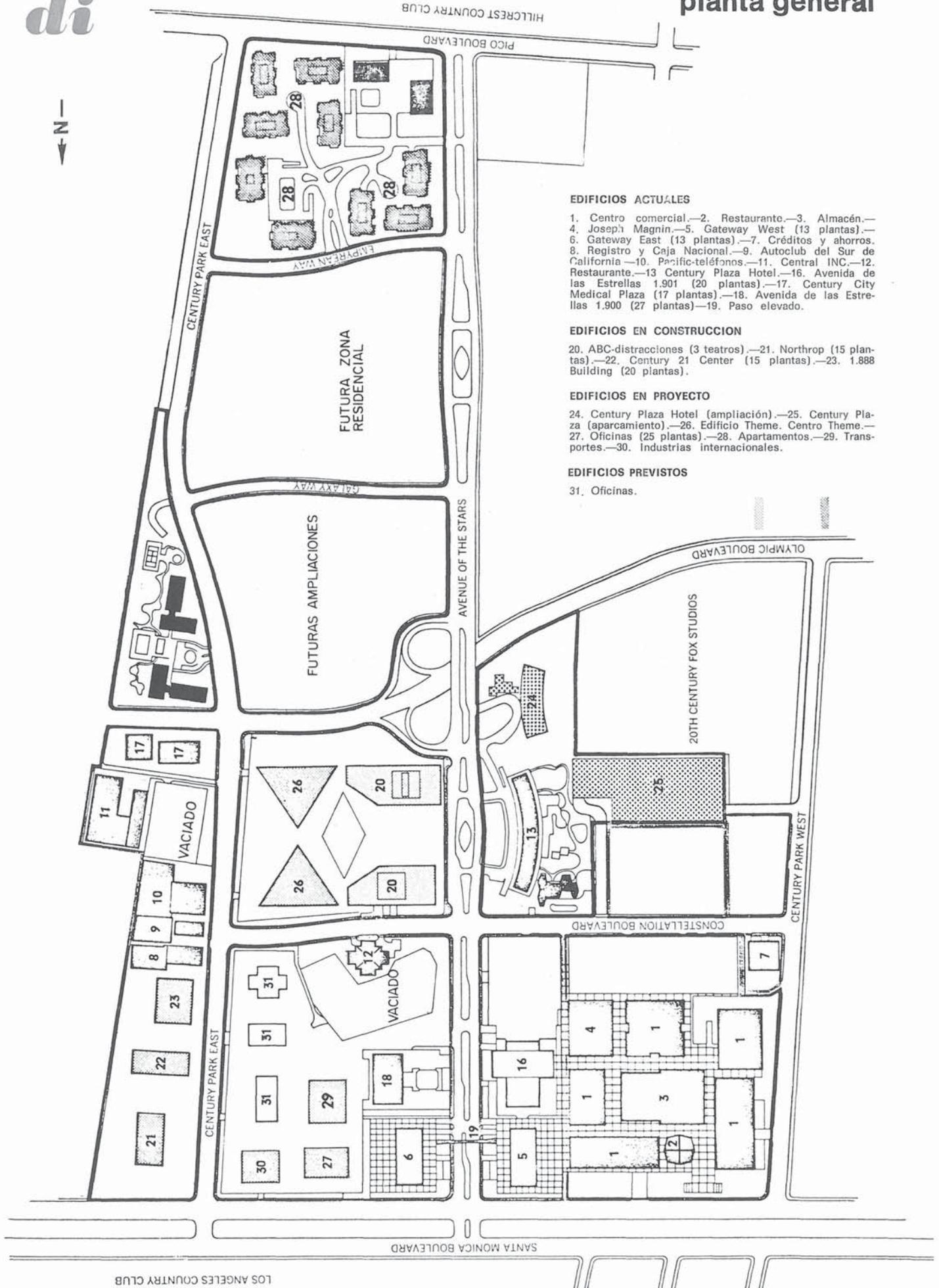
2 Century Center Plan Unveiled

El complejo edificado se compone de cuatro edificios, iguales dos a dos, destinados a oficinas (torres triangulares) y a usos varios, tales como: restaurantes, cines, distracciones, etc. (edificios bajos), una amplia plaza y aparcamiento subterráneo para 6.000 automóviles.

Los dos edificios de planta triangular tienen, aparte de su forma singular, la característica de estar soportados sobre tres pilares, constituyendo los rectángulos de las 42 plantas superiores unas gigantescas vigas.

La estructura de ambas torres está prevista para resistir perfectamente los esfuerzos de vientos y los movimientos provocados por posibles sismos.

El programa completo se desarrolla en tres fases.



EDIFICIOS ACTUALES

- 1. Centro comercial.—2. Restaurante.—3. Almacén.—4. Joseph Magnin.—5. Gateway West (13 plantas).—6. Gateway East (13 plantas).—7. Créditos y ahorros.—8. Registro y Caja Nacional.—9. Autoclub del Sur de California.—10. Pacific-teléfonos.—11. Central INC.—12. Restaurante.—13 Century Plaza Hotel.—16. Avenida de las Estrellas 1.901 (20 plantas).—17. Century City Medical Plaza (17 plantas).—18. Avenida de las Estrellas 1.900 (27 plantas).—19. Paso elevado.

EDIFICIOS EN CONSTRUCCION

- 20. ABC-distracciones (3 teatros).—21. Northrop (15 plantas).—22. Century 21 Center (15 plantas).—23. 1.888 Building (20 plantas).

EDIFICIOS EN PROYECTO

- 24. Century Plaza Hotel (ampliación).—25. Century Plaza (aparcamiento).—26. Edificio Theme. Centro Theme.—27. Oficinas (25 plantas).—28. Apartamentos.—29. Transportes.—30. Industrias internacionales.

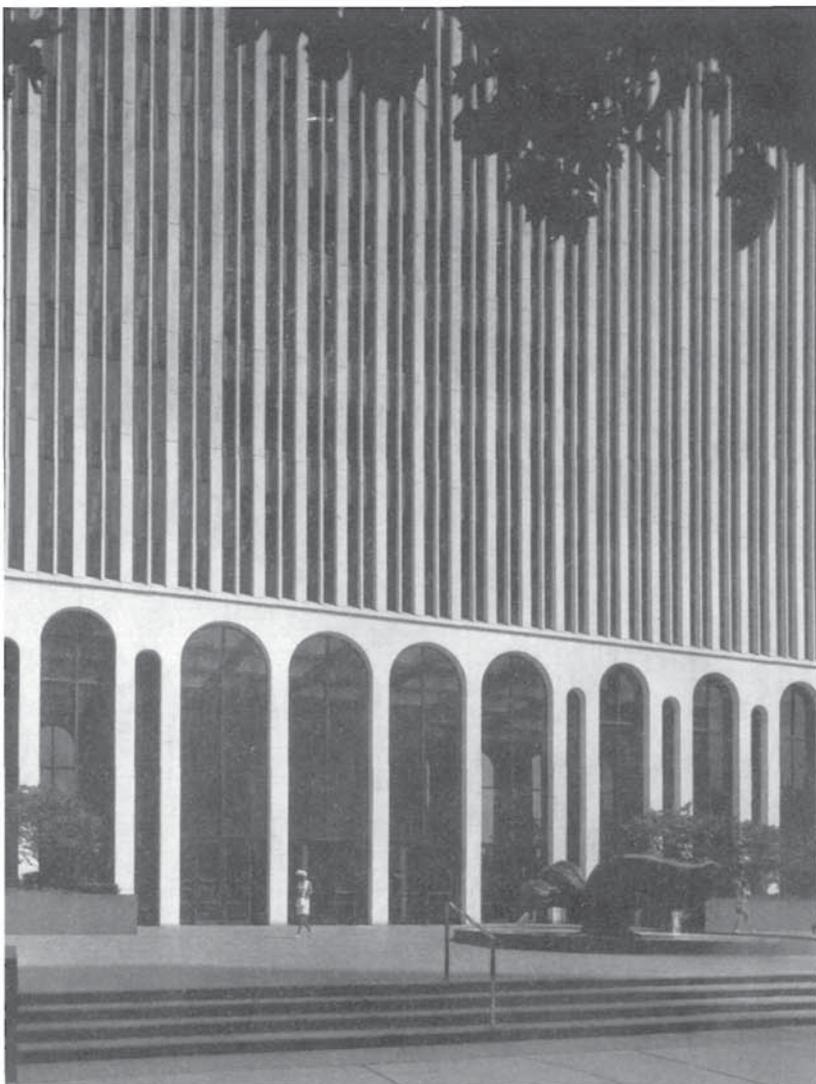
EDIFICIOS PREVISTOS

- 31. Oficinas.



3 Manufacturers & Traders Trust Building

La nueva central de banco y oficinas para comerciantes e industriales es una construcción de 21 plantas. El edificio, que da cara a Main Street, entre Eagle y North Division, está situado sobre una plaza de 67 m de anchura por 23 m de profundidad, ajardinada con árboles, flores, fuentes y bancos distribuidos por su superficie. El edificio, de este modo dispuesto, crea una plaza urbana para esta zona comercial de Buffalo, que con el tiempo quedará también delimitada: por el nuevo desarrollo de AMA, por el nuevo complejo bancario Erie County Savings, y más tarde, por el edificio Ellicott Square, que se construirá cuando se termine la prolongación de Church Street.



La primera planta es la única destinada a uso bancario. Tiene 10,70 m de altura y da a la plaza. Está constituida por ventanas en forma de arco y se integra con el espacio central para formar una gran sala de 58 m de largo y 21 m de ancho. La realización de la delicada arcada, con columnas revestidas de mármol distanciadas 4,25 m entre ejes, que soportan las grandes luces de la estructura del edificio, ha sido posible gracias al uso de nuevos aceros estructurales de alta resistencia.

