

## AGRADECIMIENTO

Es de justicia agradecer la cooperación prestada por las casas que realizaron el montaje y por ello nos complacemos en relacionarlas a continuación:

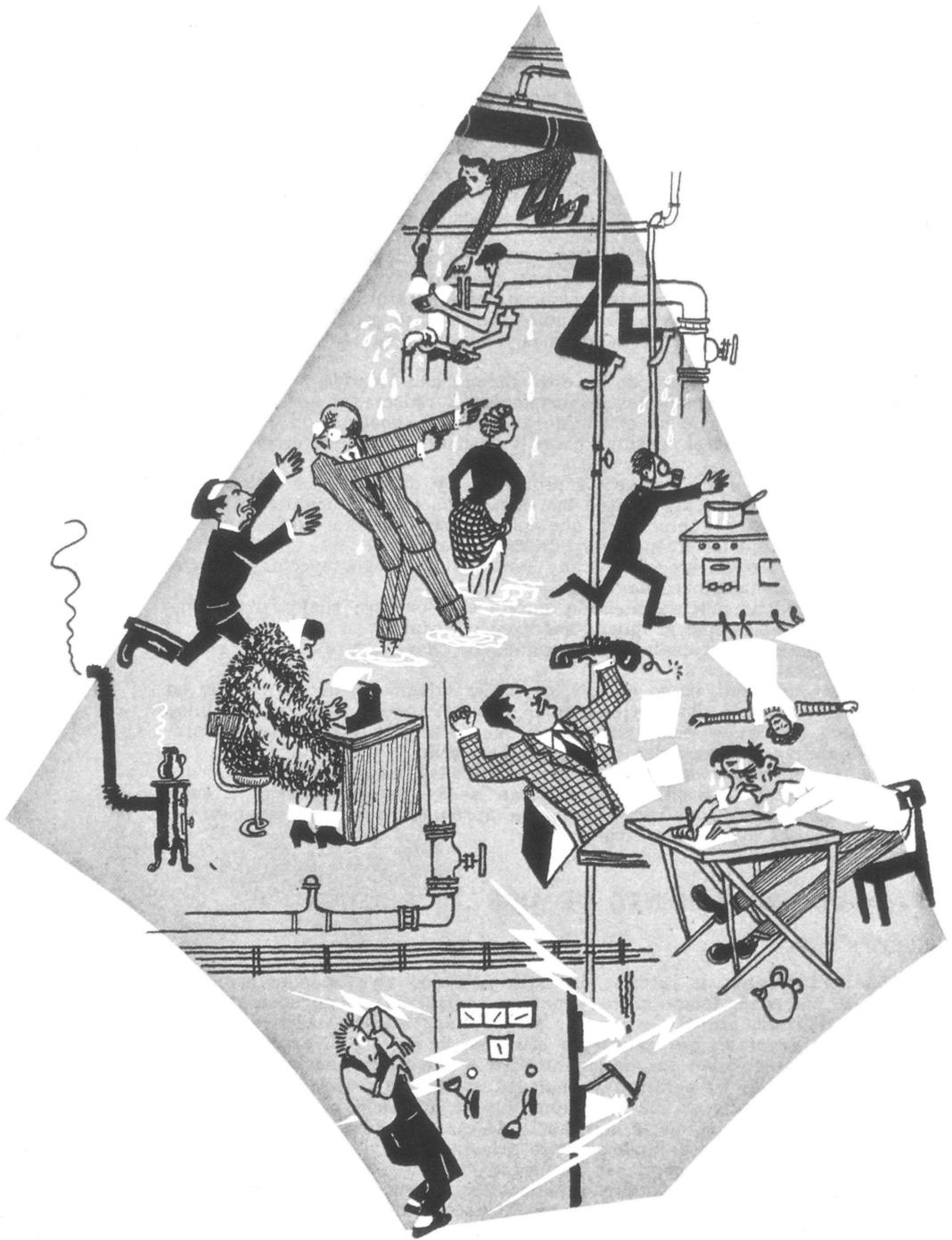
Calefacción y Acondicionamiento: "Munar y Guitart" con el Sr. Don José Luis Guitart de Gregorio como ingeniero.

Central frigorífica: "Bastos y Cía.", con su ingeniero Sr. Moneva.

Instalación eléctrica: "Goyarrola y Díaz Gálvez" con sus ingenieros Sres. Goyarrola y Díaz Gálvez.

Fontanería y gas: "Cazalis Arteaga" bajo la dirección de sus propietarios Sres. Cazalis.

Depuración de agua: Proyecto del ingeniero de Caminos Sr. Hernández Rubio, según las orientaciones del Secretario de este Instituto Sr. Nadal.



309 - 1

# instalaciones del edificio de Costillares

JOSE LAORDEN. Ingeniero de Caminos

## SINOPSIS

Se describen las instalaciones de calefacción y refrigeración, fontanería, gas, central eléctrica, iluminación, teléfonos y aislamiento térmico del edificio construido en Chamartín de la Rosa para sede del Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, dando las consideraciones generales que sirvieron para proyectarlas y analizando después para cada una de ellas las bases del proyecto, su ejecución y, finalmente, los primeros resultados de su funcionamiento. De especial interés creemos los comentarios que hacemos sobre algunos errores de proyecto o de ejecución, con lo cual quizá se puedan evitar en otros trabajos.

INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO

## CARACTERISTICAS GENERALES

Las instalaciones de este edificio se han proyectado buscando sobre todo la seguridad de funcionamiento y el máximo de flexibilidad, de tal forma que los servicios se pueden aumentar o cambiar sin que esas modificaciones perturben el trabajo que se desarrolla normalmente en los locales; al mismo tiempo, la diversidad de destino de las naves que componen el Instituto, con sus posibles horarios distintos de ocupación o de trabajo, exige la división de estos servicios por zonas o naves de tal forma que, por ejemplo, se pueda dar calefacción en los laboratorios y suprimirla en la nave de administración o de estudios, en el caso, probable, de que los laboratorios permanezcan ocupados más tiempo del que lo estén las naves anteriormente dichas.

Es interesante destacar que en este edificio han existido desde el principio unos proyectos completos de instalaciones, redactados por el personal de este Instituto, lo que ha permitido acelerar la construcción del edificio y ha evitado en parte el continuo hacer y deshacer que caracteriza la labor de los instaladores.

El trabajo en equipo entre los arquitectos y aparejadores y los ingenieros y ayudantes encargados de las instalaciones o ejecución de la obra ha permitido obtener soluciones que unen a su correcto funcionamiento una estética difícil de obtener sin esta colaboración.

En resumen, pues, las normas que han presidido los proyectos y ejecución de estas instalaciones han sido:

Flexibilidad de funcionamiento y puerta abierta para cualquier ampliación o modificación que se quiera hacer en el futuro.

Economía de funcionamiento, aunque ello lleve aparejado un mayor gasto de instalación.

Estudio completo, en lo posible, de las instalaciones, de forma que en la estructura o en la albañilería se dejen ya previstos los taladros o nudillos de madera necesarios posteriormente y que se puedan montar las instalaciones simultáneamente a las obras de albañilería.

Trabajo en equipo de tal forma que arquitectos, ingenieros de la estructura e ingenieros de instalaciones discutan las exigencias relativas de cada uno de ellos para encontrar la solución apropiada sin subordinación "a priori" de unos aspectos a otros.



## I - ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

### JUSTIFICACION

La conveniencia de instalar en estos edificios aire acondicionado, es decir, de humedad, temperatura y pureza controlada, se encuentra doblemente justificada por el destino que se va a dar a dichos edificios y por las razones generales que aconsejan este tipo de instalaciones en oficinas. Gran parte de las naves son de laboratorios o talleres de ensayos, en donde las condiciones de temperatura y humedad en que se realizan los trabajos tiene gran influencia en los resultados que se obtienen, por lo que es de desear poder mantener cierta constancia de esas dos variables, lo que sólo se conseguirá con el acondicionamiento del aire.

La conveniencia de mantener la jornada normal de trabajo durante el verano, a pesar de las condiciones climatológicas de Madrid, que obligan al establecimiento de jornada intensiva o de horarios de verano con una gran parada a mediodía, es otra de las razones para acondicionar totalmente los edificios de que se trata. Se podrá así mantener el horario normal, con un mayor rendimiento del personal empleado por el Instituto y con una continuidad en el trabajo muy de desear, sobre todo en ensayos o pruebas que exigen la jornada completa.

Como prueba de que el clima de Madrid exige el acondicionamiento de aire durante el verano si se quiere mantener una jornada normal de trabajo eficiente podemos decir que, del examen de las temperaturas madrileñas durante los seis últimos años, se deduce que hay normalmente 118 días al año en que la temperatura máxima exterior es superior a los 25° C., e incluso en 12 días la máxima supera a los 35° C. Estas temperaturas, junto con las horas de sol durante los meses de verano (unas 350 horas al mes), justifican la práctica de la jornada intensiva y la necesidad de la refrigeración si se quiere mantener la jornada normal de trabajo en la época veraniega.

### BASES DEL PROYECTO

Se considera que en el edificio se deben mantener 20° C. con una humedad relativa del 50 % cuando en el exterior la temperatura del aire es de 0° C. (condiciones de proyecto para la calefacción), y que el aire de



