

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA INSTALACION DE CALEFACCION MEDIANTE EL USO DE ENERGIA SOLAR EN UN EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD DEL SALVADOR

Alfredo Rapallini, Hugo Grossi, Aldo Fabris +  
Eduardo Yarke, Martha Fujol y Elisa Vinocur ++  
Jorge Fucaraccio +++

Resumen

Se describe la metodología de trabajo utilizada en un estudio de factibilidad para la instalación de calefacción solar en un edificio de la Universidad del Salvador y sus fundamentos. Se detallan las características físicas del edificio y se incluyen los resultados del balance térmico en régimen estacionario.

También se presentan, para un día medio del mes de Julio e introduciendo hipótesis simplificativas, los resultados de un balance térmico que podría definirse como en régimen pseudo-variable. Este último se realizó con el solo fin de tener una idea aproximada de la posible variación de las temperaturas en el interior del edificio.

Abstract

The methodology used to permorm the feasibility study for the heating of a building of the Universidad del Salvador in the city of Buenos Aires is described.

Introducing some simplifying hypotheses, a thermic balance which could be defined as valid for pseudo-transient conditions, was made for a mean day of July. The aim of this analysis was to obtain an approximate idea of the indoor temperature fluctuations.

---

+ de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales  
++ del Instituto de Arquitectura Solar Buenos Aires  
+++del Instituto Nacional de Tec. Industrial-Div. Habitabilidad

---

## INTRODUCCION

La posibilidad de ahorrar parte de la energía de origen convencional consumida en el calefaccionamiento de edificios existentes, reemplazándola por energía solar, es el motivo de este proyecto de investigación que se realiza con la participación de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE), el Instituto Solar Arquitectura Buenos Aires (ISABA) y la Universidad del Salvador. Este proyecto tiene financiación parcial de la Secretaría de Ciencia y Técnica (SECYT).

Para ello se utiliza como modelo de análisis y experimentación un edificio en vías de terminación que la Universidad del Salvador posee en la calle Tucumán al 1800 de la Ciudad de Buenos Aires, en la zona denominada del Macro-centro.

Diversas circunstancias justifican este tipo de investigaciones sobre edificios existentes y destacamos en primer lugar: la importancia que pequeños ahorros energéticos pueden significar en el consumo global, cuando se trata de conseguirlos en zonas de alta densidad, donde existen miles de edificios cuya vida útil se extiende a una considerable cantidad de años.

Para ello es conveniente tener una mejor información en cuanto a características de micro-clima en estas áreas, así también como la influencia que pueda atribuirsele en el comportamiento energético a normas del reglamento de edificación, a los sistemas constructivos usados con mayor asiduidad y a las modalidades de uso de los edificios.

Cualquier legislación que opere sobre hechos reales necesita apoyarse en investigaciones de este tipo.

Sería necesario, para obtener conclusiones con mayor posibilidad de generalización, tener sujeto a estudio un muestreo significativo de edificios con condiciones diferentes de: ubicación (siempre en zonas de alta densidad), de uso y de criterio constructivo empleado. Esto no es fácil de conseguir, por razones obvias, lo cual no significa desaprovechar la oportunidad que se presentaba cuando la Universidad del Salvador ofreció uno de sus edificios como modelo.

Este edificio se construye según técnicas convencionales y en principio no tiene, salvo una orientación favorable, características que lo hagan muy diferente de otras construcciones ya terminadas y en uso en Buenos Aires. Esto significa que las conclusiones a las que se arribe serán directamente aplicables a casos similares.

### Descripción del Edificio

El edificio existente tiene semi-subsuelo, planta baja, 10 pisos altos y azotea y está implantado en un terreno de 8,66 m de frente, con eje longitudinal en la orientación Norte-Sur.

Sus dos linderos se hallan en construcción, lo que protege las caras Este y Oeste. El contrafrente, orientado a un Norte casi exacto ( $Az = 175^\circ$ ) se abre a un pulmón de manzana muy amplio y prácticamente permanente debido a la actual legislación del Código de Planificación de la Ciudad de Buenos Aires, que limita en forma considerable la ocupación total de cada predio y la altura de los edificios.

Uno de los linderos, el del lado Este (de 17,32 m de frente) es también propiedad de la Universidad del Salvador y se integrará funcionalmente, en el tiempo, al edificio existente para constituir un conjunto destinado a la Facultad de Medicina de dicha Universidad.