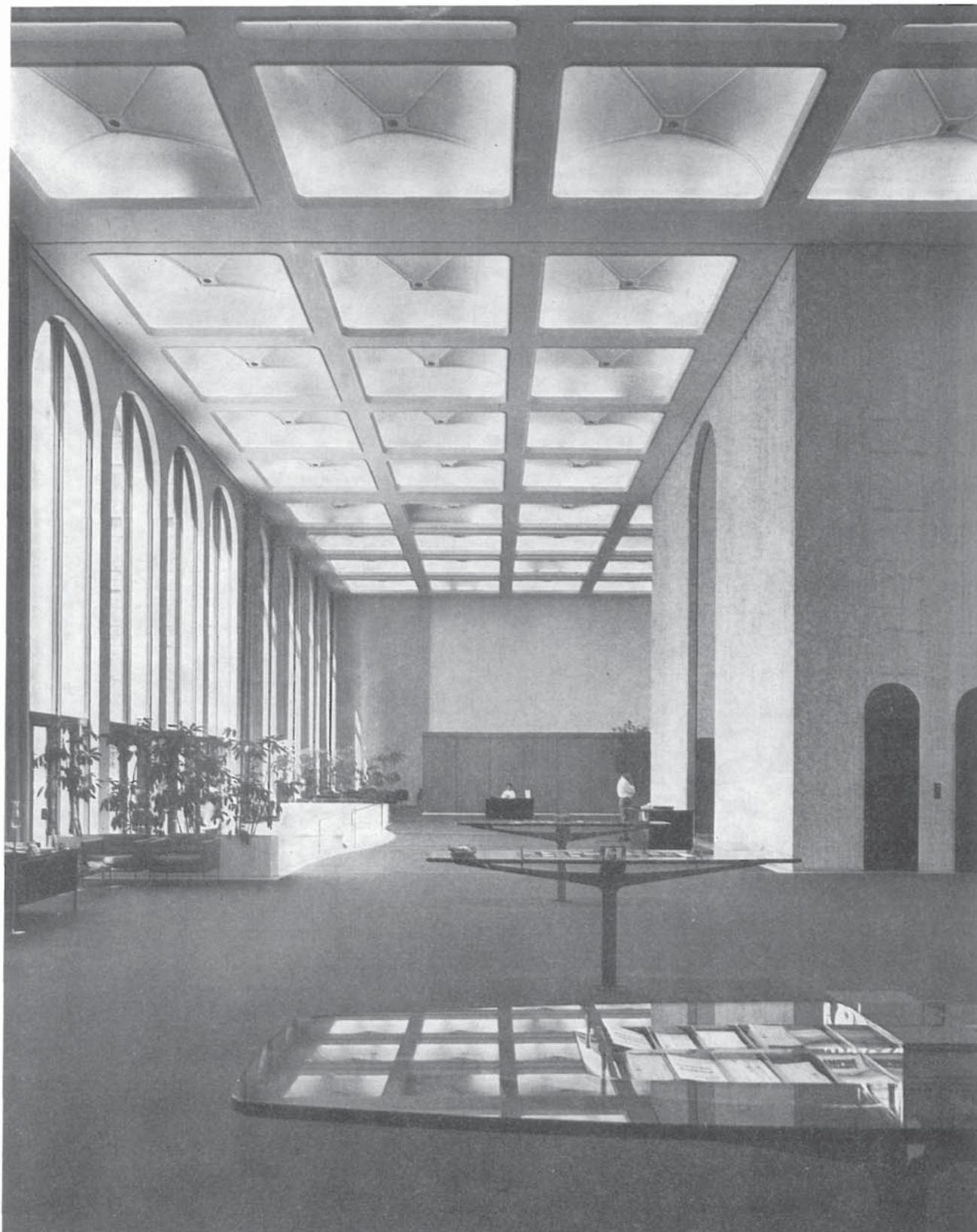
Todas las plantas del edificio están servidas por el núcleo vertical de comunicación, situado en el lado que da a Washington Street, compuesto por ascensores, escaleras y montacargas. Cada planta tipo tiene más de 1.100 m² de superficie útil, libre de columnas.

Los elementos verticales de la estructura metálica de la torre, por encima de la primera planta, van revestidos con placas prefabricadas de hormigón, al que se le ha agregado mármol para conseguir un acabado liso de color blanco. Estos elementos sumamente finos, proporcionan una protección lateral contra el sol. Paneles de aluminio anodizado y ventanas con vidrio teñido absorbente del calor, completan los muros exteriores.

Los interiores de cada planta tipo están organizados de forma que permiten cualquier combinación en la distribución de las oficinas modulares.

Las plantas superiores se hallan servidas por un grupo de siete ascensores de gran velocidad. Las oficinas administrativas del banco ocupan aproximadamente la mitad del espacio total del edificio. La otra mitad está dedicada a alquiler. Un restaurante público ocupa completamente la última planta del edificio, ofreciendo una magnífica visión del lago Erie y una vista panorámica de la ciudad de Buffalo. El edificio se encuentra equipado en su totalidad con aire acondicionado, incluyendo un equipo

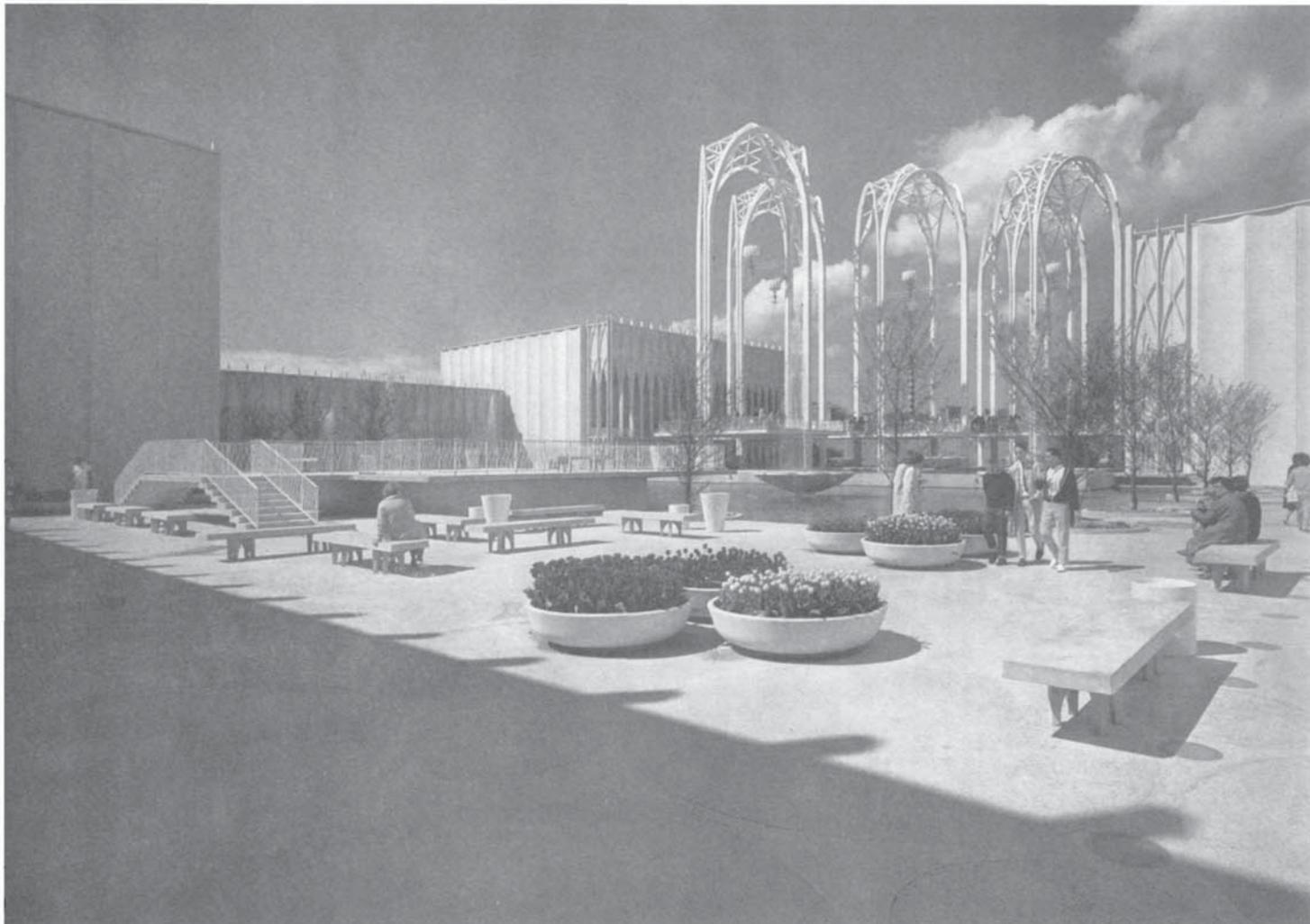




que mantiene un confortable nivel de humedad en todas las estaciones. Este completo sistema de control climático se halla complementado con un sistema de filtros de aire, que remueven el polen y otras partículas suspendidas en el ambiente, para suministrar aire filtrado, controlado termostáticamente, durante todo el año.

Cada oficina se ilumina con lámparas empotradas, de luz fluorescente. Las plantas cuentan con un tendido eléctrico tan completo que permite disponer de tomas de electricidad y teléfonos, prácticamente en cualquier lugar dentro del edificio.

La planta que remata el edificio, en la que se ha situado el equipo mecánico, se halla rodeada por una galería perimetral luminosa, la cual será iluminada suavemente por la noche para conseguir una discreta pero clara señal distintiva.



4 US Science Pavilion

En la concepción del proyecto para el Edificio Federal de la Ciencia del Siglo XXI influyeron, principalmente, tres condicionantes: una específica y dos generales.

La primera consistía en que había ya tantas grandes estructuras en los terrenos de la Feria Mundial, como por ejemplo: el Auditorio Civil, la Armería, el Edificio de Congresos, el Estadio, etc..., que se pensó que no sería deseable añadir otra gran construcción singular.

La segunda condición residía en que los edificios, en todas las ferias que se visitaron (Chicago, New York, Bruselas y Nueva Delhi) tendían a competir unos con otros, creando generalmente una impresión de caos arquitectónico. Esto parece ser la nota básica de toda feria, pues cada expositor intenta con su edificio superar a los que le rodean, con el fin de atraer la atención del visitante. Por todo esto se pensó que si se pudiera conseguir un espacio exterior completamente controlado y de serenas características, se le ofrecería un interesante cambio de ambiente al perplejo visitante.

La última condición era que, aprovechando el agradable clima veraniego de Seattle, el realizar un edificio que ofreciera ambientes interiores y exteriores contrastando entre sí sería mucho más interesante que una construcción volcada únicamente hacia el interior.

Por otro lado, al ir profundizando en el tema de las exposiciones y de la diversidad de usos necesarios, resultó cada vez más evidente que la disposición en varios edificios sería mejor que la de uno solo.

Todas estas razones condujeron al esquema del patio central, cercado en tres de sus lados por los edificios de exposición, y en el cuarto por unas torres.