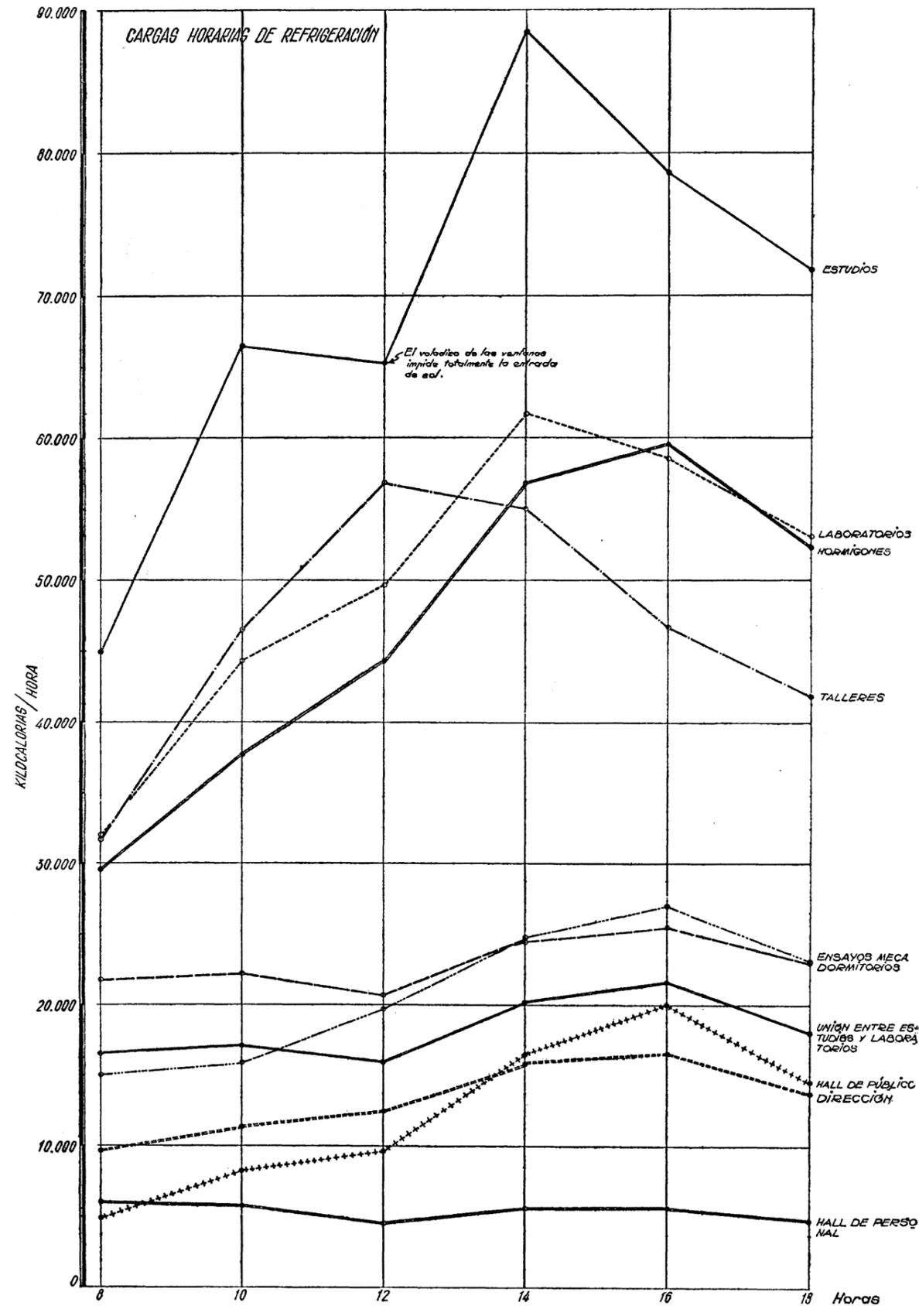


Fig. 1

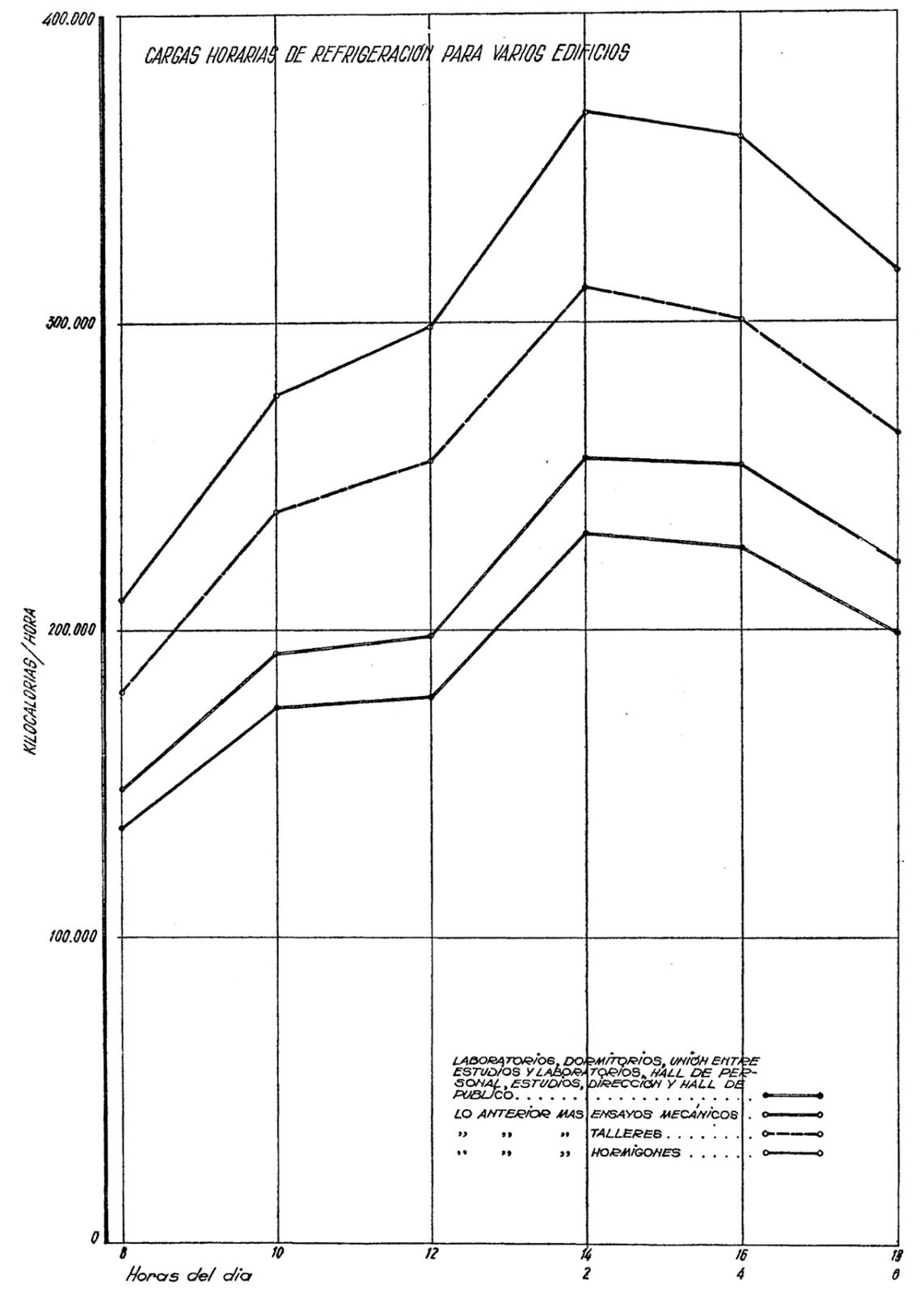


Fig. 2

las habitaciones debe estar a 25° C. con un 50 % de humedad relativa cuando en el exterior hay 35° C. con un 40 % de humedad relativa (condiciones de proyecto para la refrigeración).

Los coeficientes de transmisión de calor de los diversos elementos del edificio (incluida la doble resistencia del aire), son:

Muros exteriores (38 cm. de ladrillo macizo, cámara de aire de 5 cm., tabicón de hueco doble de 8 cm., tendido de yeso de 2 cm.) ... 0,96 Kc./m.<sup>2</sup> °C. h.  
 Ventanas (cristaninas de 4 mm.) ... 5,52 Kc./m.<sup>2</sup> °C. h.  
 Techos (cielo raso de escayola, 5 cm. de lana de vidrio, desván, uralita "granonda") ... 0,54 Kc./m.<sup>2</sup> °C. h.  
 Solera (15 cm. de hormigón) ... 0,49 Kc./m.<sup>2</sup> °C. h.  
 Puertas de madera ... 2,49 Kc./m.<sup>2</sup> °C. h.  
 Infiltración: En verano, 3,3 m.<sup>3</sup>/hora y metro lineal de cierre de ventana o puerta.  
 En invierno, 5,7 m.<sup>3</sup>/hora y metro lineal de cierre de ventana o puerta.

Como densidad del aire para todos los cálculos, se toma el valor medio de 1,14 Kg./m.<sup>3</sup>.  
 Para la variación de temperatura durante el día y la radiación solar

**TABLA I**  
 Calefacción.—Influencia de los distintos elementos del edificio central.

ELEMENTO	SUPERFICIE	KILOCALORIAS/HORA	% del total
Superficie (varias plantas) ...	8.196 m. <sup>2</sup>	—	—
Volumen... ..	32.964 m. <sup>3</sup>	—	—
Ventanas... ..	546 m. <sup>2</sup>	546 × 5,52 × 20 = 60.000	17,4
Muros ... ..	3.725 m. <sup>2</sup>	3.725 × 0,957 × 20 = 71.000	20,5
Techo... ..	4.175 m. <sup>2</sup>	4.175 × 0,538 × 20 = 45.000	13,1
Suelo ... ..	4.998 m. <sup>2</sup>	4.998 × 0,489 × 13 = 31.800	9,3
Infiltración S. E....	1.175 m.	1.175 × 57 × 0,3 × 20 = 40.000	11,6
Lucernarios... ..	288 m. <sup>2</sup>	288 × 5,52 × 20 = 31.800	9,3
Puertas ... ..	89 m. <sup>2</sup>	89 × 2,492 × 20 = 4.440	1,3
Ventilación ... ..	10.000 m. <sup>3</sup> /h.	10.000 × 0,3 × 20 = 60.000	17,5
PERDIDA TOTAL ...		344.040	100

No se incluyen en estos valores ni el comedor, cuya carga de calefacción es de 40.100 Kc./hora, ni la sala de conferencias, cuya carga de calefacción es de 50.800 Kc./hora. Tampoco se incluye la nave de hormigones, cuya carga de calefacción es de 55.400 Kc./hora.  
 En el volumen y superficie se incluye todo el edificio central.

**TABLA II**  
 Cargas de calefacción y refrigeración de distintas combinaciones de edificios.

COMBINACION	KILOCALORIAS/HORA	
	Calefacción	Refrigeración
Edificio Central, sin Talleres ni Ensayos Mecánicos ...	258.900	258.720
Edificio Central, con Talleres, sin Ensayos Mecánicos ...	324.600	318.120
Edificio Central, con Ensayos Mecánicos, sin Talleres ...	292.120	290.920
Edificio Central, con Ensayos Mecánicos y Talleres ...	357.820	350.320
Edificio Central, con Ensayos Mecánicos, Talleres y Nave de Hormigones ...	413.220	403.820

Observaciones: No se incluye ni comedor ni conferencias.—En la nave de Ensayos Mecánicos los lucernarios se consideran horizontales, pero con una persiana exterior.—En la nave de Talleres los lucernarios se consideran orientados al Norte o con una persiana exterior que impide la entrada del sol.