El edificio en cuestión (de sup. = 2.200 m<sup>2</sup>) está destinado a servir para aulas, salón de lecturas, biblioteca y oficinas. Los demás componentes de la Facultad de Medicina (laboratorios, Auditorio, depósitos, etc.) se ubicarán en el sector que se halla en construcción.

La necesidad de tener en cuenta la flexibilidad de uso, llevó a la determinación de concebir plantas libres que puedan ser subdivididas mediante paneles desmontables.

La modalidad de uso previsto es el de clases vespertinas, de 17 a 21 hs. aproximadamente, donde ingresarán al edificio alrededor de 700 alumnos.

En el resto del día funcionarán solamente las oficinas, que ocupan los pisos superiores, y el salón biblioteca. No es descartar que con el tiempo se utilicen los turnos diurnos para dar clase, pero esta posibilidad no es inmediata.

El edificio tiene una construcción del tipo tradicional, con amplios ventanales sobre el frente (cara Sur) y el contrafrente (cara Norte). En esta cara se ha protegido el interior de la radiación solar mediante la colocación de parasoles exteriores metálicos fijos. No existe ningún otro tipo de protección de los aventanamientos, excepto las cortinas de enrollar de madera que, por razones de seguridad, se han colocado en el 8° y 9° piso al frente.

La calefacción del edificio ha sido prevista mediante el sistema de losa radiante y de realizarse una instalación solar, la misma se conectará a las serpentinas de la losa radiante ya instaladas. Para este caso se ha determinado la posible ubicación de colectores, que podrían ocupar la franja vertical bajo ventanas y también la azotea. (Ver figura 2).

Esto daría una superficie máxima, fijada por las limitaciones constructivas, no superior a los 120 m<sup>2</sup> para colección solar.

#### Metodología de Trabajo

Para el cumplimiento del proyecto se han definido las siguientes etapas:

- 1°) Estudio del recurso.
- 2°) Realización del balance térmico del edificio en régimen variable.
- 3°) Anteproyecto de la instalación solar con la capacidad que resultare del punto 2.
- 4°) Mediante técnicas de simulación evaluar el posible comportamiento de la instalación solar.
- 5°) Estudio de las técnicas conservacionistas que permitan optimizar el consumo energético del edificio y dimensionar, de ser necesario, la instalación prevista.
- 6°) Formulación de las conclusiones y recomendaciones.

Actualmente se está terminando la 1° etapa, habiéndose trabajado con datos de radiación solar global, difusa y reflejada, registrados en el Observatorio Nacional de Física Cósmica de San Miguel entre los años 1970 y 1973. La disponibilidad de estos tres datos facilitan la tarea y garantizan un menor error en las estimaciones de la radiación incidente sobre planos no horizontales. La radiación solar más los datos correspondientes a la temperatura, en el mismo período, están siendo perforados en tarjetas según su variación horaria. (+)

### Puntos de referencia

Mientras se esperaban los datos para iniciar la etapa 2° y a título de referencia se decidió realizar un balance térmico en régimen estacionario, utilizando técnicas convencionales. Los resultados obtenidos se resumen en la tabla de figura 4.

Paralelamente y también como referencia se resolvió hacer un balance en régimen pseudo-variable.

Para ello se determinó en primer lugar la energía necesaria para elevar en un grado centígrado la temperatura interior del edificio en relación con la temperatura exterior.

Esta energía necesaria surge de la ecuación siguiente:

$$E \text{ nec.} = G \times 1^{\circ}\text{C} \times V \quad \text{donde } E_n = \text{Energía necesaria en Kwh}$$

$$G = \text{Pérdida volumétrica del edificio} \\ (= 1,49 \text{ wh/m}^3\text{C})$$

de donde:

$$E = 1,49 \times 1 \times 4968,36$$

$$E = 7,40 \text{ Kw/h}$$

Para el edificio en cuestión el producto de  $G \times V$  es una constante. ( $K = 7402,32 \text{ w/h}$ )

Luego se realizaron balances horarios de un día medio del mes (se eligió el mes de julio) donde la pérdida global horaria será:

$$Q_h - h+1 = K \times D_h \quad K = \text{Constante} = G \cdot V$$

$$D_h = \text{Grados-hora}$$

---

(+) Ver "Elaboración de datos de radiación solar en la zona de San Miguel-Prov. de Buenos Aires." R. Estol, S. Gross, O. Muñoz; CNIE, Dpto. de Energía No Convencional.