La utilización de las torres se decidió por dos razones principales: una de ellas, la de poder ofrecer una visión completa del recinto ferial y de sus alrededores, y la otra, enfatizar el significado del edificio. En un principio se pensó en una única y alta torre, del tipo de aguja espacial; pero cualquiera que fuera su tamaño resultaría ridícula en comparación con las ya existentes de 200 y 250 m de altura. De aquí la elección de las cinco torres, que además presentaban la ventaja adicional de actuar como elementos de cierre del lado de la entrada. Las torres domi-

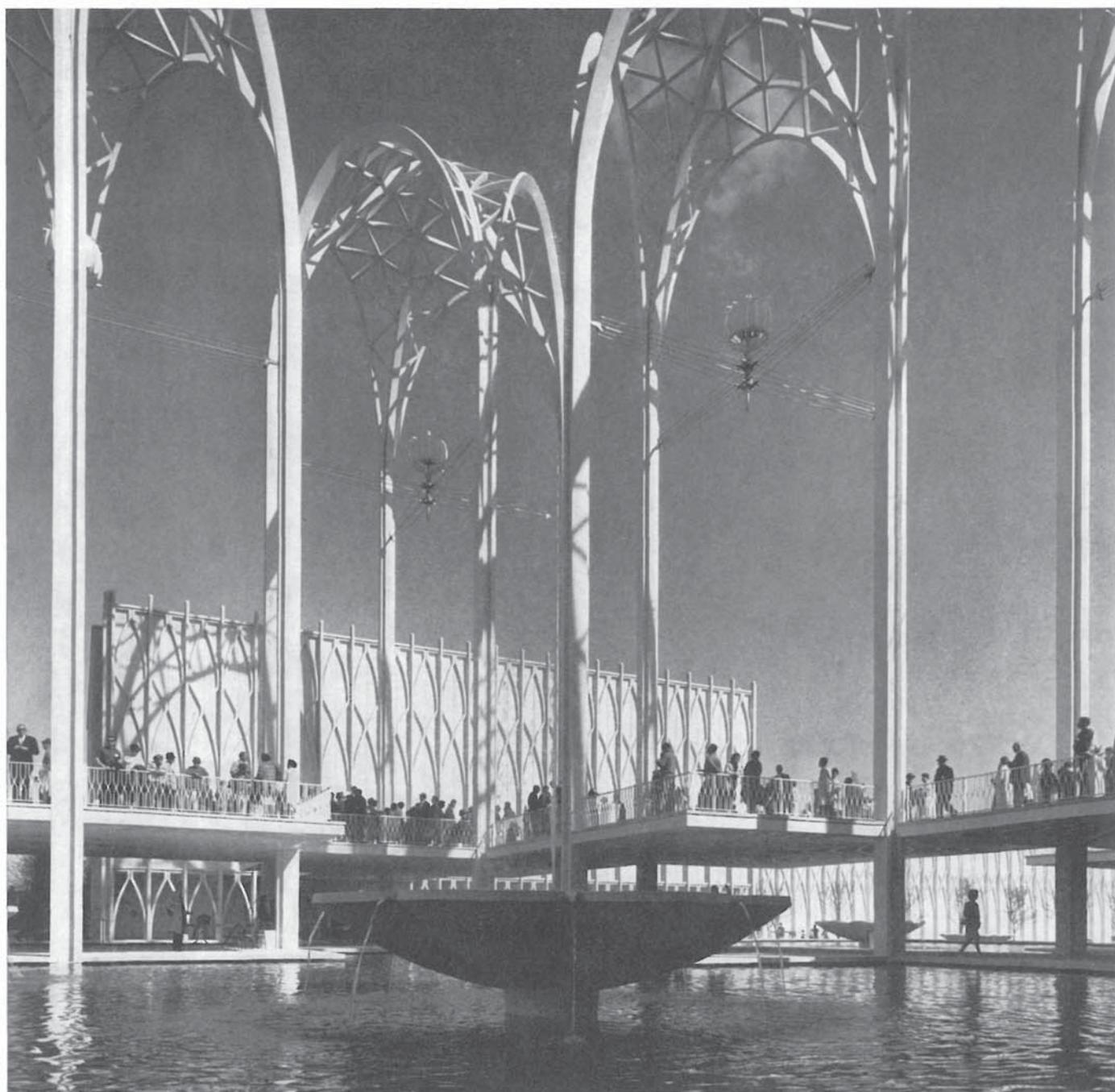
narían el eje central de la feria, confiriendo la cualidad monumental intrínseca a la importancia y dignidad del propósito del edificio: representar al pueblo americano en esta importante feria mundial.

La elección de los cinco elementos de torre se hizo por composición, y fue casualidad que coincidieran en número con las Cinco Leyes Básicas de la Ciencia. Por el contrario, fue deliberada la elección del llamado «motivo gótico». Se intentaba conseguir una sensación de elevación y encumbramiento, y el motivo gótico era el que mayormente la proporcionaba, en comparación con otros muchos diseños que se estudiaron para las torres.

Las plataformas se levantaron por encima del punto más alto de la zona, con el fin de dar la posibilidad de contemplar el recinto de la feria, así como ver la totalidad de la superficie del patio central. Se pensó que sería una agradable experiencia, el cruzar el muro, subir por las escaleras y poder ir viendo las fuentes, árboles y flores de los alrededores.

Los edificios se construyeron con elementos prefabricados, ya que el uso de este sistema ofrecía varias ventajas: se obtenía una unidad entre las seis estructuras, difícil de conseguir de otra forma, al ser de diferentes tamaños y alturas; se conseguía una considerable economía en el coste de las obras; y por último, permitía la posibilidad de una rápida construcción.

En las fachadas se emplearon placas prefabricadas de cuarzo. Las placas de este material permiten una finura de detalle, tienen una elegante apariencia, y una permanente calidad y riqueza, que no se podrían lograr de ninguna otra manera.



5

The Dhahran Civil Air Terminal

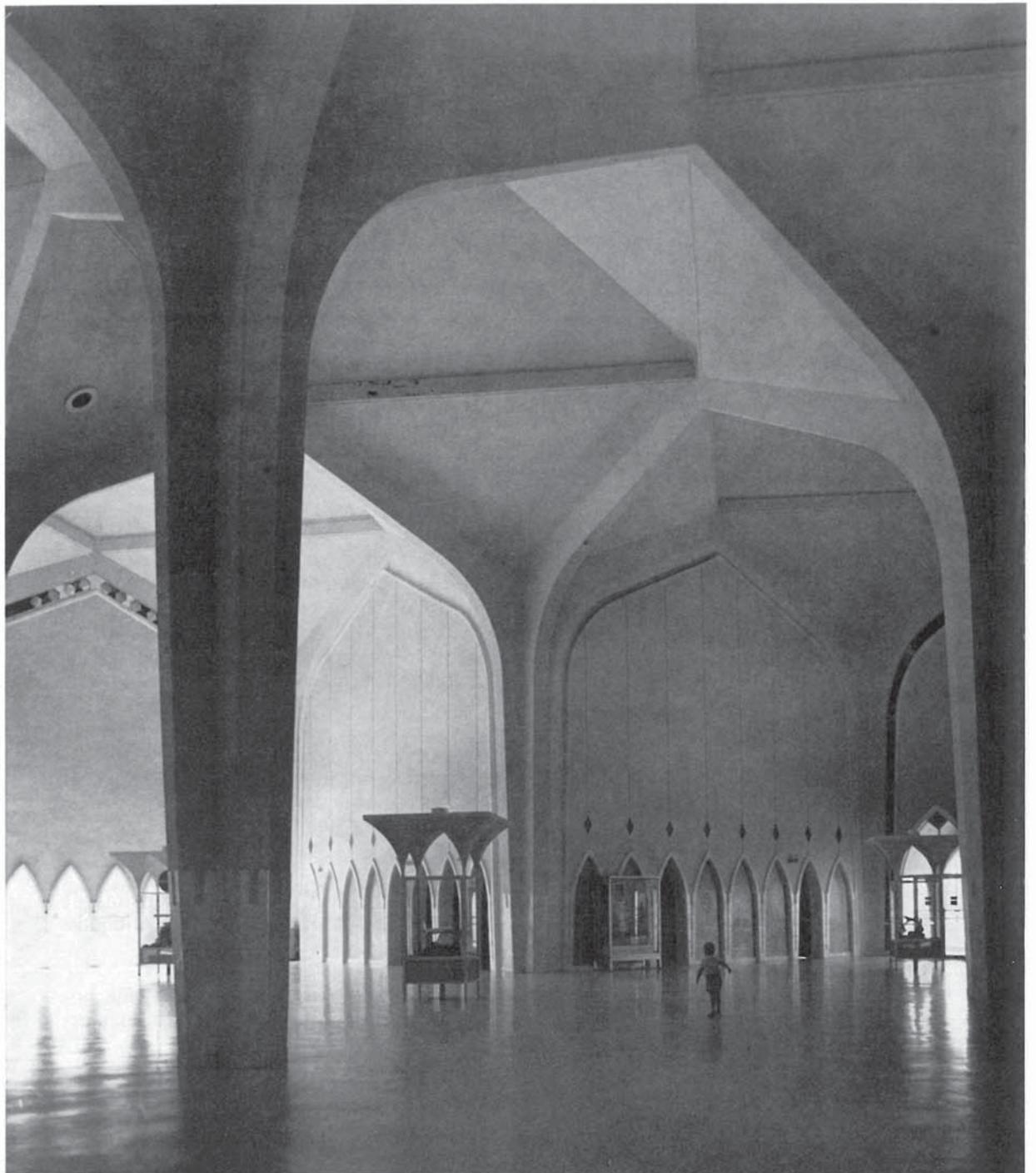
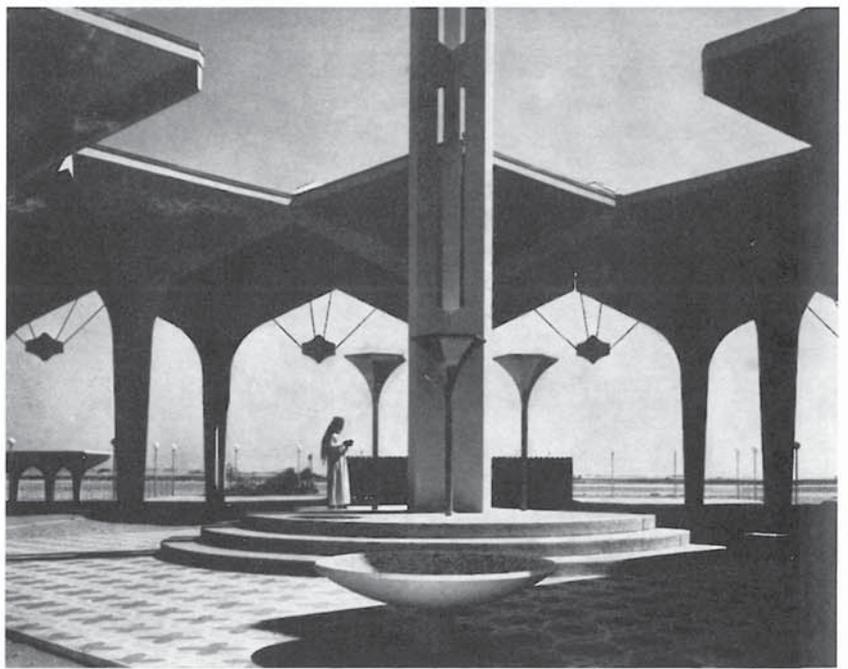
El aeropuerto de Dhahran estaba destinado a convertirse en la entrada principal de toda la Arabia Saudí, motivo por el que debía realizarse un edificio monumental, de acuerdo con su importancia.