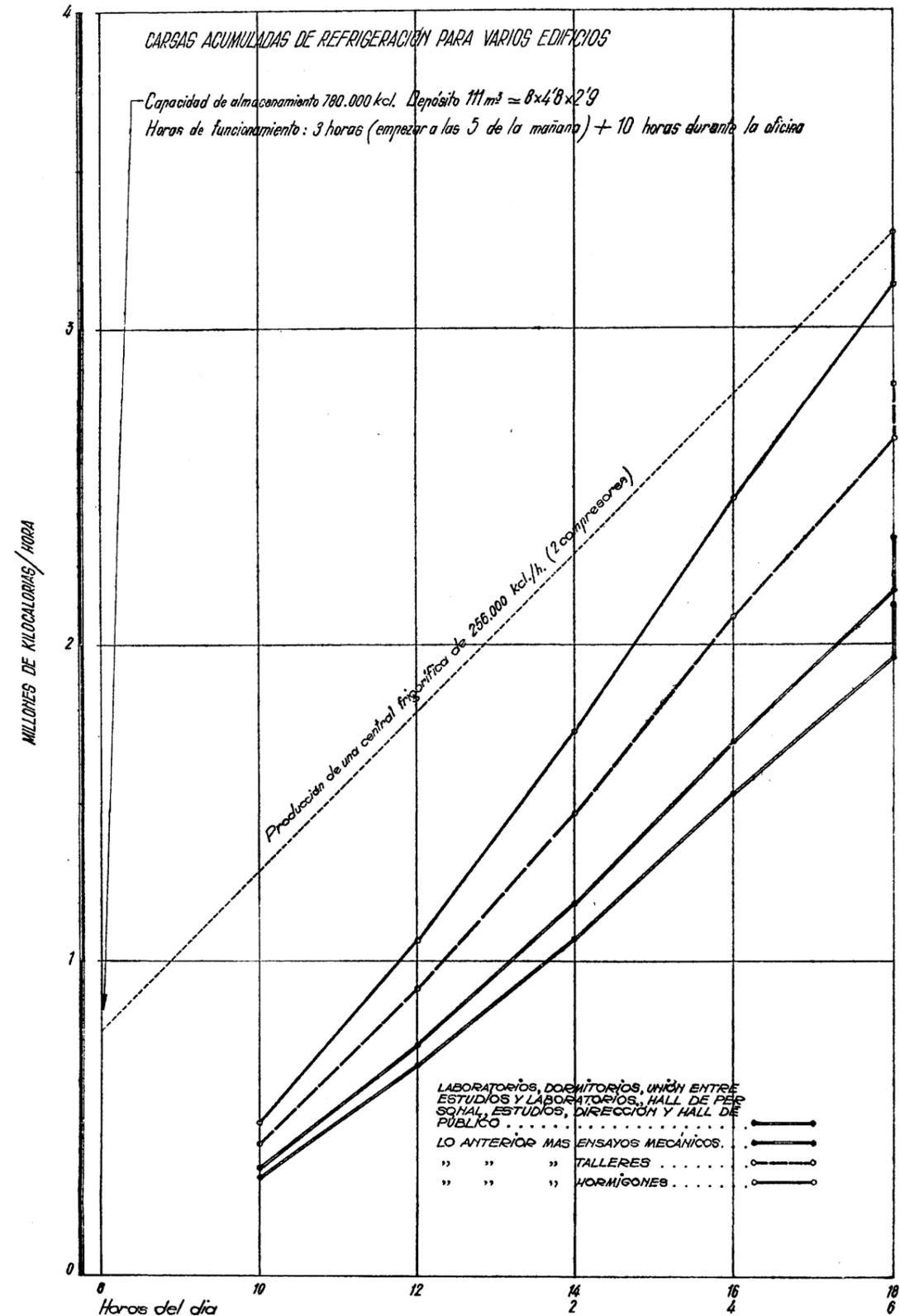


Fig. 3

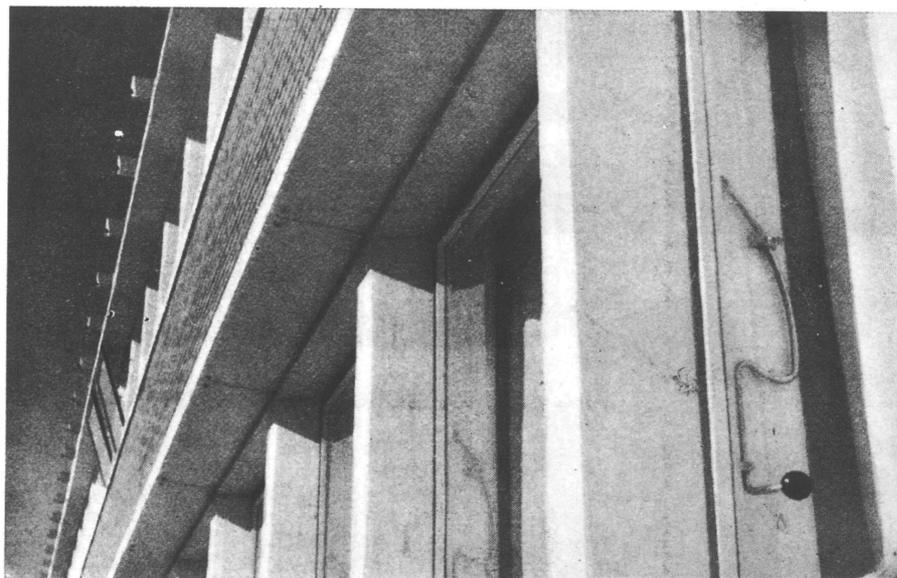
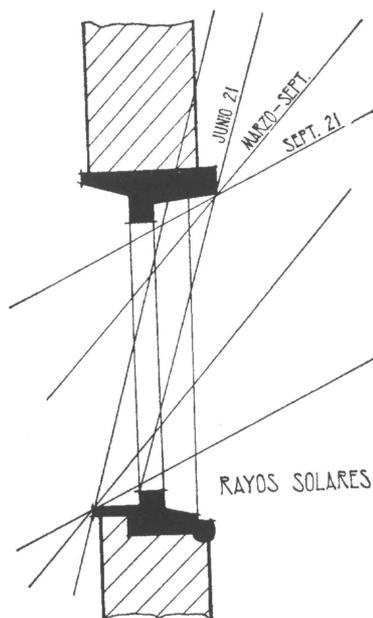


Fig. 4. — Detalle de voladizo en ventanas orientadas al Sur.

durante la época de refrigeración, se utilizan los valores correspondientes a una población situada a los 40° de latitud Norte, según se indica en la “Guía de la Sociedad Americana de Ingenieros de la Calefacción y Refrigeración” del año 1951 (“ASHVE Guide 1951”).

#### CALCULO DE LA CARGA DE REFRIGERACION

Se ha hecho por el método de las temperaturas equivalentes, y con objeto de estudiar el momento más desfavorable de todo el edificio, las cargas se han calculado para las 8; 10 y 12 horas de la mañana y las 2; 4 y 6 horas de la tarde. Una vez calculada la carga global de todo el edificio, se ha seguido el criterio de considerar que, en las habitaciones orientadas al Sur, la carga máxima se produce a las 12 horas; en las orientadas al Norte, a las 5 de la tarde, y en las de Este y Oeste, a las 8 de la mañana y 4 de la tarde, respectivamente (hora solar).

Los tres gráficos de las figuras 1; 2 y 3 muestran las cargas horarias y acumuladas de refrigeración de las distintas naves que componen el edificio Costillares. Estos gráficos fueron la base para decidir sobre la instalación de acondicionamiento y también para escoger la solución finalmente adoptada.

La figura 1 muestra claramente la influencia que tiene el voladizo que protege las ventanas orientadas al Sur. Este voladizo, indicado en la figura 4, actúa de visera, produciendo un sombreado de la ventana que rebaja considerablemente la carga de refrigeración, según demuestran los cálculos. La existencia de este voladizo es una muestra clara de ese trabajo de equipo de que hablábamos: solicitado por el ingeniero encargado del acondicionamiento de aire, que fijó su tamaño, fué encajado por los arquitectos atendiendo a la composición de la fachada y ejecutado finalmente por la sección de prefabricación, que introdujo algunas variaciones para facilitar su colocación y resistencia.

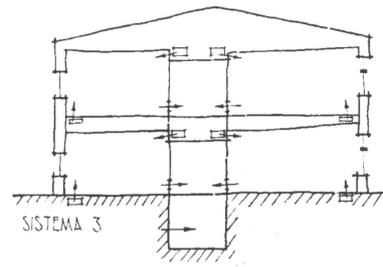
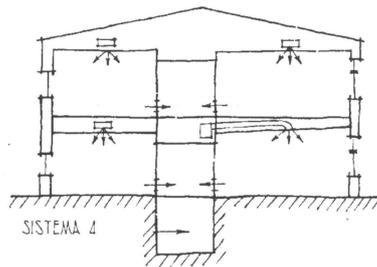
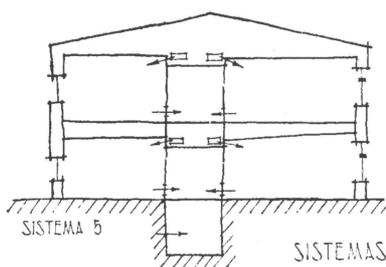
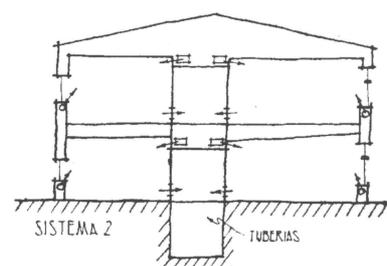
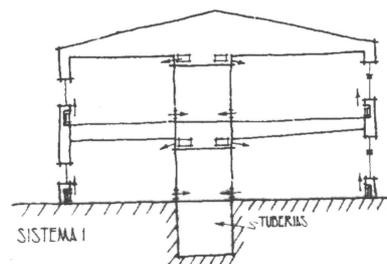
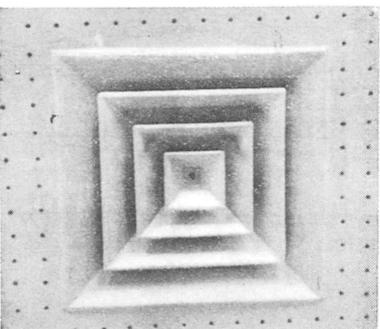
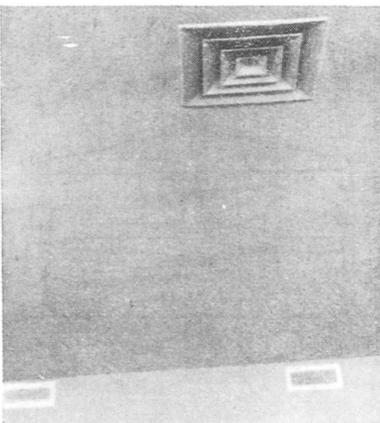
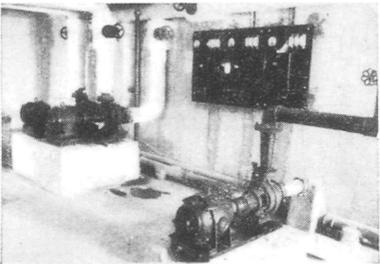
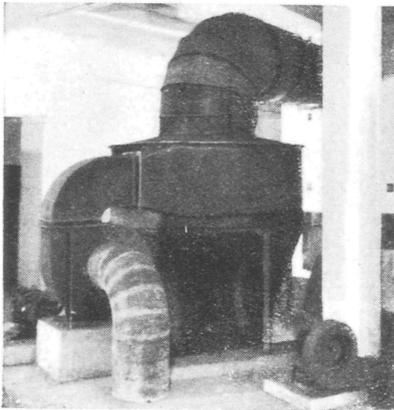
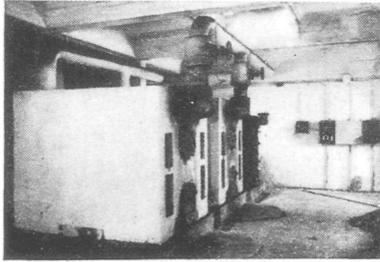


Fig. 5



## CALCULO DE LA CARGA DE CALEFACCION

Se hizo por el método normalmente seguido para una calefacción por radiadores, con la única diferencia de que la infiltración de aire exterior se calcula mediante la longitud de junta de ventanas o puertas exteriores, lo que nos parece más racional que el empleo de cambios de aire o renovaciones. Tampoco se considera ningún aumento por orientación, ya que si es necesario se puede reforzar la calefacción de cualquier zona individual. La ventilación forzada de que disponen los edificios, no se tiene presente en el calor necesario en las habitaciones, sino que se compensa en las cabinas de acondicionamiento y es allí donde se calcula.

En la tabla I se muestra la influencia relativa de las distintas superficies exteriores del edificio central en la carga de calefacción, resumiéndose en la tabla II las cargas de calefacción y refrigeración para diversas combinaciones de edificios.

## SOLUCIONES POSIBLES

La forma del edificio y las ideas generales que presiden las instalaciones ya fijan muchos puntos de la solución a adoptar. Como el edificio está desarrollado en horizontal y se quiere independencia de funcionamiento para cada nave, hay que instalar varias cabinas acondicionadoras. Estas cabinas podrían llevar cada una su propio compresor o, por el contrario, estar servidas por una central de compresores única. La solución con compresores individuales es comparable en economía con la solución de central frigorífica única, ya que el mayor coste de los varios compresores se vería compensado por el ahorro que se obtendría en las baterías de aletas para enfriar el aire, puesto que se podría emplear la expansión directa, reduciendo su tamaño. Se ha preferido, sin embargo, emplear una planta frigorífica central, porque el mantenimiento será más fácil y económico y porque con la central frigorífica se podrá asegurar siempre el servicio, ya que en ella se pueden duplicar los compresores y demás elementos, mientras que un solo compresor por nave ofrecería más peligro de dejar interrumpido el servicio en caso de avería.

Para una central frigorífica única, se han estudiado tres posibles soluciones:

a) Planta frigorífica con compresores para 420.000 frigorías/hora, sin depósito de acumulación.

b) Planta frigorífica con compresores para 256.000 frigorías/hora y un depósito de acumulación de agua fría hecho de hormigón armado, con una capacidad de 110 m.<sup>3</sup>

c) Planta frigorífica por ciclo de absorción, utilizando calderas de vapor en sustitución de los compresores.

La cifra de 420.000 frigorías/hora es la correspondiente a la carga máxima calculada para el verano y la cifra de 256.000 frigorías/hora es el doble de la producción del compresor de mayor tamaño de los normalmente fabricados por las casas españolas.

La solución *a* se desechó por razón de su coste de instalación y porque sólo ofrece sobre la *b* la ventaja de que funcionaría menos horas al día. La *c* se rechaza por su mayor coste de funcionamiento y dificultades de instalación, ya que una de las mejores casas instaladoras de este sistema comunicó que carecía del material apropiado, que tendría que ser de importación.

La solución *b*, adoptada, ofrece un coste mínimo de instalación y también de funcionamiento, ya que el depósito de acumulación es un buen regulador de la marcha de los compresores, rebaja su tamaño y permite, además, emplear la energía eléctrica barata durante las horas de la noche.

Atendiendo a las cámaras para servicios que existen en el edificio, se puede introducir el aire en las habitaciones y volverlo a recoger de muchas maneras, de las que se han considerado las cinco formas de la figura 5. Se elige el sistema número 5, de entrada del aire en las habitaciones por la parte superior de los tabiques interiores, atendiendo a su mayor economía y facilidad de construcción. El retorno se hace unas veces por el pasillo central, como en la figura 5, y otras por las losas del suelo cercanas a la ventana, utilizando la entreplanta o haciendo un canal en el terreno.