Las ganancias se pueden estimar con bastante aproximación conociendo la modalidad de uso del edificio y la radiación solar horaria media en el mes considerado. (En este caso la radiación solar transmitida al interior del edificio es un valor de muy poca importancia por la presencia de los parasoles y que se reduciría a valores prácticamente despreciables si se colocaran los colectores bajo ventana).

De estos balances horarios van surgiendo las ganancias netas que la presencia de personas y las luces, como valores importantes, va generando.

Una conversión de estas ganancias en grados centígrados de aumento de la temperatura interior con respecto a la exterior dió origen al gráfico de la figura 5.

Este mecanismo de aproximación lo denominamos pseudo-variable pues no se toman en cuenta la capacidad de acumulación de muros ni el amortiguamiento que los mismos producen, sin embargo es interés del grupo comparar sus resultados con los que surjan del programa de computación, pues la construcción del edificio es de características bastante livianas. (TABLA 1)

Para la simulación de la instalación solar se piensa usar el programa TRNSYS de la Universidad de Wisconsin que obra en poder del grupo de Trabajo.

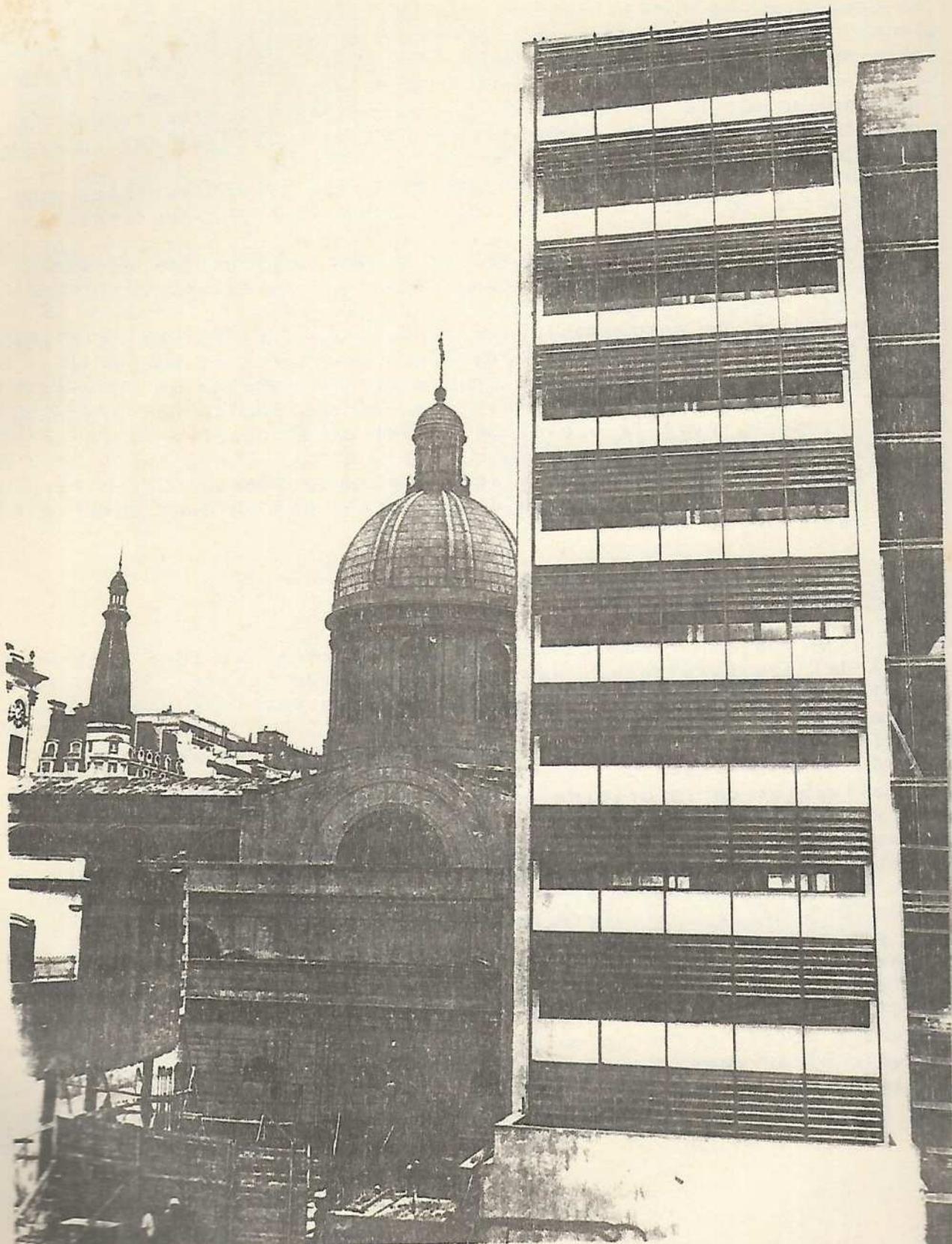
### Conclusiones

Si bien quizás sea demasiado prematuro pretender extraer conclusiones del proyecto en sí, hay algunas consideraciones, producto del planteamiento mismo del problema y de su análisis global, que merecen ser destacadas.

En primer lugar, aunque parece contradecirse con la propia introducción de este trabajo, las conclusiones que se obtengan son más generalizables de lo originalmente pensado. Principalmente aquellas relacionadas con el ahorro de energía.

En segundo lugar, la modalidad de uso del edificio y su densidad de ocupación, adquieren una dimensión no totalmente advertidas en primera instancia, hasta el punto de hacer dudar sobre la necesidad de un sistema cualquiera de calefacción si el edificio es usado a pleno durante todo el día. Este hecho establece una clara diferenciación entre las investigaciones realizadas sobre edificios públicos, en relación a los que se realicen sobre viviendas.

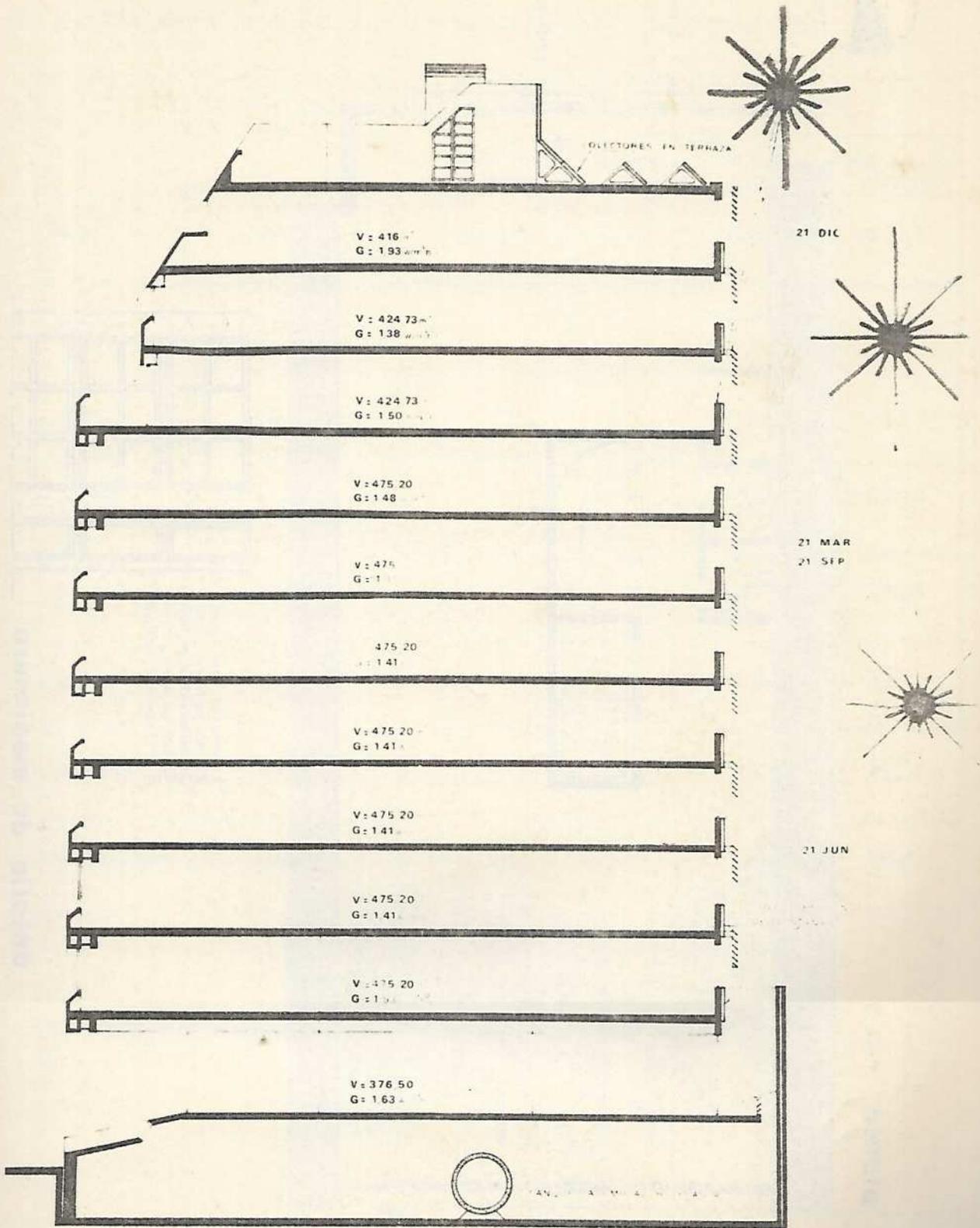
Por último, de aplicarse y probar la viabilidad de la metodología propuesta podría servir como base de trabajo para estudios similares bajo otras condiciones de ubicación, uso y características constructivas.