Para conseguir una afinidad con el país se pensó, desde el principio, en el uso de un sistema de construcción que sugiriera un carácter árabe, aunque, sorprendentemente, en Arabia Saudí hay muy pocos edificios que muestren la influencia musulmana; la mayor parte son pobres imitaciones de edificios occidentales.

Había que realizar dos terminales: una nacional para las líneas aéreas árabes, y otra internacional para la TWA, KLM, Lufthansa, Swiss Air, etc. La más importante era la internacional, ya que este aeropuerto es la escala principal entre Europa y los países del Este, y por otro lado, Dhahran es la base de Aramco, en donde viven muchos americanos y europeos deseosos de salir del país tan a menudo como pueden, debido a las altas temperaturas de la región, que llegan hasta los 54° C a la sombra, y por la sequedad del terreno, de arena en su totalidad. Consecuentemente, la terminal internacional es la más utilizada de las dos y, por tanto, es la que tiene mayores necesidades de espacio.



di



Por el contrario, el tráfico local necesita tan poco espacio en comparación con el internacional, que si se construyesen dos edificios distintos, uno para cada terminal, hubieran sido muy diferentes en cuanto a superficie y volumen, y difícil el conjugarlos adecuadamente. Todo esto condujo al problema base de juntar las dos terminales en un único edificio.

El carácter árabe se consiguió mediante la gran arcada que sirve de acceso al edificio. Esta arcada tuvo un segundo fin, que era el de dar la misma importancia a las entradas de ambas terminales, cosa muy interesante desde un punto de vista de prestigio para los árabes.

Esta obra fue el primer gran trabajo con hormigón realizado en esta parte del mundo. La razón de este hecho es que, cuando se vierte el hormigón, el agua se evapora tan rápidamente a causa del calor, que resulta imposible obtener una buena calidad del producto acabado. En algunas ciudades árabes el hormigón es tan pobre, que si se da un golpe en la esquina de un edificio puede desmoronarse. La única manera de aumentar la calidad, hasta llegar a un nivel aceptable, consiste en verter el hormigón por la noche y cubrirlo y mantenerlo húmedo durante los períodos de calor. Esta complejidad en el trabajo llevó a pensar en la conveniencia de prefabricar los elementos en Holanda, cargarlos en un barco, y transportarlos a través del Mediterráneo y el Canal de Suez, hasta llegar al Golfo Pérsico; pero la diferencia de costes era tan considerable que, finalmente, se decidió por el hormigonado in situ.

A pesar de haberse empleado trabajadores árabes y egipcios que nunca habían realizado este tipo de trabajo, los constructores consiguieron una magnífica labor.

Los paneles, cuadros de 100 cm de lado, con armadura metálica, fueron prefabricados en el mismo lugar, y posteriormente colocados y ajustados unos con otros mediante una grúa. Los paneles están diseñados de forma que los listones o nervios que los unen sean también estructurales y no meramente decorativos.

La superficie de ventanas es deliberadamente pequeña, para evitar el gran calor exterior. Además el edificio está totalmente acondicionado por aire.

Debido a la poca cantidad de agua utilizable que hay en Arabia, fue necesario reducir al mínimo las zonas vegetales, por lo que sólo se ajardinó el patio central, alrededor de la fuente y de la torre.

iluminación

nueva metodología de diseño de alumbrado de interiores
basado en la optimación de los recursos

ROBERT T. DORSEY,
Past-President de la I.E.S.

103-3

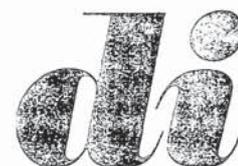
Jefe del Departamento de Desarrollo de la Iluminación, División Comercial de Lámparas, General Electric Company, Nela Park, Cleveland, Ohio. Encargado del desarrollo de las nuevas técnicas en iluminación, aplicación de nuevos productos, demostración y enseñanza de sistemas de iluminación a todos los sectores de la industria del alumbrado. Asesora en diseños de iluminación a arquitectos, ingenieros consultores, diseñadores, fabricantes de armaduras y consumidores. El alcance de sus actividades incluye iluminación de viviendas, industrias, almacenes, oficinas, escuelas, instituciones e iluminación exterior.

Mr. Dorsey es Past-President de la I.E.S. Fue miembro del Comité encargado de organizar el Desarrollo Económico y ha colaborado en numerosos comités técnicos, incluyendo el I.E.S. Progress, Merchandising, Sports, Protective, Allied Arts, National Technical Conference, and Advance Planning Committees, y fue Presidente del R.Q.Q. Subcommittee on Veiling Reflections. Llevó a cabo un mandato presidencial especial para coordinar el encauzamiento de las investigaciones, según lo establecido por la I.E.S. con programas de investigación de I.E.R.I.

Presidente del U.S. National Committee de C.I.E., Presidente del C.I.E. Committee on Interior Lighting Environment and Lighting Codes. Presentó una de las tres ponencias U.S. en la 16th Session en 1967, y otra ponencia U.S. en Barcelona, en la 17th Session en 1971.

Propietario de patentes de lámparas e iluminación, autor de gran número de artículos, ha dado muchas conferencias sobre iluminación en los EE. UU., Canadá y Europa. Fue nombrado miembro de la I.E.S. en 1965. Se hizo especialista en iluminación en M.I.T. (1940).

Tiene registrado su título de ingeniero en el Estado de Ohio.



Este trabajo se justifica por la creciente necesidad de lograr una utilización más racional y eficaz de la energía eléctrica de lo que era usual hasta ahora. Ha pasado ya el momento de soluciones simplistas y justificaciones inadecuadas, muchas de las cuales han afectado negativamente al balance energético de los edificios y a la utilización de los recursos.

En el paso de la investigación científica a la ingeniería de aplicación, los luminotécnicos han seguido, en una gran parte de los países, un proceso realista y ordenado. Por ejemplo, en EE. UU., los proyectos de investigación de universidades, laboratorios de la industria, centros de investigación, departamentos de la Administración, etc., son comunicados a la Illuminating Engineering Society, a la que pertenecen todos aquellos interesados o relacionados con el sector del alumbrado.

Los órganos ejecutivos de dicha Organización, coordinados por una Junta Central, están constituidos por diversos Comités Técnicos, con campos específicos de actuación, en los que se agrupan aquellos que están interesados en los temas de sus respectivas competencias. Por ejemplo, el Comité de Alumbrado Industrial está formado por representantes de la industria automovilística, metalúrgica, petroquímica, etc. El Comité de Escuelas está constituido por ingenieros consultores, educadores, etc. Al de Hospitales pertenecen cirujanos, administradores, etc. Estos Comités redactan recomendaciones detalladas que facilitan al ingeniero la consecución de alumbrados del nivel cualitativo y cuantitativo adecuado a las exigencias que se desean satisfacer.

Un proceso similar es seguido por las Asociaciones de Lumino-técnicos de Gran Bretaña, Francia, Alemania, Dinamarca, Suecia, Noruega, Japón y Sudáfrica, por citar solamente algunas de las existentes. Estas Asociaciones trabajan a nivel internacional por medio de la Comisión Internacional de Alumbrado (CIE).

En EE. UU., la investigación es coordinada a través de Illuminating Engineering Research Institute, que celebra un simposio internacional cada dos años, durante el cual los investigadores intercambian conocimientos y experiencias.

Como consecuencia de todos estos esfuerzos existe ahora un acuerdo internacional en relación con la iluminación sobre la tarea, las luminancias en el entorno visual y la actuación del hombre.

Este enorme campo de conocimientos, desarrollado por mujeres y hombres de la máxima competencia, constituye uno de los mejores ejemplos de transición de los conocimientos científicos a la ingeniería y se encuentra hoy en las fronteras de muchas disciplinas interrelacionadas.

A pesar de ello, la aplicación de estos conocimientos es, con frecuencia, inadecuada. Así, en la práctica, el proceso de diseño se efectúa en cuatro etapas excesivamente simples:

- 1.ª Determinar la iluminación deseada.
- 2.ª Seleccionar la luminaria.
- 3.ª Calcular el número de luminarias necesarias.
- 4.ª Situarlas de forma que se logre una iluminancia uniforme.



Esto conduce a iluminaciones monótonas, a bajos rendimientos de las inversiones y a una ineficaz utilización de la energía, todo lo cual representa un retroceso tecnológico en relación con los conocimientos actuales.

En EE. UU., los «chefs» que aplican recetas sin conocer los criterios referentes a la optimización de los recursos aún proyectan demasiados alumbrados. Como complemento, las estructuras de los honorarios de los proyectistas profesionales limitan el tiempo que sería necesario dedicar a un proceso de diseño verdaderamente completo e innovador.

En este trabajo se desarrolla una metodología de diseño que se espera sea útil desde tres puntos de vista:

- Para bosquejar al usuario del alumbrado los tipos de decisiones que deben tomarse y así pueda exigir la ponderación de los correspondientes criterios a los técnicos que proyectan su edificio.
- Para el proyectista, este trabajo facilita un conjunto de decisiones que le permitirán indicar, al equipo de diseño del edificio, aquello que desea.
- Para el educador, este trabajo le ayudará a aclarar el aspecto interdisciplinario de la ingeniería del alumbrado y la necesidad de cooperación entre los diversos sectores afectados.

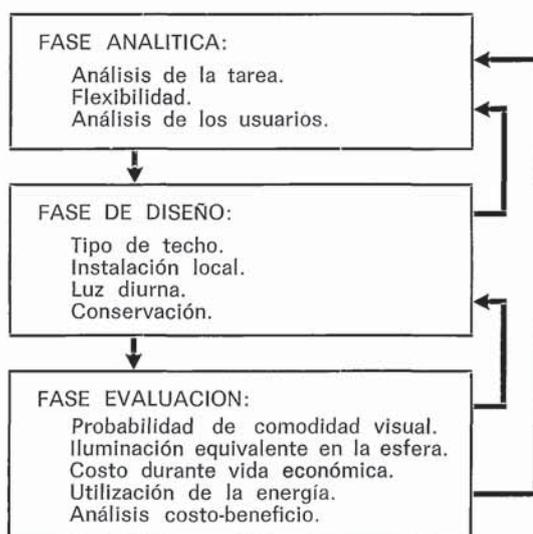
El concepto de optimización de los recursos se inicia con la siguiente premisa:

El corazón de la máquina es el hombre, cuya capacidad de producción depende de una adecuada visibilidad de la tarea y de un entorno operativo y eficaz. Evidentemente, si un alumbrado insuficiente limita la producción, se necesitarán más oficinas, más fábricas, frustrándose así el intento de reducir el consumo de energía. Estaríamos mejor que actualmente si tuviésemos menos edificios, pero que permitiesen una mayor productividad.