## DESCRIPCION DE LA SOLUCION ADOPTADA

El acondicionamiento de aire para el invierno está compuesto de:

1.º Una sala única de calderas de agua caliente (figs. 6 y 7), colocada exteriormente a los edificios, debajo del dodecaedro-silo de carbón. En ella se han instalado dos calderas Roca, serie 6, de 12 elementos cada una,

Fig. 6.—Sala de calderas. — Fig. 7.—Ciclón para limpieza de humos. — Fig. 8.—Bombas. — Fig. 9.—Rejillas de entrada de aire. — Fig. 10.—Difusor del tipo anemostato.

**TABLA III**  
**RESUMEN DE VALORES PARA LAS CENTRALILLAS**

Centralilla	Comedor	Dirección	Conferencias	A Laborat.	B Laborat.	C Estudios	D <sub>1</sub> Estudios	D <sub>2</sub> Estudios	Ensayos meca.	Talleres	Hormigon 8100,18	Horm. Lab.	Horm. Hall.
Refrigeración Sensible	24.060	12.480	19.480	18.600	44.300	50.600	45.000	5.200	23.450	45.200	14.400	4.800	8.800
Ganancias en conduct.	3.122	1.580	6.200	3.525	8.520	7.100	6.250	700	4.460	8.560	2.720	905	1.680
Refrigeración Latente	11.800	1.430	8.620	2.763	4.880	4.080	4.740	530	1.358	2.942	3.830	890	1.650
Refrig. total Sin ventilación	39.100	15.510	34.210	24.900	57.700	61.780	55.990	6.430	29.268	56.702	13.950	6.595	12.130
Ventilación m. <sup>3</sup> /hr.	2.783	612	3.640	1.360	2.040	850	1.070	120	510	1.020	1.270	406	740
Punto de rocío	8,33	12,8	10	12,8	12,8	13,2	12,8	12,8	13,5	13,5	12,2	12,2	12,2
Aire total m. <sup>3</sup> /hr.	10.200	5.220	8.100	7.720	18.550	21.000	18.100	2.970	9.770	18.700	6.000	2.000	3.660
Entrando a	27,7 17,6	26,4 18,7	29,4 20,7	26,7 18,9	26,1 18,4	25,2 18,1	25,6 18,2	25,6 18,2	25,6 18,2	25,6 18,2	27 19,2	27 19,2	27 19,2
Saliendo a	15,6 12,8	13,9 13,3	13,9 12,2	15 13,9	15 13,9	15 14	15 13,9	15 13,9	15 14,1	15 14,1	15 13,6	15 13,6	15 13,6
Refrigeración TOTAL	52.900	22.220	56.600	31.000	67.200	66.700	60.000	10.300	31.210	59.400	27.300	8.900	16.700
Calefacción bruta	24.000	11.520	30.000	27.800	46.600	64.800	57.200	8.500	29.420	58.400	20.300	6.960	12.700
Aire total m. <sup>3</sup> /hr.	10.300	5.220	8.080	7.720	18.550	21.000	18.100	2.970	9.780	18.700	6.000	2.000	3.660
Entrando a	14,4	17,8	11,1	16,1	17,2	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	15,6	15,6	15,6
Saliendo a	28,3	28,3	33,9	33,3	29,4	31,1	31,7	31,7	31,1	31,7	32,8	32,8	32,8
Calefacción TOTAL	40.100	15.100	50.800	36.500	64.000	70.600	62.500	10.200	33.220	65.700	28.500	9.500	17.400

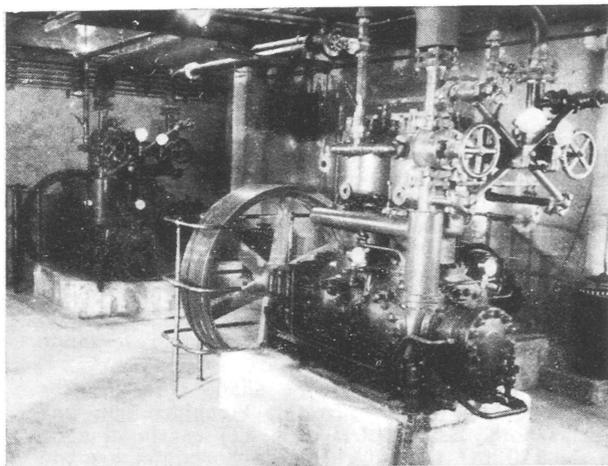
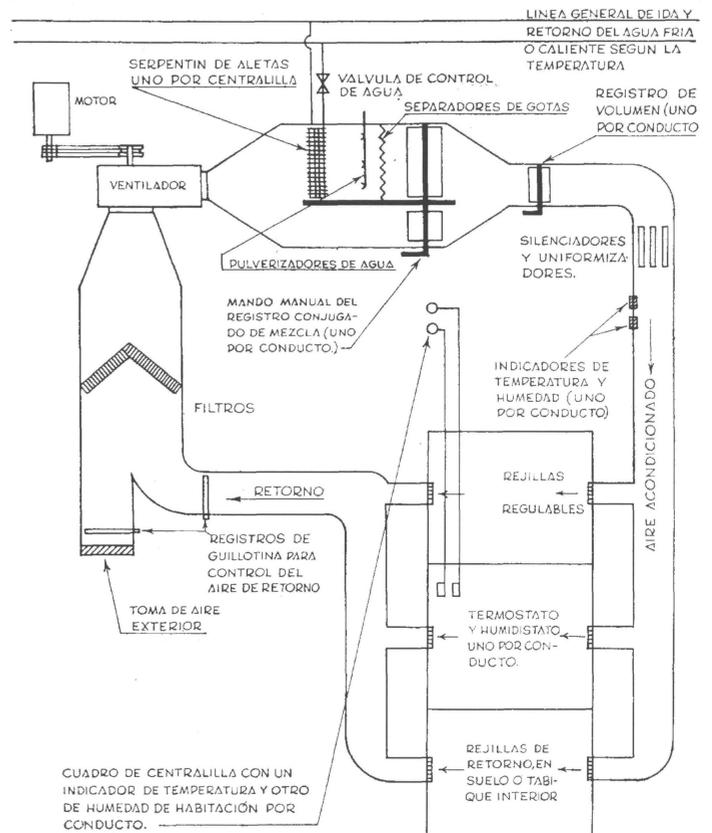


Fig. 11.—Compresores de la central frigorífica. — Fig. 12.—Esquema de control y disposición general del sistema de acondicionamiento.

**ESQUEMA DE CONTROL Y DISPOSICIÓN GENERAL DEL SISTEMA**



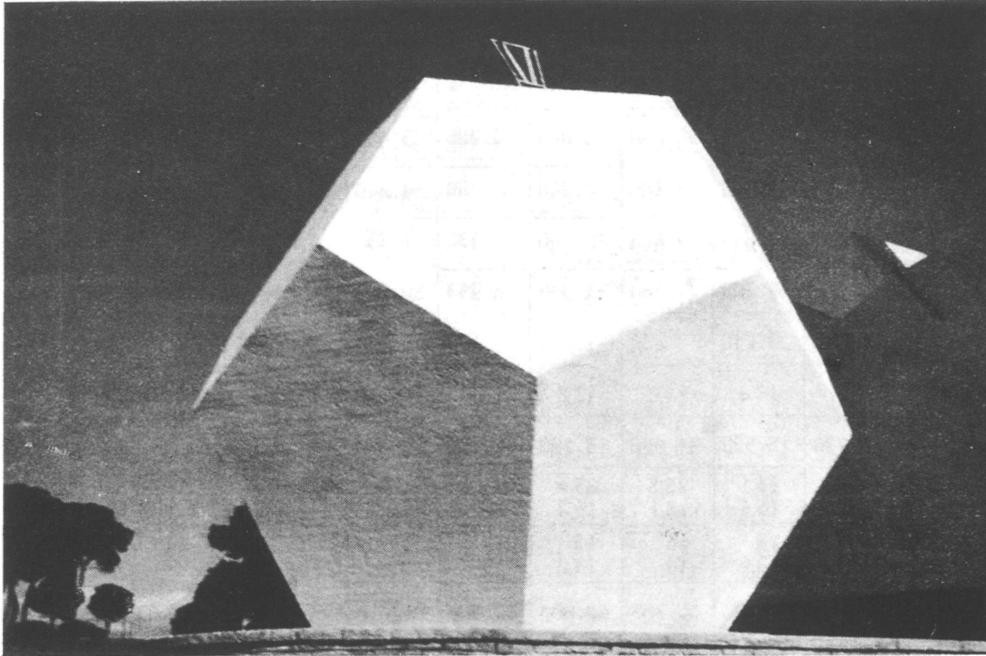


Fig. 13.—Silo de carbón y grúa de carga.

con una potencia media de 296.800 Kc./hora y unidad y máxima de 445.200 Kc./hora y unidad, según catálogo. Esto da una potencia media instalada de 593.600 Kc./hora. En la sala de calderas se deja espacio para instalar otra caldera de ese tipo, que atenderá a futuras edificaciones, ya planeadas. Asimismo hay un espacio en esta sala para una caldera de vapor dedicada a otros servicios (cámaras de curado de hormigón) y para el almacenamiento de leña y de escorias. Para la limpieza de los humos se ha instalado un ciclón deshollinador con ventilador de palas planas y anchas y motor de 7,5 CV. Este ciclón envía a la atmósfera humos completamente invisibles.

2.º Una central de bombas (fig. 8) para impulsar el agua caliente a las diversas centralillas de acondicionamiento de aire situadas en los edificios, compuesta de dos grupos motobombas con motor eléctrico de 7,5 CV. cada uno, con un caudal de 73.600 litros de agua cada hora contra 13 m. de columna de agua. Uno de estos grupos es de reserva.

3.º Una red de tuberías de hierro forjado o de acero sin soldadura con diámetro de 1,5" a 5".

4.º Trece centralillas de acondicionamiento de aire, colocadas normalmente en los sótanos del edificio. (En el edificio de hormigones se sitúan en las plantas primera y segunda.) Las características de estas centralillas se pueden ver en la tabla III.

5.º Un sistema de conductos de aire hechos de escayola con una pulgada de corcho intermedia. Estos conductos son rectangulares, cada uno de ellos de sección constante, para facilitar su prefabricación, y de secciones libres de 20 × 30; 20 × 50; 30 × 60 y 30 × 90 cm. La entrada del aire a las habitaciones se hace mediante rejillas metálicas regulables (fig. 9), rectangulares, de secciones 10 × 15; 10 × 30; 10 × 40; 20 × 30 y 10 × 10 cm. En aquellos casos en que los conductos descargan desde el techo de la habitación, se utilizan difusores cuadrados (fig. 10) de 40 × 40 cm. de superficie de descarga con boca de 25 × 25 cm., y cuando las rejillas van en el suelo se hacen de aluminio la cara exterior, reforzando con chapa la parte no vista.

Para el acondicionamiento del aire en verano se añade a lo anterior una central frigorífica a base de dos compresores de amoníaco con una potencia de 256.000 frigorías/hora. Esta central (fig. 11) enfría el agua de un depósito enterrado de 110 m.<sup>3</sup> de capacidad, de hormigón armado con 15 cm. de aislamiento de corcho, y sustituye a la sala de calderas. Por lo demás, el resto de la instalación continúa lo mismo.

Con este sistema del depósito de acumulación, los compresores frigoríficos "trabajan" sólo para enfriar el agua en él contenida, desde 7º C. hasta 0º C. (no se utiliza salmuera), sin preocuparse de las necesidades de frío del edificio.