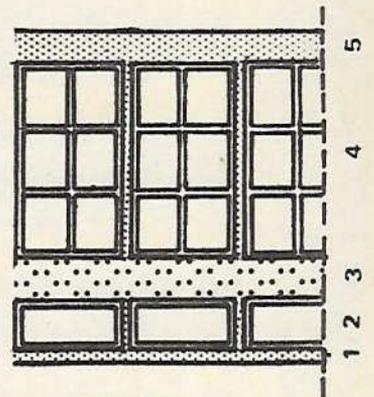
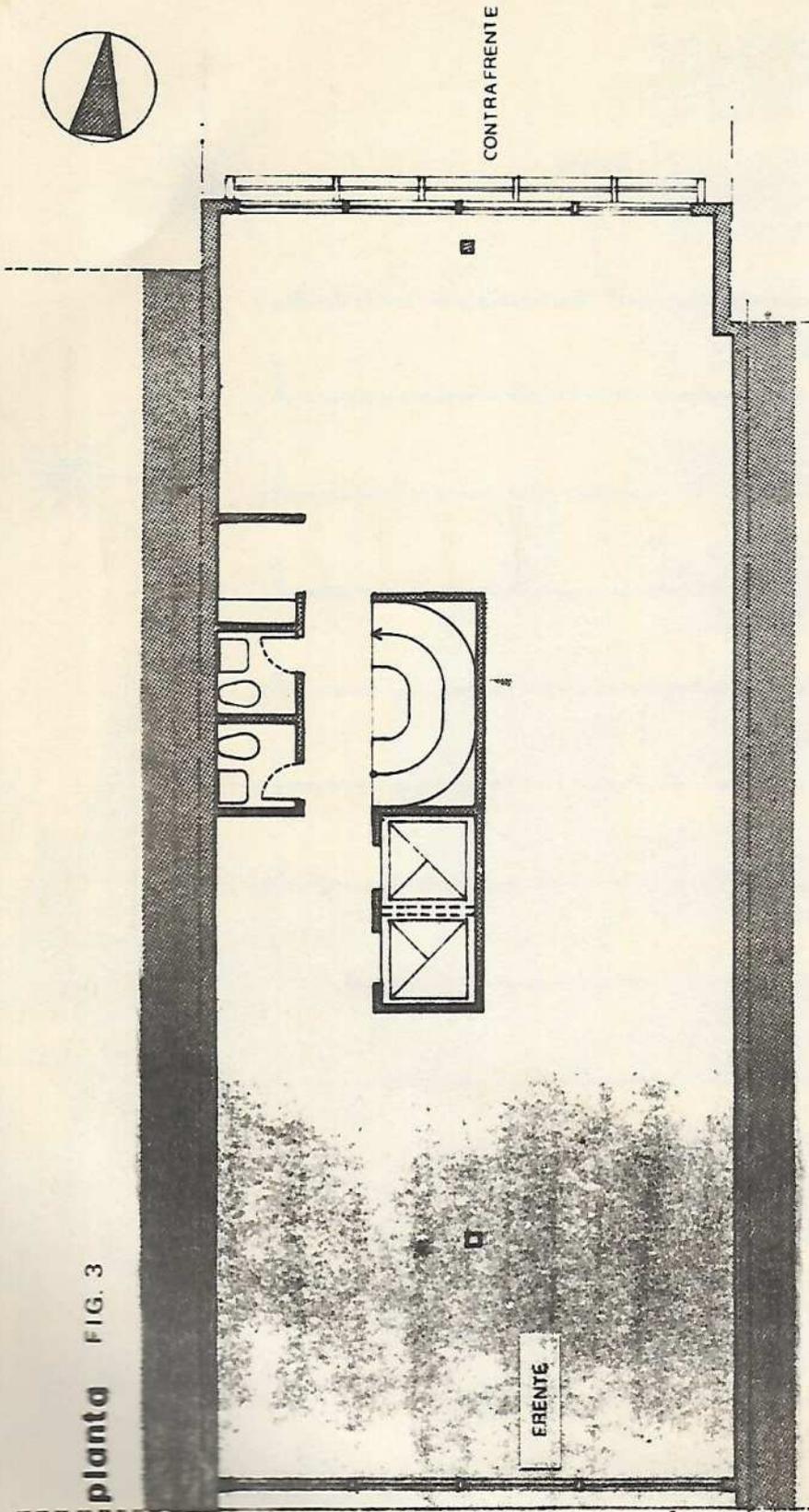
Vista del contrafrente del edificio existente