El diseño del alumbrado debe basarse en los siguientes objetivos:

- Buen alumbrado para:
Productividad, satisfacción, seguridad.
- Buena inversión:
Costo vida económica.
Mínimo costo de la luz.
- Adecuado uso de la energía.

Esta metodología de diseño comprende tres fases:



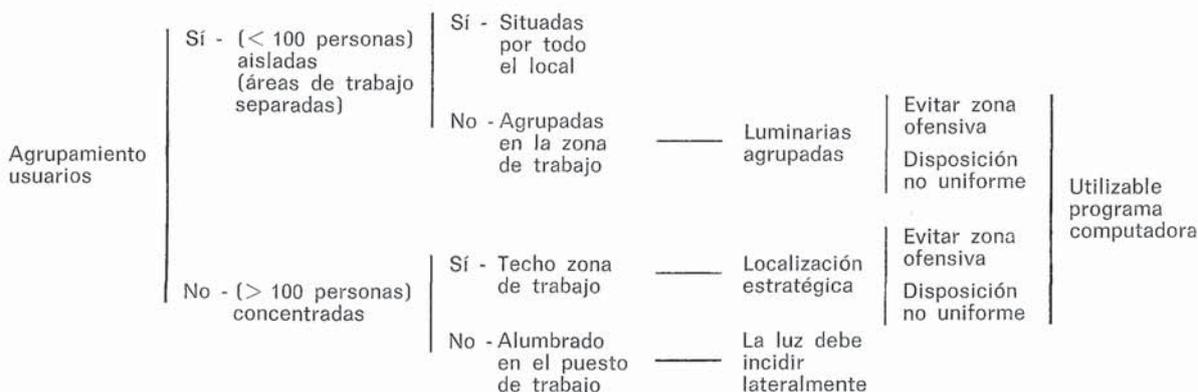
di

La primera fase constituye, además, la base de las especificaciones del proyecto. Las dos últimas están relacionadas íntimamente con la tecnología del alumbrado, sobre la que existen numerosos manuales y recomendaciones.

A continuación se indican una serie de «ramas» del árbol de la decisión que constituyen la metodología de diseño propuesta en este trabajo:

Etapa 1

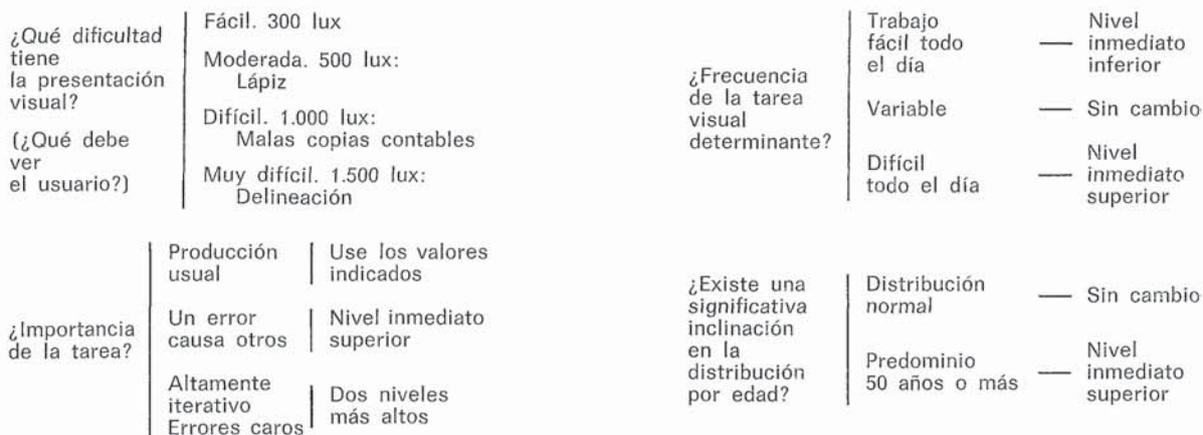
ANALISIS. FLEXIBILIDAD



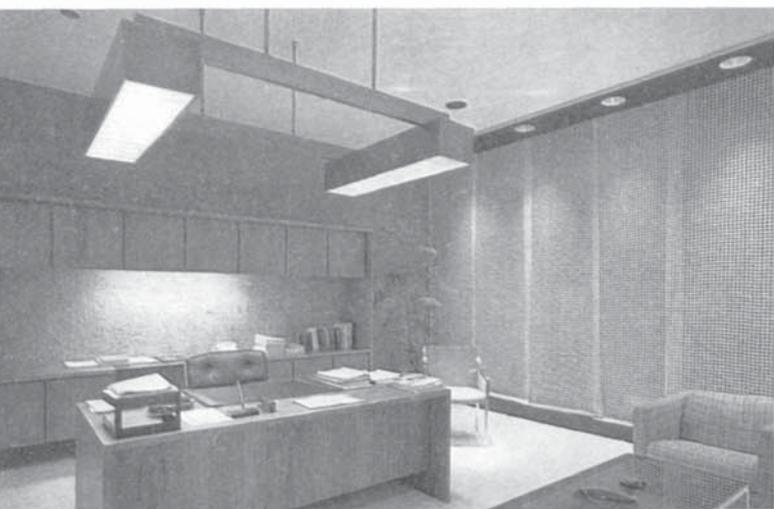
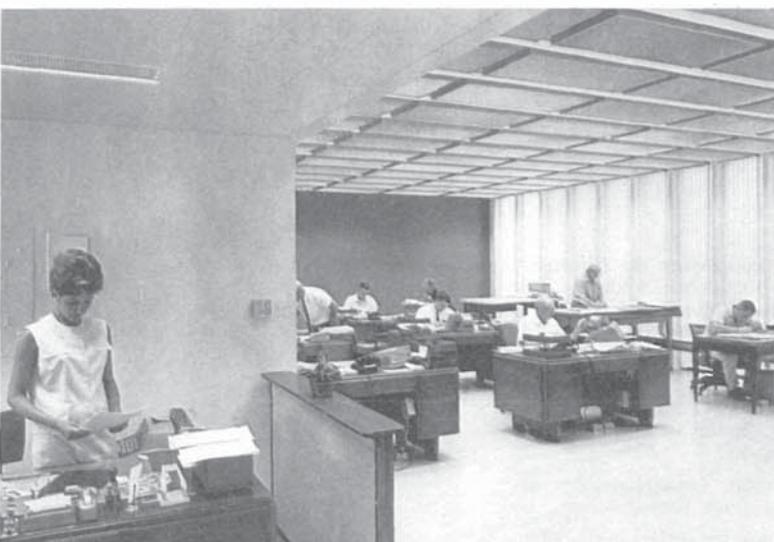
Una de las mayores posibilidades de mejorar la utilización de la energía en los edificios es diseñar el alumbrado de forma que se diferencien efectivamente las zonas en las que se realiza el trabajo y aquellas en las que no se efectúa.

Etapa 2

ANALISIS DE LA TAREA

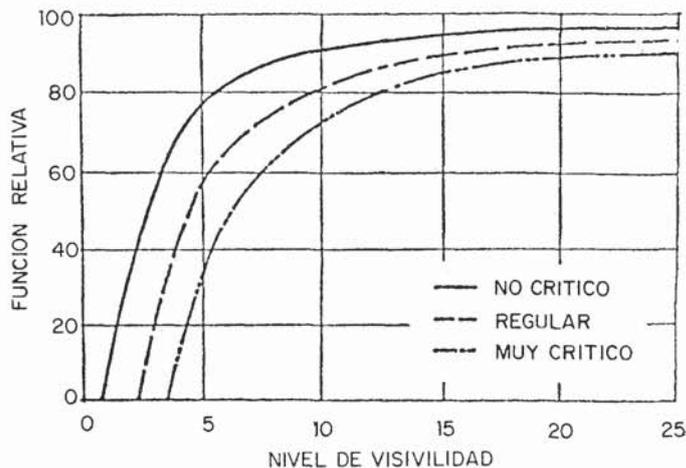
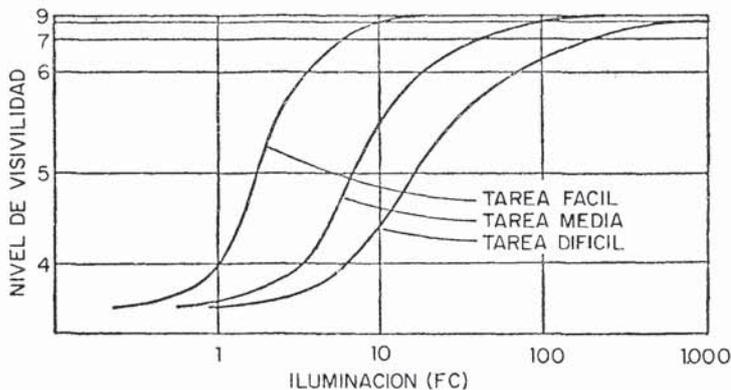


El concepto de la dificultad en la presentación visual es evidente por sí mismo, pero, subjetivamente, no tenemos medios para evaluar el esfuerzo que hacemos al ver o la probabilidad de cometer errores. Esto sólo puede determinarse realizando tareas de situaciones de trabajo reales y medirlas en condiciones de laboratorio perfectamente controladas.