**TABLA IV**

**Coste de la instalación de acondicionamiento de aire en % de su coste total.**  
DESCOMPOSICION GENERAL

Albañilería (conductos y obra) ... ..	15
Central frigorífica ... ..	34
Centralillas de acondicionamiento, sala de calderas, bombas, tuberías, etc. ... ..	51
<b>TOTAL ... ..</b>	<b>100</b>

**DESCOMPOSICION DE LA CENTRAL FRIGORIFICA**

Compresores y accesorios ... ..	50,4
Motores para los compresores ... ..	10,4
Condensadores de contracorriente ... ..	14,5
Serpentines evaporadores ... ..	9,2
Cuadros y líneas eléctricas ... ..	2,2
Hélices ... ..	1,1
Carga de amoniaco y de aceite ... ..	1,0
Torre de refrigeración, con su bomba y electro-ventilador ... ..	11,2
<b>TOTAL ... ..</b>	<b>100,0</b>

**DESCOMPOSICION DE LAS CENTRALILLAS DE ACONDICIONAMIENTO**

Filtros de lana de vidrio ... ..	1,1
Ventiladores ... ..	11,2
Motores eléctricos de los ventiladores ... ..	4,6
Baterías de tubo de cobre con aletas de aluminio ... ..	35,8
Separadores de gotas de cinc ... ..	2,8
Compuertas de chapa ... ..	1,0
Tuberías ... ..	22,3
Calderas ... ..	10,9
Ciclón deshollinador, con ventilador y motor ... ..	2,7
Bombas de agua, con sus motores ... ..	1,8
Uniones y piezas de chapa ... ..	2,5
Quemadores de carbón menudo ... ..	3,3
<b>TOTAL ... ..</b>	<b>100,0</b>

**SISTEMA DE CONTROL**

En un sistema de acondicionamiento de aire e incluso en una calefacción, es fundamental instalar un sistema de control que permita adaptarse a las condiciones exteriores. Atendiendo a la dificultad de obtener en España controles automáticos y al hecho de que, aunque se obtengan, es difícil su conservación, se ha elegido un sistema de control manual, si bien se ha dejado dispuesta la instalación para un futuro control automático.

En la figura 12 se presenta un esquema de la instalación y forma de control. Las cantidades de agua que circulan por el serpentín refrigerador o calefactor, según la época, serán constantes tanto en invierno como en verano. La temperatura del agua a su entrada será fija en verano y fija, aunque distinta de la anterior, en invierno, salvo en caso de temperaturas extremas al exterior (más de 35°C, en verano y menos de 0°C, en invierno), en que se forzará la caldera o la central frigorífica. Las cantidades de aire en los conductos serán constantes, iguales en verano que en invierno, y lo mismo pasará con el aire que descargan las rejillas.

La regulación de temperatura y humedad en habitaciones se obtendrá variando la temperatura y humedad del aire del conducto, y esta variación se conseguirá *solamente* por mezcla manual de aires después del ventilador, o sea, pasando más o menos aire a través del serpentín y disminuyendo o aumentando en la misma cantidad el aire que no pasa a través del serpentín. Resulta así que el único elemento de control es el registro manual para mezcla de aire, colocado a la entrada de cada conducto.

Esta forma de control es perfecta en cuanto a temperatura, pero im-



Fig. 14 —Descarga de los silos en las vagonetas.

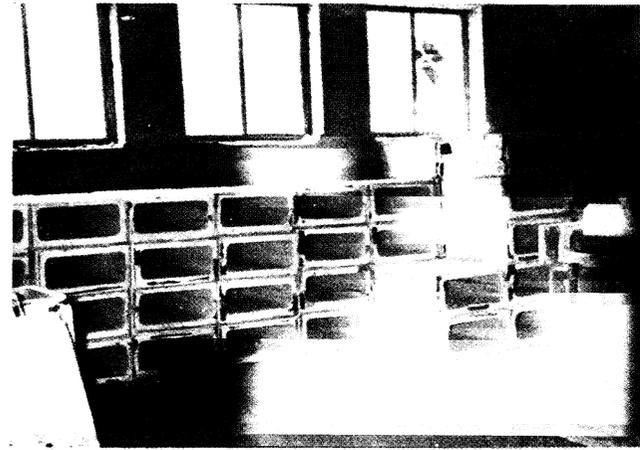
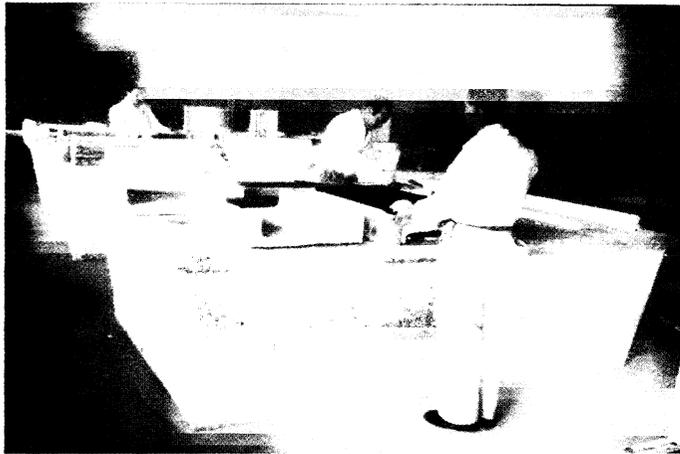


Fig. 15.—Fabricación y almacenamiento de conductos.

## instalaciones

perfecta en cuanto a humedad. Si se elige a pesar de ello, es debido a su simplicidad, economía y facilidad de mantenimiento.

Para que este tipo de control sea eficaz se necesita una persona a cargo del acondicionamiento de aire durante el día y dotar a esa persona de medios de conocer las condiciones interiores del edificio y las del aire que circula por los conductos. Esto se consigue mediante indicadores a distancia de temperatura y humedad (pueden sustituirse, y así se hace por ahora, con termostatos y humidostatos que den indicaciones para dos puntos fijos) (fig. 32).

### DETALLES DE LA CENTRAL FRIGORIFICA

Está destinada (fig. 11) a enfriar el agua del depósito de acumulación desde 7°C. hasta 0°C., con una potencia de 256.000 frigorías/hora para agua de condensación a 25°C., y se compone esencialmente de los elementos siguientes:

Dos compresores de amoníaco de 8 1/2" × 7" provistos cada uno de motor eléctrico de 68 CV.

670 metros de tubo de 1 1/2" para hacer 6 serpentines evaporadores sumergidos en el depósito acumulador.

Dos baterías de condensadores de tipo tubos concéntricos y contracorriente formadas en total por 12 secciones de 10 tubos de 6 m. cada uno y diámetros 2" y 1 1/4" con un recipiente único para acumulación del amoníaco.

Una torre de refrigeración de agua por evaporación y adherencia, prevista para 320.000 kilocalorías/hora y un caudal de 54.000 litros de agua cada hora. Esta torre va provista de un ventilador helicoidal de 1,20 m. de diámetro con motor de 7,5 CV.

En el depósito de agua se montan dos hélices de agitación y se dispone un tabique para obtener una buena circulación del agua.



Fig. 16.—Vista de uno de los conductos independientes.

### ESTUDIO ECONOMICO

Con objeto de poder analizar la influencia de cada uno de los elementos de la instalación en el precio total, se indican en la tabla IV los % del coste de cada elemento ya instalado en relación con el coste total de la instalación.

Para los cálculos de consumo se ha considerado que las horas de funcionamiento de la calefacción son 1.670 al año, valor obtenido por comparación con los valores medidos y calculados de la calefacción del Laboratorio Central de Ensayos de Materiales de Construcción de la Escuela de Ingenieros de Caminos, edificio cuyo régimen de ocupación y horario de trabajo (oficina estatal con jornada completa) es análogo al de Costillares.

Para la refrigeración se suponen 641 horas de funcionamiento al año de las bombas de circulación del agua y de los ventiladores de las centralitas de acondicionamiento y 610 horas al año para la central frigorífica (compresores y torre de refrigeración).

Con los datos dichos se prevé un consumo de carbón al año de unas 190 Tm., incluyendo aquí el consumo correspondiente a otras dos naves que se edificarán en el futuro.

Para la central frigorífica se han calculado los consumos de la insta-

lación adoptada y de un sistema a base de ciclo de absorción. En el primer caso el consumo anual previsto es de unos 60.000 kw. h., mientras que en el segundo se encuentra un consumo de 70 Tm. de carbón y 14.000 kw. h.

#### SILO DE CARBÓN

Para almacenar el carbón de la temporada se ha previsto un silo de 280 m.<sup>3</sup>, (fig. 13), con el que se podrán atender las necesidades de calefacción y de unas cámaras de curado de hormigón de las que se hablará posteriormente. A este volumen y por razones estéticas, se le ha dado forma de dodecaedro, con un radio de 4,70 m. para la esfera circunscrita. Técnicamente esta forma es también apropiada para un silo, ya que la descarga inferior se hace sin que queden zonas sin descargar como ocurriría con una forma cúbica o cilíndrica, por ejemplo.

El carbón se descarga desde los camiones a dos silos gemelos al nivel del terreno, de 23 m.<sup>3</sup> cada uno. La parte inferior de estos silos (fig. 14) descarga en unos baldes que van sobre vagonetas hasta colocarse debajo del dodecaedro. Encima del dodecaedro hay una grúa abatible, que sube estos baldes por un tubo de hormigón de 1,30 m. de diámetro, colocado en el centro del dodecaedro. Una vez el balde arriba, basta derramarle en el dodecaedro en el espacio entre el tubo y la superficie exteriores del dodecaedro. Como el dodecaedro está encima de la sala de calderas, el carbón descarga directamente desde su fondo hasta la nave de calderas.

#### CONDUCTOS DE AIRE

Una de las partidas más subidas de la instalación de acondicionamiento de aire (cerca del 15% del total) (fig. 15) está formada por los 3.200 m.<sup>2</sup> de conductos que se necesitan para el transporte del aire, lo que, unido a que estos elementos fueron prefabricados y montados por la sección de prefabricación de este Instituto, ha permitido un detallado estudio de su forma, colocación y materiales necesarios.

Atendiendo al módulo empleado en el edificio (1,60 m., con muchas piezas de 40 cm.), los conductos se eligieron de 30 x 40; 30 x 60; 40 x 70 y 40 x 100 cm. de dimensiones exteriores, lo que, contando con un espesor de 5 cm. por lo menos (deben llevar un aislamiento de 25 mm.), da unas secciones libres de 20 x 50; 30 x 60 y 30 x 90. Con estas cuatro secciones y adoptando unas velocidades del aire en el conducto de 3,5 m./seg. a 6 m./seg. (700 a 1.200 pies/minuto), se pueden hacer circular volúmenes de aire de 750 m.<sup>3</sup>/h. a 6.000 m.<sup>3</sup>/h., necesiándose y bastando con uno solo de los tipos de conductos indicados para cualquiera de los volúmenes de aire que se utilizaban para la instalación.

Los conductos (fig. 16), en número de 40, parten *independientemente* de cada centralilla, manteniéndose la sección constante durante todo su trayecto. Esta constancia de sección, que puede parecer antieconómica, no lo es tanto debido a la prefabricación, facilidad de montaje y eliminación de piezas de reducción, teniendo, sobre todo, la ventaja de que así se consigue mantener a lo largo de todo el conducto la misma presión estática, con lo cual la descarga de aire es uniforme para todas las rejillas. La constancia de presión estática se mantiene muy sensiblemente, ya que los rozamientos en el conducto se ven compensados por la conversión de energía dinámica o de velocidad, en energía estática, al ir disminuyendo esta velocidad a lo largo del conducto. El funcionamiento de la instalación ha comprobado este punto, ya que todas las rejillas de un conducto descargan cantidades iguales de aire, sin que haya necesidad de proceder a una penosa labor de regulación.

#### EJECUCION

Una vez realizado el proyecto del sistema, en el que se especificaban incluso las marcas y tipos de los elementos que la componían, se pensó que era preferible que el montaje lo hiciesen casas de reconocida capacidad, ya que el Instituto no disponía de la apropiada organización laboral ni de control de rendimientos de los mecánicos para acometer la instalación. Las casas instaladoras ofrecieron sus condiciones de montaje a base del proyecto único redactado por el Instituto y su responsabilidad se limita al correcto funcionamiento de cada uno de los aparatos instalados, sin que les alcance responsabilidad por el buen o el mal funcionamiento de la instalación. Este sistema, aplicado a los instaladores, es un poco revolucionario, pero lo creemos de utilidad y adecuado a la práctica corriente en la mayoría de las obras de ingeniería, donde un ingeniero hace el proyecto y las casas interesadas concursan sobre él.

La fijación de marcas de aparatos puede también parecer poco ortodoxa, pero es la mejor garantía que el propietario tiene de que la instalación será buena ya que, si no se especifica marca, el instalador recurrirá

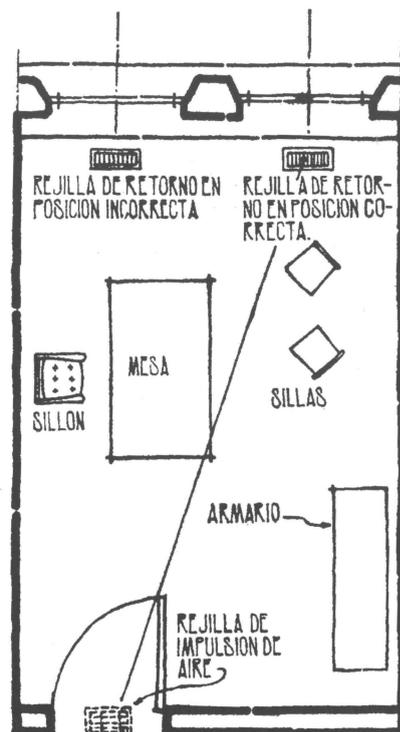


Fig. 17.—Posición correcta e incorrecta de las rejillas de retorno de aire.

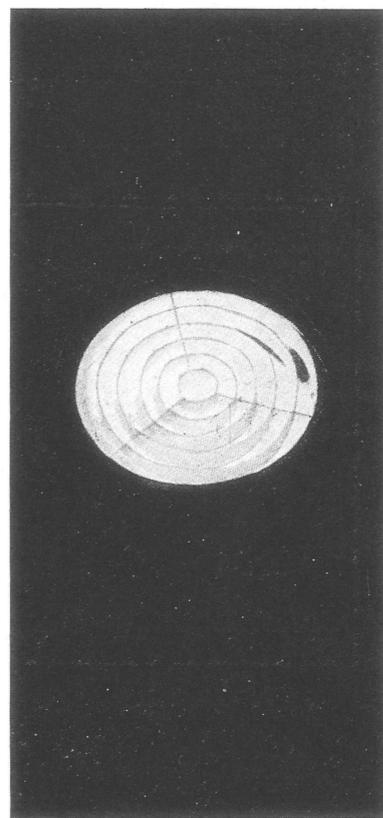
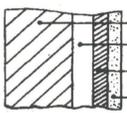
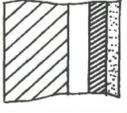
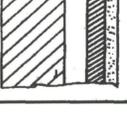
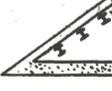


Fig. 18.—Rejillas en techo de la sala de conferencias.

**TABLA V**  
**CARACTERISTICAS TERMICAS DE LOS EDIFICIOS. - COEFICIENTES DE TRANSMISION DEL CALOR**

DATOS UTILIZADOS

Ladrillo .....	0,62	kc./m. <sup>2</sup> °C. hr.	Aislante .....	0,037	kc./m. <sup>2</sup> °C. hr.
Hormigón .....	1,49	»	Ventana simple .....	5,52	kc./m. <sup>2</sup> °C. hr.
Yeso .....	0,41	»	Ventana doble .....	2,20	»
Uralita .....	29,40	kc./m. <sup>2</sup> °C. hr.	Aire quieto a muro .....	8,05	»
Espacio de aire .....	6	»	Aire en movimiento a muro .....	29,40	kc./m. <sup>2</sup> °C. hr.

COMPOSICION		RESISTENCIA TERMICA		$K_{20} \text{ } ^\circ\text{C} \text{ hr}$
MUROS		LADRILLO 35 CM. AIRE 5 CM. LADRILLO 8 CM. YESO 2 CM.	$\frac{1}{8,05} + \frac{0,35}{0,62} + \frac{1}{6} + \frac{0,08}{0,62} + \frac{0,02}{0,41} + \frac{1}{29,4} = 1,04$	0,957
		LO MISMO Y 2" DE AISLAMIENTO	$1,04 + \frac{0,025}{0,037} = 1,715$	0,584
		LO MISMO Y 2" DE AISLAMIENTO	$1,715 - \frac{1}{6} + \frac{0,025}{0,037} = 2,223$	0,450
TEJADOS		URALITA K=5,18 TECHO K=3,3 YESO 3 CM.	$\frac{5,18 \times 3,3}{5,18} + \frac{3,3}{1,03}$	2,04
		LO MISMO Y 1" DE AISLAMIENTO.	$\frac{5,18 \times 1,01}{5,18} + \frac{1,01}{1,03}$	0,86
		LO MISMO Y 2" DE AISLAMIENTO.	$\frac{5,18 \times 0,60}{5,18} + \frac{0,60}{1,03}$	0,538

muchas veces a material de baja calidad por razones económicas. El querer precisar calidades mediante un pliego de condiciones, sin especificar marcas y tipos, es tarea francamente difícil en el caso de instalaciones y nos tenemos que condenar al fracaso. La fijación de marcas fué, de todas formas, indicativa, ya que se deja en libertad al instalador para que proponga "desde el principio" otras marcas análogas, dando sus precios.

La dirección técnica del montaje corre a cargo del personal especializado del Instituto, hasta tal forma que ha habido que llamar repetidas veces la atención a algunas de las casas instaladoras, porque, fiados en esta dirección técnica, se limitaban a enviar a sus operarios, sin preocuparse de organizar debidamente el trabajo, confiando en que esa labor sería realizada por la Administración.

Todas las instalaciones se han hecho por el sistema de administración directa, mediante precios unitarios establecidos previamente.

Como muestra del detallado estudio a que se sometió la instalación (proyecto previo del propietario, con relación del material a emplear y de sus marcas), podemos decir que los precios unitarios de todos los instaladores que ofrecieron encargarse de la instalación variaron en menos de un 16 %, salvo una casa que ofreció material americano, lo que origina mayor diferencia. Asimismo, esta instalación de acondicionamiento de aire representa un coste del 11 % del coste total de los edificios.

Teniendo presente las características de la instalación, se decidió encarar independientemente el montaje de la central frigorífica y el resto del

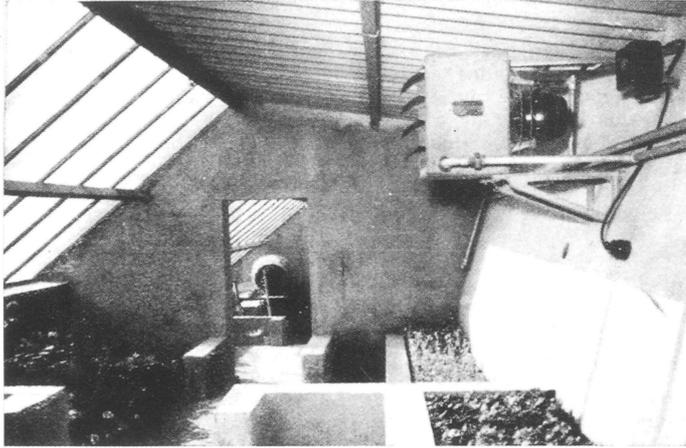


Fig. 19.—Unitermos para calefacción del invernadero.

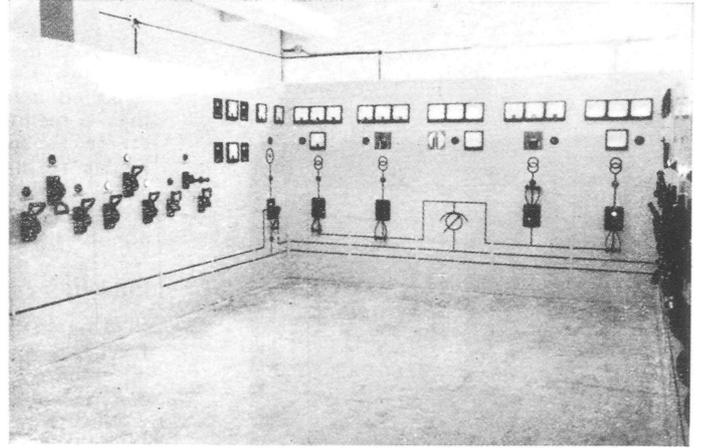


Fig. 20.—Cuadro eléctrico.

trabajo, ya que con esa división se pueden conseguir mejores precios y mayor garantía y al mismo tiempo la división hecha deja dos unidades completamente independientes para poder exigir responsabilidad al instalador.

El montaje de conductos, realizado por la sección de prefabricación, se hizo a razón de unos 20 m.<sup>2</sup> por cuadrilla de oficial y ayudante y jornada de ocho horas.

#### FUNCIONAMIENTO

La primera temporada de funcionamiento, si bien muy reducida para la refrigeración (unos diez días) y para la calefacción (este artículo se escribe a mediados de diciembre), ha servido para comprobar el correcto funcionamiento de la instalación.

La principal dificultad con que se tropieza, es que exige de los obreros encargados de su cuidado una atención constante y un manejo cuidadoso

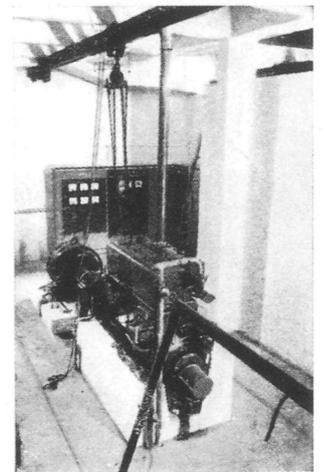


Fig. 21.—Grupo electrógeno.

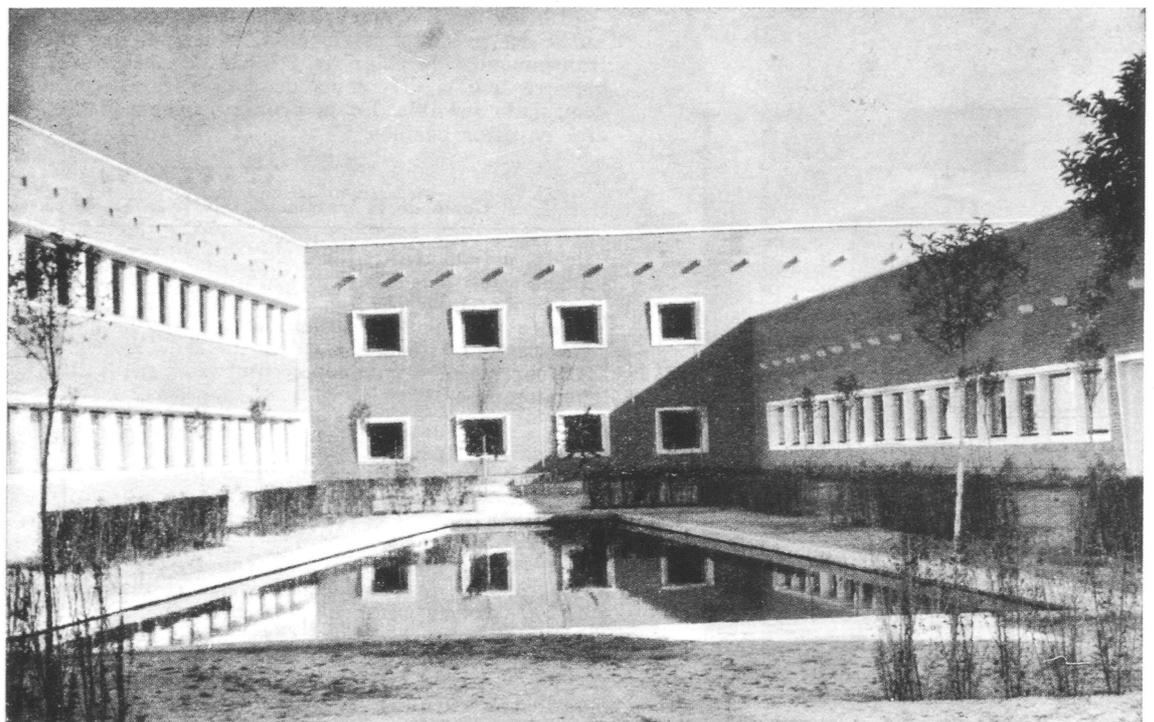


Fig. 22.—Estanque de enfriamiento del agua de los grupos electrógenos.



Fig. 23.—Pasillo con alumbrado supletorio.

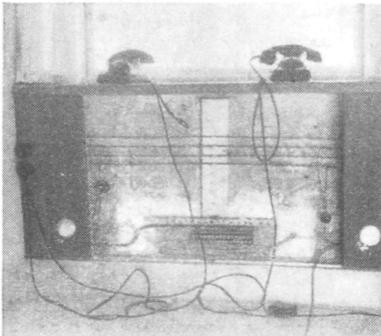


Fig. 24.—Fábrica desmontable para canalizaciones por fachada.