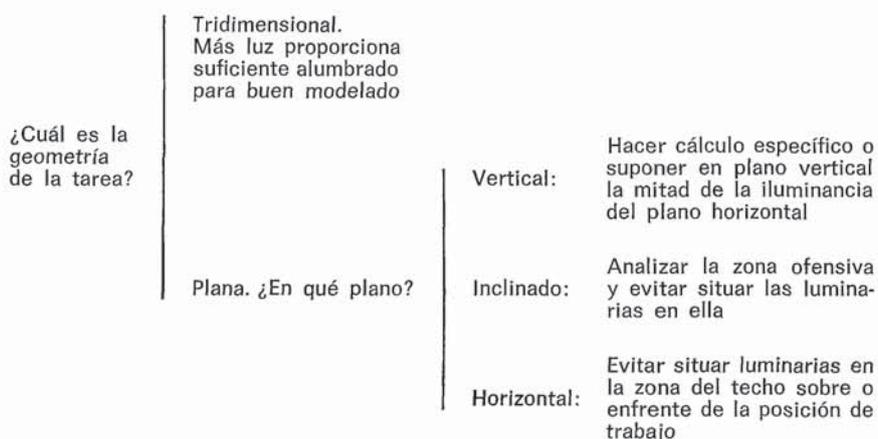
El concepto de la importancia del trabajo o de su dificultad ha sido discutido internacionalmente y se le ha concedido una gran atención. La valoración usual en la investigación se basa en la precisión o, en otras palabras, en el número de operaciones que el observador realiza adecuadamente. Para muchas clases de trabajos el número de operaciones que se efectúan erróneamente puede ser más importante; de ahí, el concepto de sustraer los errores de las respuestas correctas al analizar los datos de investigación.

En algunas clases de trabajo, cualquier error puede ser decisivo. Al analizar los datos de la investigación de este tipo de tareas, a los errores se les dio un peso de 2 en relación con las operaciones correctas.



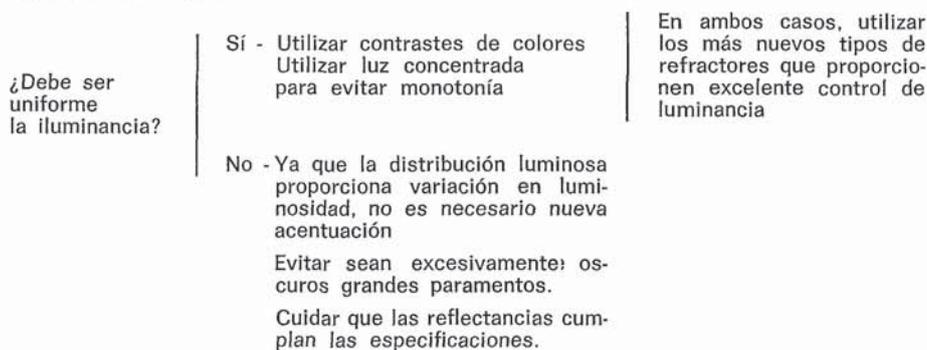
Etapa 2

ANÁLISIS DE LA TAREA



Etapa 3

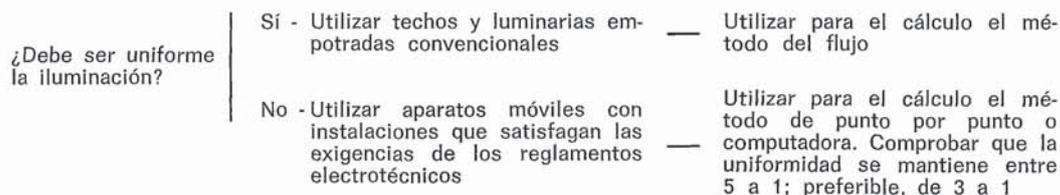
ENTORNO VISUAL DESEADO



FASE DE DISEÑO

Etapa 4

TIPO DE TECHO





Como se ha comprobado, los aparatos móviles constituyen, a la larga, la solución más económica para instalar un adecuado alumbrado local y equipar los aparatos con interruptores que faciliten el aumento o reducción del flujo luminoso o el apagado cuando varían las tareas o la distribución del puesto de trabajo.

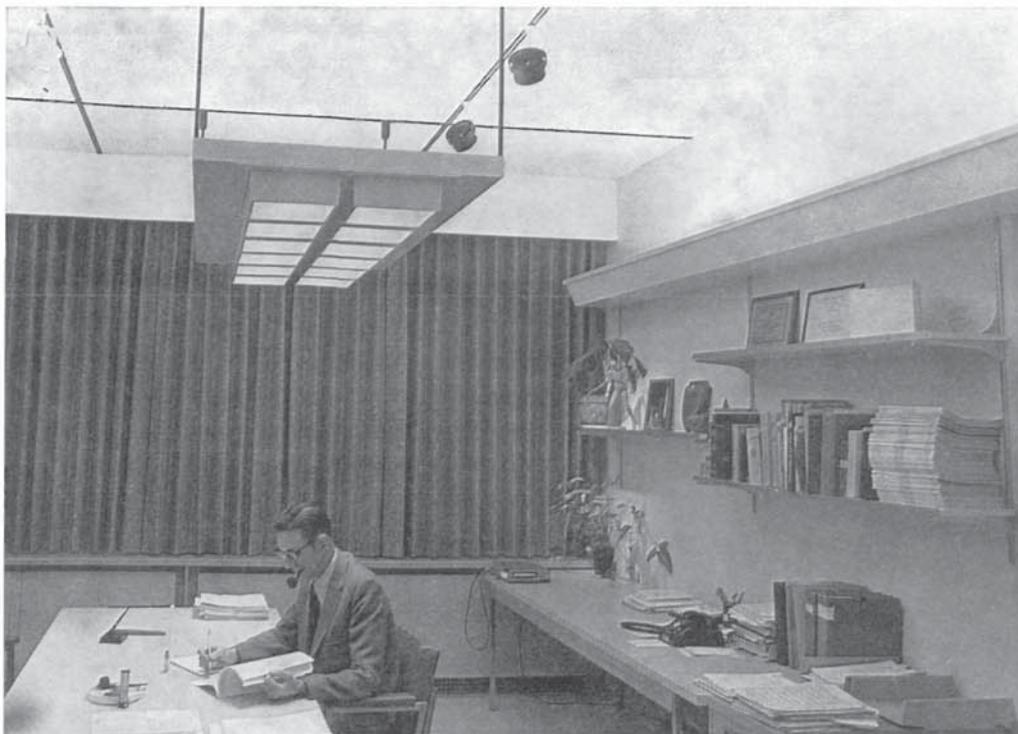
FASE DE DISEÑO

Etapa 5

INSTALACION LOCAL

¿Oficina abierta?	Sí - Montado localmente en el lugar de trabajo	Sí - Comprobar zona ofensiva. Comprobar ruido reactancia. Comprobar calor. Comprobar apantallamiento. Comprobar relación de iluminancias.
	No - Alumbrado local montado en el techo o en tabiques	No - Utilizar lámparas portátiles o ajustables. Sí - Comprobar sombras. Comprobar zona ofensiva. Comprobar relación de iluminancias. No - Ver lugar de trabajo.

Esta sistemática puede muy bien producir un gran avance en el diseño de nuevas luminarias.



FASE DE DISEÑO

Etapa 6

LUZ DIURNA

¿Existen ventanas utilizables?	No - Pare. Generalmente el usuario desea contacto visual con el exterior	Sí - ¿Cristales de baja transmitancia?	Sí - Su contribución al alumbrado es desdeñable
	Sí - El área de acristalamiento, ¿es superior al 20 % de la pared?		

FASE DE DISEÑO

Etapa 7

CONSERVACION

El reemplazamiento de lámparas, ¿puede realizarse en grupo?	Sí - Calcular el programa y utilizar el LLD (1) adecuado al período entre reemplazamientos	Limpiar luminarias al reponer en grupo. Utilizar el LLD adecuado	La diferencia entre ambas variará entre el 15% - 20 %, dependiendo de factores específicos
	No - Calcular lúmenes medios	Limpie la luminaria cuando el LLD sea 80 %	

$$LLD = \frac{\text{Medio}}{\text{Inicial}}$$

Si se incluye la conservación del alumbrado en los cálculos iniciales puede ahorrarse una gran cantidad de energía y dinero, sin referirse a la molestia de reemplazar las lámparas individualmente, las interferencias en la realización de trabajos, etc.

FASE DE EVALUACION



Etapa 8

PROBABILIDAD DE COMODIDAD VISUAL (VCP)

La distribución de luminarias, ¿es convencional?	Sí - Utilizar el método normalizado VCP	En todo caso, la luminancia máxima no superará los 700 cd/m ² por debajo de los 45°
	No - Es parte de la solución una distribución regular en el techo	
	Sí - Utilizar el método normalizado VCP para esta parte	
	No - Utilizar el cálculo de punto por punto para VCP	

La Probabilidad de Comodidad Visual (VCP) es una medida del porcentaje de usuarios que considerarán cómoda la instalación de alumbrado. Este es un nuevo instrumento de diseño en EE. UU. que se está aplicando en la práctica al publicar los productores de luminarias las tablas VCP de sus fabricados.

Etapa 9

CALCULO DE LA ILUMINACION EQUIVALENTE EN LA ESFERA (ESI)

¿Se adopta una distribución uniforme?	Sí - Utilice programa de computadora o recurra al Informe Sampson (2). Para aproximación aceptable. De acuerdo diseño iterativo, obtenga las ESI y escoja las mejores posiciones de trabajo.
	No - Utilice programa de computadora o asegúrese que evita la zona ofensiva.

La iluminación equivalente en la esfera es una medida de la capacidad de la instalación de alumbrado para evitar reflejos en la tarea que reducen el contraste y, por tanto, la visibilidad.

Etapa 10

C O S T O

Calcular los costos iniciales y de funcionamiento de las soluciones A y B	A - Considerar el costo inicial y añadir costos de utilización	La solución de menor costo es la que debe implantarse
	B - Considerar el costo inicial y añadir costos de utilización	

El costo de utilización se estudia en numerosos libros y trabajos, y en EE. UU. ha sido desarrollado por la General Services Administration, por lo que no se incluye aquí su explicación.



Etapa 11

UTILIZACION DE LA ENERGIA

¿Instalación empotrada?	Sí - ¿Con retorno de aire?	Sí - Especificar % de calor controlado	Integrar para 365 días las ganancias y pérdidas netas para particular instalación de climatización	Ganancia de calor (kcal)	Alumbrado	La diferencia es la energía para calefacción o extracción. Añadir ambos costos de energía a los de utilización
		No - Pare			Ventanas y paredes	
	No - ¿Con retorno de aire superior?	Sí - Especificar % de calor controlado		Pérdida de calor	Ventilación	
		No - Pare			Infiltración gente máquinas	

En el análisis final, la energía total consumida en un edificio es la única base en la que deben evaluarse todos los criterios de forma del edificio, acristalamiento e instalaciones de alumbrado y climatización.

El paso siguiente al proyectar un edificio es redactar un presupuesto del consumo de energía que permita al ingeniero consultor optimizar el balance energético total.

Etapa 12

COSTO-BENEFICIO

Calcular el costo actual de amortización y utilización (C_T) para soluciones A y B.

Calcular los sueldos totales pagados anualmente en el edificio, el flujo dinerario o el valor añadido (C_w).

$$\frac{C_w}{C_T} \text{ para solución A y B constituye un índice relativo de elección,}$$

o

$$\frac{C_w}{C_T} \text{ para solución A y B es un índice del peso de los costos en la elección.}$$

El análisis costo-beneficio es, por supuesto, mucho más complejo de lo que aquí se indica. Para facilitar un valor orientativo que resalte la reducida incidencia del alumbrado en los gastos de utilización totales se puede indicar que, en EE. UU., aquél representa, en una oficina, el 0,4 % de los salarios, el 5 % del espacio, etc. Otro índice lo constituye el hecho de que el 25 % de toda energía primaria se utiliza para la producción de electricidad y, de ésta, el alumbrado consume el 20 %. Así, el alumbrado absorbe el 5 % de la energía total consumida.

N. del T.:

- (1) LLD: Coeficiente de depreciación debido a la reducción del flujo emitido por la lámpara a lo largo de su vida útil.
- (2) «Contrast Rendition in School Lighting», Foster K. Sampson. Educational Facilities Laboratories Inc.

más aislamiento

puede incrementar el consumo de energía

LAWRENCE G. SPIELVOGEL,
Member ASHRAE

103-4

ESTUDIOS:

B. S. en Ingeniería Mecánica
(Universidad de Drexel).

Ph. D. en Balances Energéticos
(Universidad de Pennsylvania).

EXPERIENCIA PROFESIONAL:

1959-1970: Oficina de Consulting
R. G. Werden & Associates
(Pennsylvania).

1970 hasta el presente: Oficina
de Consulting L. G. Spielvogel
(Pennsylvania).

EXPERIENCIA ACADEMICA:

Profesor Auxiliar Adjunto en:

Universidad de Temple.

Universidad de Drexel.

Lector de la Universidad de
Pennsylvania.

Etc...

ORGANIZACIONES PROFESIONALES:

Es miembro de:

la American Society of Mecha-
nical Eng.,

la Society of American Military
Eng.,

la Society of Environmental Eng.,
etc., etc.

También es miembro de la
ASHRAE (American Society of
Heating, Refrigerating and Air
Conditioning Engineers), siendo
presidente de algunas comisiones
y subcomisiones, secretario
y coordinador de otras.

PUBLICACIONES:

Es director de la revista «Build-
ing Systems Design» y ha pu-
blicado varios artículos en di-
versas revistas sobre calefacci-
ón, aire acondicionado, aplica-
ción de computadoras a balan-
ces energéticos, etc.

Varias secciones del «Manual de
la ASHRAE» han sido escritas
por él.

El autor muestra una técnica para determinar los valores óptimos de «U» para paredes, techos, etc., en estructuras térmicamente «pesadas».

Durante bastante tiempo hemos tenido la impresión de que algo de aislamiento en las construcciones es bueno, y más aislamiento es mejor. Esto resulta válido normalmente para edificios de viviendas, pero no lo es necesariamente para edificios comerciales, industriales, etc.

Un edificio de viviendas es lo que se podría denominar una estructura térmicamente «ligera», lo que podría definirse como una en la cual las necesidades de la calefacción y la refrigeración son proporcionales en líneas generales a la diferencia entre la temperatura interior y la exterior. Otros ejemplos de estructuras térmicamente «ligeras» serían aquellas casas en que las ganancias o calores gratuitos son pequeños.

Una estructura térmicamente «pesada» es aquella en la cual las necesidades de calefacción y refrigeración no son directamente proporcionales a la diferencia entre la temperatura interior y la exterior, debido sobre todo a la presencia de refrigeraciones o calentamientos internos o solares, etc. Ejemplos de este tipo de estructuras «pesadas» son las edificaciones comerciales, industriales, institucionales, etc.

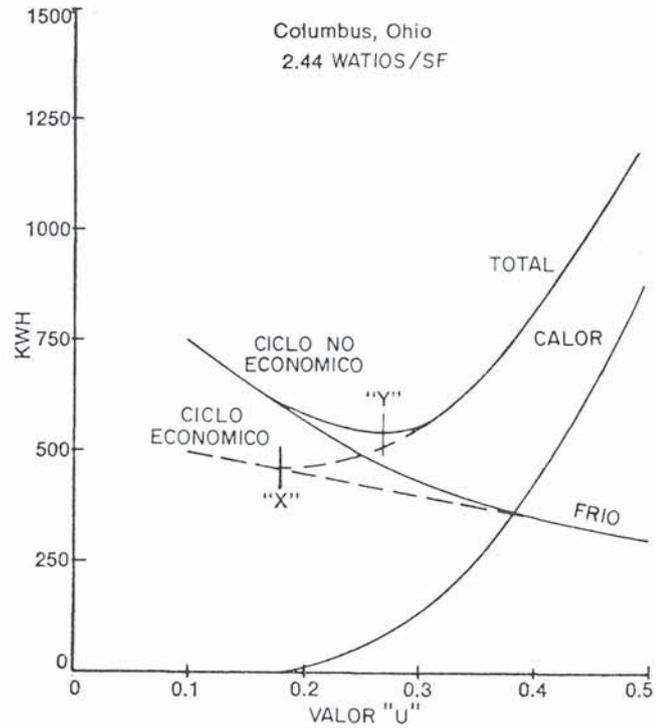
El propósito de este artículo es mostrar una técnica para determinar el valor óptimo de «U» para las paredes, techos, etcétera, en estructuras térmicamente «pesadas».

Es reconocido que las necesidades de energía para estas estructuras varían tan ampliamente que no se podría generalizar en lo referente a la utilización del aislamiento. Esto es completamente contrario a lo que ocurre en el diseño de estructuras térmicamente «ligeras», para las cuales un mayor aislamiento reduce el consumo de energía.

Otros factores que han de considerarse en cualquier análisis son la capacidad del equipo y el confort térmico logrado con los cambios de los valores de «U». Cuanto mayor es el valor de «U», mayor ha de ser la capacidad del equipo. Esto ha de tenerse en cuenta en el curso de cualquier análisis. La intención de este artículo es referirse solamente a las necesidades de energía y no a las capacidades del equipo o al confort térmico. En líneas generales, el incremento en coste de la capacidad del equipo de calefacción y refrigeración por las cargas impuestas por paredes y techos, comparados con los costes de explotación, es relativamente pequeño.

METODOLOGIA

He seleccionado como ejemplo un edificio situado en Columbus, Ohio, y he utilizado datos meteorológicos del Manual 88-8, capítulo 6, 1967, de las Fuerzas Aéreas de Estados Unidos, junto con el método «bin» de análisis de energía, como se describe en los capítulos 11 y 43 del «ASHRAE Handbook & Product Directory» (volumen de Sistemas, 1973).



1

A fin de simplificar este estudio, he seleccionado un módulo de un edificio de 10 por 15 pies, con una pared de 10 pies de ancho por 10 de alto. Los valores «U» que se investigan son aquellos que son aplicables a todas las combinaciones de materiales en estos 100 pies² de pared, a fin de que el porcentaje de vidrio u otros materiales se dejen a elección del diseñador. Por ejemplo, cuando selecciona una pared teniendo un valor «U» de 0,6, podría ser 100 % de vidrio reforzado o de alguna combinación de vidrio sencillo con otros materiales, de modo que el promedio total del valor «U» sea 0,6.

También he supuesto que el calor gratuito del sol no entra dentro del estudio, lo que sería igual a suponer una pared de cara al norte. La consideración, si se tiene en cuenta el aprovechamiento del calor del sol, puede ciertamente afectar cualquiera de los resultados del análisis; sin embargo, lo que yo trato de mostrar son los principios implicados. Del mismo modo, no he supuesto ganancias ni pérdidas al espacio debido al suelo o al techo, ventilación o infiltración. Estos serán mejor considerados en un análisis computado.

He imaginado que el edificio está en actividad constante, tal como podría ser el caso de un edificio municipal y en el que se utiliza calefacción directa por medio de resistencia eléctrica. Esto simplifica nuevamente los cálculos y permite el uso de una unidad base para el consumo de energía: principalmente el kWh. Este tipo de análisis funciona igualmente con cualquier tipo de combustible u otras horas de operación. Sólo los resultados cambian.

SISTEMAS DE REFRIGERACION

Se analizan dos tipos de sistemas de refrigeración. Uno opera cuando hay un calor positivo neto gratuito en el espacio, independientemente de la temperatura exterior. Este tipo de sistema puede ser un aparato a través de la pared, un «fan-coil» o una bomba calorífica.

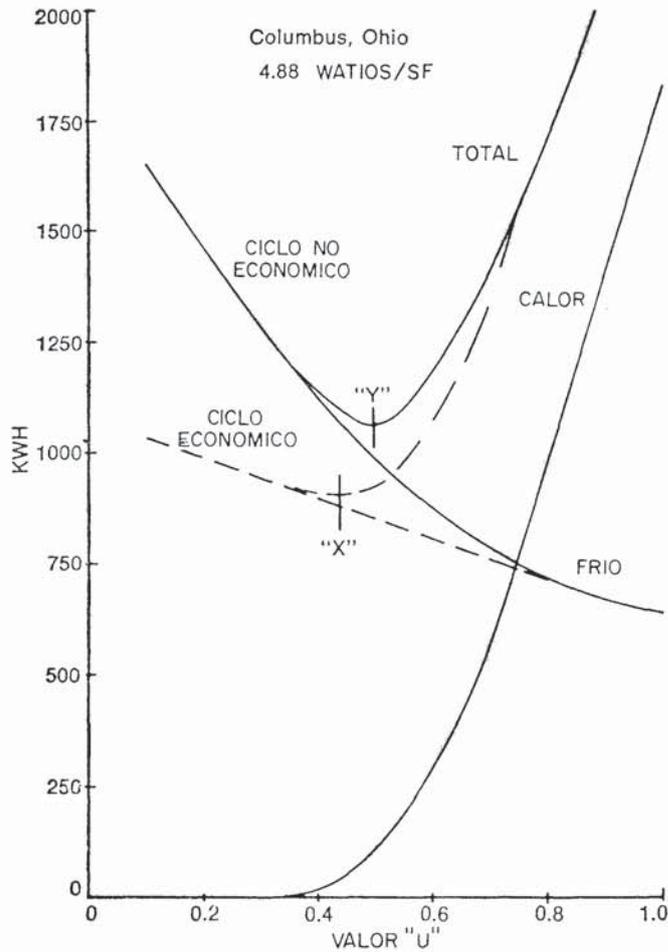
El segundo tipo es un sistema de aireación que emplea el «ciclo económico» y está dispuesto de manera que el aire exterior puede ser utilizado para refrigeración, siempre que su tempera-

tura esté por debajo de 50° F. Se pueden llevar a cabo análisis más complicados de sistemas de refrigeración y calentamiento por medio de simulación computada.