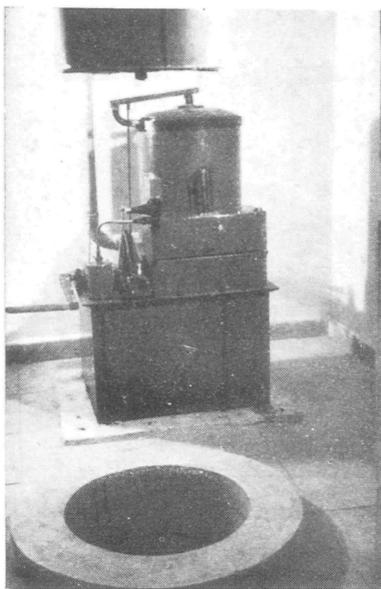


Fig. 25.—Aparato productor de gas por destilación de la gasolina éter.

de los elementos con que cuentan para regular las condiciones de las habitaciones. Estos elementos, relacionados entre sí, son: la temperatura del agua en calderas o en depósito de agua fría, llaves para hacer circular más o menos agua por las baterías de aletas, compuertas de mezcla o de cierre en los conductos de aire y, finalmente, mayor o menor abertura de las rejillas de habitaciones.

Hace falta una cuidada capacitación de estos obreros para obtener, además del buen funcionamiento, que ya parece asegurado, un mantenimiento económico.

#### ERRORES OBSERVADOS

Una instalación del tipo de la que tratamos, en muchos aspectos poco frecuente en España, y en la que, además, se ha ido a veces a soluciones no ortodoxas, en un afán de ver lo que podría suceder, ofrece errores que conviene destacar para enseñanza y corrección. La velocidad de proyecto y ejecución con algunas modificaciones sobre la marcha, ha introducido cambios en las hipótesis en que se basaba la instalación, sin que se haya podido modificar esta instalación por estar ya ejecutada.

En algunas habitaciones (fig. 17), la distribución de las entradas y retornos del aire ha sido tal, que la persona sentada a su mesa debe necesariamente sentir en las piernas la corriente que se produce. Esto podría haberse evitado teniendo presente la lógica colocación de las mesas de trabajo y colocando las bocas del aire de acuerdo con ese mobiliario. Actualmente se procede a rebajar la velocidad del aire mediante regulación de las rejillas, con lo que quizá disminuye ese efecto.

Los retornos de aire, de corto recorrido (unos 9 m. como máximo), se colocan prácticamente encima de los ventiladores y motores de las centralillas, y se han hecho de escayola solamente, puesto que en ellos no se necesitaba aislamiento. Esta solución, muy económica, no es satisfactoria, ya que todo el ruido inevitable en la centralilla se transmite y amplifica por el conducto; es decir, éste debía ir revestido de corcho o de algún otro material absorbente del sonido. Actualmente se procede a colocar dentro de esos retornos unos silenciadores de fieltro, de  $20 \times 20 \times 100$  cm., con lo que se confía en atenuar ese ruido, que, afortunadamente, está localizado en ese sitio.

En las boquillas de pulverización de agua, colocadas en las centralillas para humedecer el aire en invierno, se eligió el tamaño más pequeño, con agujeros de 1 mm., ya que su caudal era suficiente para las necesidades de humectación dichas; pero no se previeron filtros en la tubería del agua, por lo que, debido a la gran cantidad de impurezas que lleva el agua de Santillana, esas boquillas se ciegan con menos de una hora de funcionamiento. Cuando se utilice la estación de filtrado para filtrar todo el agua de los edificios, es de esperar que esas boquillas permanezcan en servicio sin cesarse.

En los pasillos correspondientes a la nave de administración y estudios no se ha previsto calefacción, confiando en que sería suficiente con las transmisiones de calor de las habitaciones contiguas, pero la realidad demuestra que la diferencia de temperaturas entre pasillo y habitaciones es demasiado sensible. En la próxima temporada se abrirán algunas bocas de aire en estos pasillos.

TABLA VI

Coste de la instalación eléctrica en % de su coste total.

Celdas de alta tensión .....	8
Transformadores .....	9
Grupo diesel para 80 kw. ....	16
Cuadro general de distribución .....	10
Líneas de distribución .....	29
Alumbrado interior (fluorescente) .....	22
Alumbrado exterior .....	6
TOTAL .....	100

#### SALA DE CONFERENCIAS

En la sala de conferencias, capaz para 162 butacas, se descarga el aire por el tubo, a través de las mismas rejillas difusoras de la luz (fig. 18), y se hace volver por rejillas en el suelo, debajo de los asientos.

Esta sala es el único sitio donde se emplean ventiladores diferentes para la extracción del aire, debido a que la cantidad de aire a renovar es el 45 % del total circulante (la circulación total es de  $8.100 \text{ m}^3/\text{h.}$ ). En el resto de los edificios se confía en que las cantidades de aire de ventilación que se toman de la calle, se expulsarán a través de las rendijas de ventanas y puertas.

## AISLAMIENTO TERMICO

Uno de los estudios previos para el proyecto del edificio, fué la determinación del aislamiento térmico que debían tener cada uno de los elementos de la construcción. Esta determinación se hizo atendiendo a razones económicas y de comodidad.

Para los muros de fachada se estudiaron tres formas de construir: sin aislamiento, con 1" y con 2" de aislante, llegando a la conclusión de que no estaba justificado económicamente el uso del aislamiento.

Para las ventanas se estudió la solución con doble cristal o con cristal único, llegando a la conclusión de que el doble cristal se podría recomendar económicamente, caso de que el aumento de coste respecto al cristal único fuese inferior a 76 ptas./m.<sup>2</sup>. Como el aumento de coste es mayor, se pone cristal único.

Para los desvanes y azoteas es aconsejable un aislamiento equivalente por lo menos a 2" de aislante, lo que se hizo colocando fieltro de lana de vidrio de ese espesor: en los desvanes y en las azoteas se colocan 7 cm. de hormigón poroso (estos 7 cm. son el equivalente de 1" de corcho o lana de vidrio, ya que en la azotea existen otros materiales que contribuyen al aislamiento).

En la tabla V se presentan los datos necesarios para el cálculo de las transmisiones térmicas de cada elemento de la construcción.

## CALEFACCION DEL INVERNADERO

Se hace a base de tres unitermos (fig. 19), con tuberías de aletas y ventilador. Estos aparatos están conectados a la red general de calefacción y durante el día funcionan con ella. Durante la noche se pone en marcha una pequeña bomba auxiliar, con la cual se hace circular todo el agua de la instalación general a través de esos unitermos. Como las tuberías y calderas están aisladas, el agua mantiene una temperatura de unos 40°C. durante la noche, lo que permite que el invernadero siga caliente durante ese tiempo, aunque no se mantengan encendidas las calderas. En domingos o días festivos habrá que recurrir a estufas eléctricas que, empleadas en otros servicios los días de trabajo, quedan libres esos días de fiesta.

Las condiciones de cálculo del invernadero han sido mantener 15°C. en el interior, contra -5°C. en el exterior, lo que ha dado una carga de 11.000 Kc./h., o sea 4,95 Kc./°C. m.<sup>3</sup> h.

## II.-INSTALACION ELECTRICA

### IDEAS GENERALES

Son las mismas que han presidido la instalación de acondicionamiento, puesto que se trata de otro servicio más, de análogas características de funcionamiento.

El proyecto general fué realizado por Casimiro Salvador, bajo la coordinación del autor de este artículo y con la colaboración de Virgilio Oñate, Ingeniero de Caminos. Aparte de este personal ejecutivo, se tra-

bajó codo con codo con los arquitectos señores Echeagaray y Barbero y con el personal del Instituto que después iba a utilizar esos servicios. Este trabajo conjunto es difícil y penoso, pero de indudable eficacia caso de tener éxito el trabajo en equipo.

En esta instalación, como en la anterior y en las que luego se describen, la experiencia y dirección de don Eduardo Torroja, Director de este Instituto, han sido la más valiosa ayuda para llevarlos a buen fin.

No se describe aquí ni la iluminación interior ni la exterior, que será tratada por el señor Oñate.

### DESCRIPCION GENERAL

La instalación eléctrica recibe la energía de la red a 15.000 voltios, instalándose dos transformadores de 500 KVA. y uno de 60 KVA., con lo que se podrá atender a los servicios en marcha, de los cuales sólo la fábrica experimental de cemento tendrá una potencia instalada de 160 CV. Se han previsto las casetas de transformación y demás elementos para instalar un tercer transformador de 250 KVA. en caso de ampliación de edificios.

La instalación de refrigeración y calefacción tiene una potencia instalada de 225 CV., de los que 150 CV. corresponden a la central frigorífica. Esta potencia elevada ha obligado a instalar un transformador sólo para atender al acondicionamiento.

El transformador de 60 KVA. se prevé para funcionar durante la noche (también durante el día cuando sea necesario), o bien en las horas de la mañana en que el consumo sea mínimo, con lo que se tendrán menos pérdidas que con un transformador mayor.

De los transformadores se pasa al cuadro general de distribución, en el que las distintas naves y servicios tienen su interruptor o conmutador (caso de ir acoplados al grupo diesel) individual (fig. 20). Es decir, a los grupos diesel, de potencia inferior a la instalada en la totalidad del edificio, sólo se conectan los servicios principales, que disponen en el cuadro de un conmutador. Los otros servicios no se pueden conectar al grupo, con lo cual se evita una falsa maniobra. Para prever, de todas formas, la necesidad de dar servicio a algún otro sitio, se disponen conmutadores generales en los embarrados de grupo y red exterior, con lo cual el grupo puede trabajar en cualquiera de los dos embarrados.

Con objeto de prever posibles restricciones y dado que la calefacción, sobre todo, depende del suministro de energía eléctrica, se ha montado un grupo electrógeno (fig. 21) de 120 CV., a 1.000 r. p. m. Este grupo atenderá a los motores de la calefacción, a las frigoríficas, cámaras de ensayos, alumbrado de socorro y a aquellos otros servicios de pequeño consumo que no convenga que paren, tales como las máquinas de cálculo o de contabilidad. El alternador de este grupo, desacoplado de él, funcionará como motor síncrono para corregir el factor de potencia de la instalación.

Para la refrigeración del grupo electrógeno y dada la escasez de agua existente en Costillares, se ha previsto un estanque de gran superficie de enfriamiento.

to (fig. 22), que los arquitectos han encajado maravillosamente dentro de los edificios, de tal forma que al verlo nadie piensa que su existencia y tamaño se deben a una necesidad técnica.

### ESTUDIO ECONOMICO

Para que sirva de orientación sobre el coste de las partidas que componen la instalación, se incluyen en la tabla VI los % de cada partida en función del coste total. La forma de proceder para la ejecución de la instalación fué la misma que en la instalación de acondicionamiento. Los presupuestos de las diversas casas instaladoras variaron en menos del 22 % y el coste total de la instalación eléctrica representa el 8,5 % del coste total de los edificios.

### LUZ DE SOCORRO Y VIGILANCIA

Creemos digno de destacar que a lo largo de los edificios, y estratégicamente colocadas, se disponen unas luces de 25 vatios cuya misión es entrar en servicio automáticamente en caso de un corte de la energía eléctrica, mediante una batería de acumuladores o el grupo electrógeno. Este alumbrado, de un coste mínimo, sirve también para iluminar el edificio durante la noche, permitiendo a los guardas una cómoda vigilancia (fig. 23).

### TENDIDO DE LAS LINEAS GENERALES

Las amplias cámaras de servicios de que se dispone en todo el edificio, ofrecen el máximo de facilidad para hacer estos tendidos generales. El problema de las líneas generales por fachada se ha resuelto de una manera francamente ingeniosa y satisfactoria, mediante unas tabicas desmontables (fig. 24) que permiten colocar nuevas líneas, variar las existentes o sacar enchufes sin que en ningún momento la instalación deje de estar oculta, pero con todas las ventajas de un tendido visto. La figura ilustra sobradamente sobre estas líneas generales y servicios a que atienden.

### ERRORES OBSERVADOS

Podemos anotar que, a pesar de la vigilancia desarrollada, hay sitios en que la colocación de las llaves de la luz es tal que quedan tapadas por las puertas al abrirse con todas las molestias de funcionamiento que esto produce.