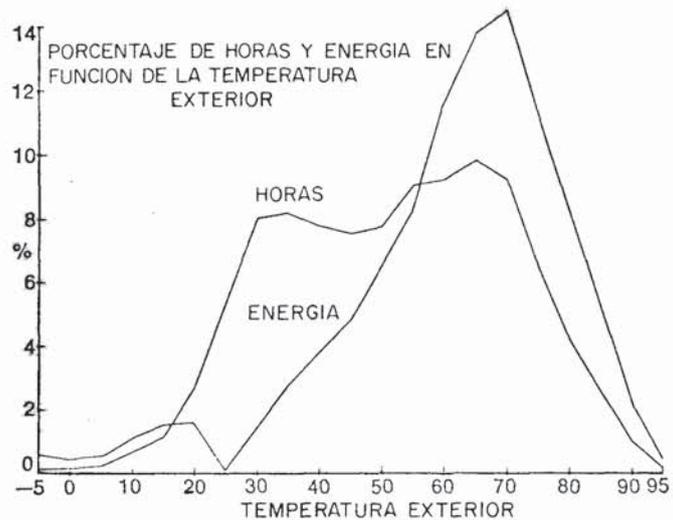
Puesto que uno de los principios básicos de este análisis es que los edificios con calor interno gratuito no muestran las mismas características de consumo de energía para calentamiento y refrigeración que los edificios simples, he escogido calores gratuitos internos a dos niveles de 2,44 W/pie² y 4,88 W/p². Estos niveles de calores gratuitos son muy normales en la práctica corriente de diseño de edificios.

PROCEDIMIENTO

Se muestran en la tabla 1 simples cálculos, en la cual he utilizado el método «bin» en incrementos de 5° C. En cada uno de estos niveles he puesto de relieve el número de horas anuales que concurren en estos «bin» de 5° C. En la columna 3 figuran los calores gratuitos o pérdidas basados en los 2,44 ó 4,88 W/pie²; en la columna 4, las transmisiones de calores gratuitos o pérdidas que se registran para cada una de estas temperaturas exteriores, habiendo tomado en consideración el valor «U»; en las columnas 5 y 6, las necesidades de calentamiento o refrigeración para cada nivel de temperatura; en las columnas 7 y 8, la potencia o energía necesaria por unidad de tiempo y refrigeración; en la columna 9, los kWh requeridos anualmente para refrigeración sin el ciclo económico, en tanto que la columna 10 muestra los kWh usando el ciclo económico. Se desecharon todos los kWh de refrigeración por debajo de 50° F. Estos kWh para refrigeración y calentamiento se obtienen multiplicando los kW de las columnas 7 y 8 por el número de horas de cada nivel de temperatura de la columna 2.



2



3

Este procedimiento de cálculo se repite en varios niveles de calores gratuitos internos y en varios valores «U». Los resultados se resumen en las figuras 1 y 2. La figura 1 muestra que con los calores gratuitos de $2,44 \text{ W/m}^2$ no se requiere calor energético en valores de «U» por debajo de 0,17; y para los que se encuentran por encima del valor «U», los requerimientos de calor anual aumentan rápidamente, tal como era de esperar. El requerimiento de energía anual para refrigeración será completamente diferente si ha sido utilizado o no el ciclo económico, al menos por debajo de valores «U» de 0,4. Con valores «U» de 0,4 y superiores, el edificio mismo se convierte en una máquina de refrigeración de ciclo económico «libre». El requerimiento anual de energía será entonces la suma del consumo por calentamiento más refrigeración.

Cuando se utiliza el ciclo económico y calores gratuitos de $2,44 \text{ W/pie}^2$, el requerimiento mínimo anual de energía que se muestra en el punto X representa un valor «U» de 0,18, que es, asimismo, el punto en el cual apenas se requiere calor energético. Sin el ciclo económico, el requerimiento mínimo anual de energía se encuentra en el punto Y con un valor «U» de 0,27.

En la figura 2 puede verse un trazado de curvas similares para calores gratuitos de $4,88 \text{ W/pie}^2$. Por las circunstancias especiales de este ejemplo se puede decir que cuanto mayores son los calores gratuitos, mayores son los valores «U» que se precisan. Debe apreciarse en este ejemplo que, sin el ciclo económico, el requerimiento de energía anual con un valor «U» de 0,1 es aproximadamente un 60 % mayor que con un valor «U» de 0,5.

La razón fundamental por la que se producen estos resultados es que en la mayoría de las ciudades hay más horas por año fuera de la gama de temperaturas comprendidas entre 50° y 75° F que las que están dentro de la gama entre 75° y 100° F . A temperaturas entre 75° y 100° F , los valores bajos de «U» se traducen en un menor consumo de energía; sin embargo, a temperaturas entre 50° y 75° F , estos valores bajos de «U» detienen el flujo de las ganancias internas de calor fuera del edificio y, por lo tanto, unas mayores cargas de refrigeración, lo que se traduce en más altas necesidades de energía que aquellas que se producirían con valores de «U» mayores. Puesto que hay muchas más horas comprendidas entre 50° y 75° F que entre 75° y 100° F , lo que se puede ahorrar a temperaturas superiores a 75° C puede representar más que lo que se gasta en la refrigeración adicional durante el gran número de horas a temperaturas inferiores a 75° F . La figura 3 muestra esta comparación utilizando los datos de la tabla 1.

Es importante considerar en este tipo de análisis el nivel y la duración de las ganancias internas, así como la naturaleza de la energía consumida, y sistema de refrigeración o calefacción empleados. En este ejemplo me he ocupado de una situación relativamente sencilla. En el caso real de un edificio hubiera tenido que considerar una gran variedad de situaciones correspondientes a paredes, techos, suelos, etc... La utilización de los programas de computadoras hacen factible estos análisis más complejos.

Si el consumo de energía fuera referido al valor de «U», «una caja de cristal» consumiría varias veces más energía que un edificio «sin ventanas». La experiencia muestra que esto no es la realidad y que las diferencias en consumo de energía son pequeñas. En la mayoría de los casos los consumos de energía están bastante próximos al punto óptimo de las figuras 1 y 2.

Para edificios que tienen ganancias internas o solares superiores a 1 W/pie^2 , los valores bajos de «U» no reducen necesariamente el consumo de energía a lo largo del año, sino que normalmente lo incrementan. Debido a la gran diversidad de tipos de edificios, no se pueden establecer características universales que establezcan valores de «U» y se traduzcan en consumo mínimo de energía.

TABLA 1. Consumo de energía
«U» = 0,5 y 4,88 vatios/SF

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
F	Horas anuales	BTUH Ganancias interiores	BTUH Transmisión	BTUH Frío	BTUH Calor	kW Frío	kW Calor	No económico kWh Frío	Económico kWh Frío	kWh Calor
95	14	2.500	1.000	3.500		0,30		4	4	
90	77	2.500	750	3.250		0,27		21	21	
85	215	2.500	500	3.000		0,25		54	54	
80	367	2.500	250	2.750		0,23		84	84	
75	559	2.500	0	2.500		0,21		117	117	
70	804	2.500	— 250	2.250		0,19		153	153	
65	846	2.500	— 500	2.000		0,17		144	144	
60	804	2.500	— 750	1.750		0,15		121	121	
55	792	2.500	— 1.000	1.500		0,12		95	95	
50	668	2.500	— 1.250	1.250		0,10		67	67	
45	650	2.500	— 1.500	1.000		0,08		52		
40	672	2.500	— 1.750	750		0,06		40		
35	705	2.500	— 2.000	500		0,04		28		
30	689	2.500	— 2.250	250		0,02		14		
25	477	2.500	— 2.500	0		0		0		
20	230	2.500	— 2.750		250		0,07			16
15	98	2.500	— 3.000		500		0,15			15
10	51	2.500	— 3.250		750		0,22			11
5	18	2.500	— 3.500		1.000		0,30			5
0	10	2.500	— 3.750		1.250		0,37			4
— 5	14	2.500	— 4.000		1.500		0,44			6
Totales 8.760								994	860	57

Col. 3 + Col. 4 = Cols. 5 o 6.
Col. 2 × Cols. 7 u 8 = Cols. 9, 10 u 11.

résumé

Le milieu physique dans l'architecture - Plan intégré

A la suite d'un symposium tenu à Madrid, qui a eu pour sujet «L'homme et le milieu physique», sont publiés ces trois articles sur l'architecture et la technique de trois auteurs remarquables qui ont participé audit symposium.

Dans ces articles sont cités les derniers ouvrages du célèbre architecte, Minoru Yamasaki, une intéressante réalisation d'éclairage intérieur de R. T. Dorsey, et une autre d'aménagement et d'isolation de L. G. Spielvogel.

Avec la publication de ces articles, on met l'accent sur le thème de grande actualité du plan intégré et sur les réussites techniques et avantages obtenus par la collaboration entre architectes et ingénieurs, en général, qui travaillent, dès le début, pour réaliser de beaux ouvrages, fonctionnels et économiques.

summary

The Physical Environment in Architecture - Integrated Design

The celebration of a symposium in Madrid on the topic «Man and the physical environment» has been the reason for publishing these three articles on architecture and engineering by three prominent authors who will be participating in the symposium.

The articles give a summary of the latest works by the famous architect Minoru Yamasaki, an interesting work on interior illumination by R. T. Dorsey and another one about airconditioning and isolation, by L. G. Spielvogel.

Hereby emphasis is given to the great actuality of integrated design stressing the undeniable advantages and benefits derived from the collaboration of architects and engineers who from the very beginning have worked on achieving functional works.

zusammenfassung

Die Physische Umwelt in der Architektur - Integrierter Entwurf

Anlässlich eines Symposiums in Madrid über das Thema «Der Mensch und die physische Umwelt» sind drei Artikel über Architektur und Ingenieurbau von drei hervorragenden Autoren, die in dem erwähnten Symposium teilnehmen werden, veröffentlicht worden.

Die Artikel beschreiben: die letzten Projekte des berühmten Architekten Minoru Yamasaki, ein interessantes Projekt über Innenbeleuchtung von R. T. Dorsey, sowohl als auch eins über Klimaanlage und Isolierung von L. G. Spielvogel.

Hierdurch wird die grosse Aktualität des integrierten Entwurfes betont und der unzweifelhafte Vorteil und Nutzen, die von der Zusammenarbeit der Architekten und Ingenieure herrühren, die im allgemeinen schon von Anfang an sich darum bemühen, funktionelle Bauten zu erzielen, hervorgehoben.