En el cuadro general de baja, debido a motivos económicos, se eligió un ancho de panel pequeño, que, si bien era suficiente en principio, deja poco espacio para hacer ampliaciones de potencia en las actuales líneas de fuerza, si bien existen paneles de reserva para otras líneas que fuesen necesarias.

## III.-INSTALACIONES VARIAS

### a) GAS

La ubicación de Costillares, algo alejada del centro urbano, y el número de laboratorios existentes en él, hace necesario producir el gas del alumbrado en el mismo edificio, ya que no se puede pensar, por la dis-

tancia, en utilizar los servicios de gas de Madrid. Esto se ha hecho con un destilador que consume gasolina etílica y que produce 7,5 m.<sup>3</sup>/hora, o sea, el equivalente de 75 mecheros con 50 bujías cada uno. La figura 25 muestra el destilador.

### b) INSTALACION DE AGUA

No ofrece nada especial, estando formada principalmente por una tubería de fundición de 80 mm., que recorre vista todos los sótanos del edificio y galerías de servicios (fig. 28), formando círculos que permiten el dar servicio por dos ramas diferentes, caso de averías en algún trozo. El empleo de la fundición tiene, sobre todo, la ventaja de que se puede hacer una toma en cualquier sitio con el mínimo de trabajo, bastando roscar sobre la misma tubería.

Para la red de riego, en el exterior, se ha empleado tubería de uralita enterrada. Estas tuberías se rompen con frecuencia, sobre todo en terrenos de rellenos, por lo que parece más conveniente el empleo de otros materiales.

Debido a la poca presión del agua de la red, y para prever cortes, los edificios de Costillares disponen de un depósito elevado con capacidad para 60 m.<sup>3</sup> El agua sube a ese depósito impulsada por una bomba, habiendo pasado previamente por la estación de filtrado de la piscina, con lo cual se espera resolver el problema que plantea el constante cegado de los filtros de agua, debido a todos los barros que contiene el agua de la red.

Para beber, dentro del edificio se han colocado grifos dotados de filtro y vasos de papel, según se ve en la figura 29.

### c) DEPURACION DE LA PISCINA

Su instalación se decidió para evitar el constante renovar del agua, pensando también en utilizarla para la limpieza general de toda la empleada en el edificio, finalidad esta última que justifica en gran parte su instalación. Consta (fig. 30) de tres filtros de arena independientes, cámara general de llaves y grupo motobomba, con una capacidad de filtrado de 25 litros/segundo.

Aparte de ello, se ha instalado una estación automática de adición de cloro a la piscina (fig. 31).

### d) TELEFONOS

La Compañía Telefónica instaló una central manual de 100 extensiones interiores y de 10 líneas al exterior (sólo montadas seis actualmente), la mayor parte de la instalación empotrada, gracias a las facilidades que la citada Compañía dió para hacer el estudio de la colocación de dichas líneas antes de terminarse el edificio. Las cámaras que existen en la fachada, tapadas por las tabicas desmontables de que antes se habló, se usaron para llevar los cables de cada extensión, quedando así toda la instalación empotrada hasta las rosetas telefónicas (fig. 24).

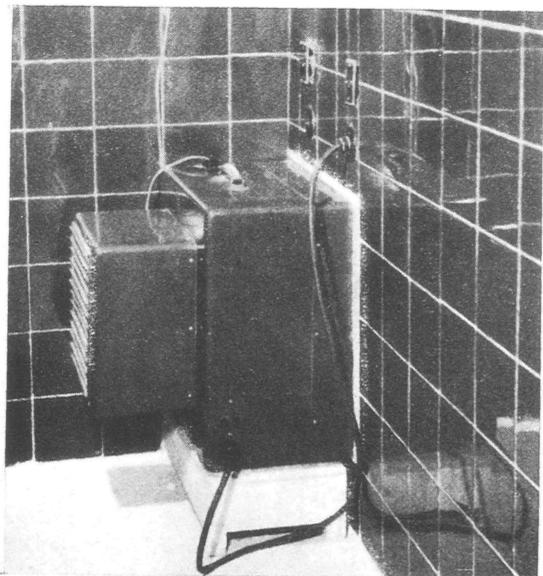


Fig. 26.—Secador de fotografía.



Fig. 27.—Pilas en laboratorio fotográfico.

e) CAMARAS DE CURADO Y CLIMA ARTIFICIAL.

Para poder realizar estudios a temperaturas y humedades dadas, se han previsto seis cámaras situadas en el segundo sótano del edificio de hormigones. En estas cámaras se dispondrá de las condiciones siguientes:

Cámara primera: Aire de 25°C. a —15°C.

Cámara segunda: Aire de 25°C. a —15°C., con humedad controlada del 30 al 100 %.

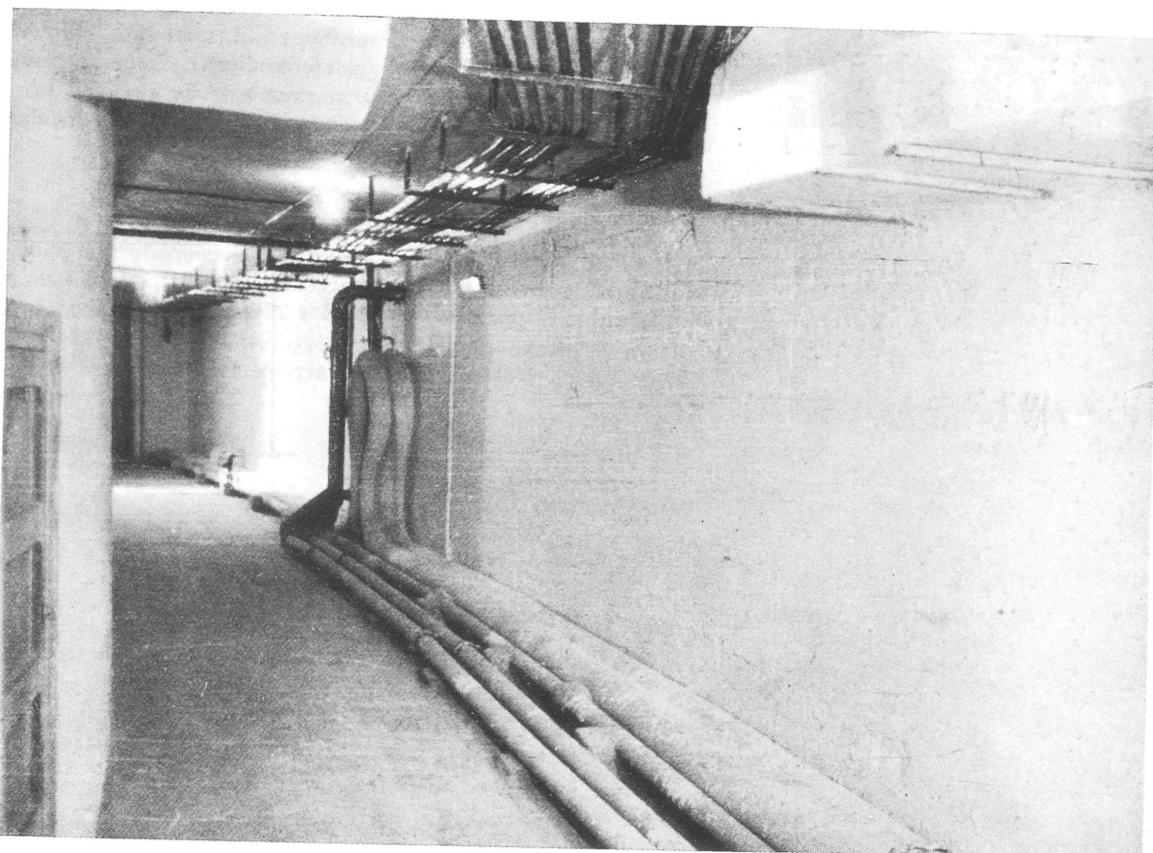


Fig. 28.—Galería de servicios con las tuberías de agua, calefacción o refrigeración con sus liras, conductos y líneas eléctricas.

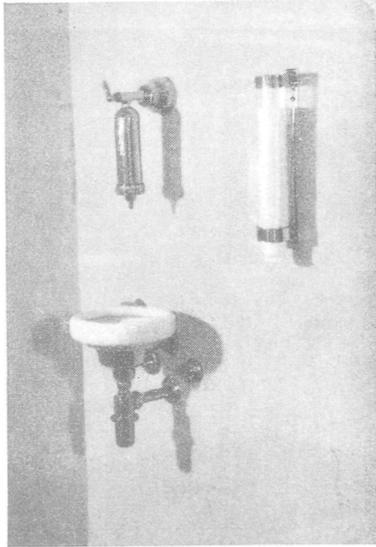


Fig. 29.—Filtros para el agua de beber y vasos de papel. — Fig. 30.—Estación de filtrado de agua. — Fig. 31.—Aparato dosificador de cloro para la piscina.

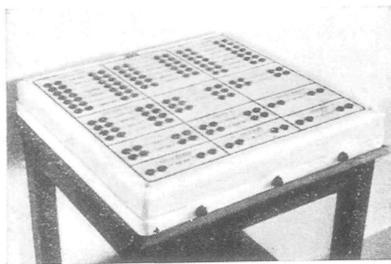
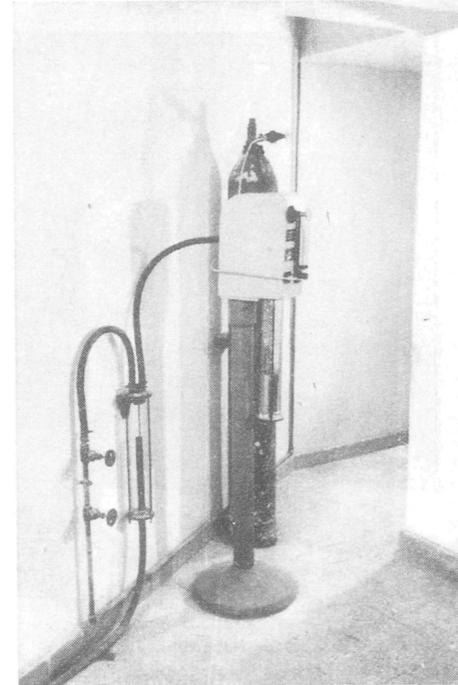
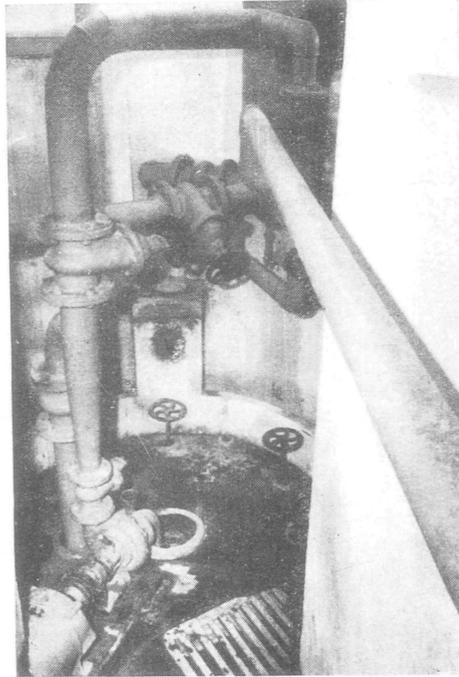


Fig. 32.—Cuadro indicador de temperaturas y humedades.

Cámara tercera: Aire hasta 80°C., con humedad controlada del 30 al 100 %.

Cámara cuarta: De autoclaves, con vapor hasta una presión de 16 atmósferas.

Cámaras quinta y sexta: De curado de vapor y secado de piezas, con adición de vapor de agua o aire de secado a 95°C.

Con estas cámaras será posible realizar estudios sobre el comportamiento de los materiales en las atmósferas dichas y especialmente sobre procesos de fabricación de bloques de hormigón o de yeso, en los que parece que es de gran influencia el aumento de presión o la velocidad de secado.

#### f) LABORATORIO FOTOGRAFICO

Como instalaciones especiales se han montado una cámara secadero con filtrado de aire y temperatura constante, y unos baños de agua a temperatura también constante (figs. 26 y 27). Estos servicios, en los que se puede fijar la temperatura que se desee, van destinados al secado de negativos o de copias y al revelado de carretes fotográficos o de películas.