FIG. 1

CORTE TRANSVERSAL FIG. 2



planta FIG. 3



- 1- enlucido yeso 4cm
- 2- ladrillo hueco 4cm
- 3- cámara de aire 3cm
- 4- ladrillo hueco 49cm
- 5- revoque exterior 2cm

detalle de medianera

FIG. 4

BALANCE GLOBAL DE PERDIDAS Y GANANCIAS EN KWH/DIA/MES

	PERDIDAS Q	GANANCIAS		BALANCE	
		1º Hipotesis ocupación	2º Hipotesis ocupación	1º Hipotesis ocupación	2º Hipotesis ocupación
ABRIL	463,0	1044,8	686,7	+581,8	+223,7
MAYO	774,7	"	"	+270,1	-88,0
JUNIO	943,9	"	"	+100,9	-257,2
JULIO	1015,1	"	"	+29,7	-328,4
AGOSTO	961,7	"	"	+83,1	-275,0
SETIEMBRE	765,8	"	"	+279,0	-79,1
OCTUBRE	534,3	"	"	+510,5	+152,4
NOVIEMBRE	293,8	"	"	+751,0	+392,9

1º HIPOTESIS DE OCUPACION = DOBLE TURNO  
2º " " = TURNO VESPERTINO

TABLA 1

Pérdidas, Ganancias y Diferencias Equivalentes de Temperatura en el Edificio Modelado  
 Pérdida Volumétrica Media: 1,49 wh/m<sup>3</sup>.°C Total: 4968 m<sup>3</sup>

Hora	Grados- hora °C	Energía Perdida kWh	Personas kWh	Ganancias Iluminac. kWh	Energía Necesaria kWh	Dif. Equiv. de Temperat. °C
8-9	10,5	77,7	-	-	77,7	-10,5
9-10	9,7	71,8	9,3	8,8	53,7	-7,3
10-11	8,9	65,8	9,3	8,8	47,8	-6,5
11-12	7,4	54,8	9,3	8,8	36,7	-5,0
12-13	5,0	37,0	9,3	8,8	18,9	-2,6
13-14	2,3	20,7	9,3	8,8	2,6	-0,5
14-15	2,6	19,3	9,3	8,8	1,2	-0,2
15-16	2,6	19,3	9,3	8,8	1,2	-0,2
16-17	4,6	34,1	9,3	8,8	16,0	-2,2
17-18	6,2	45,9	9,3	98,3	-61,8	8,4
18-19	7,2	53,3	46,3	98,3	-91,4	12,4
19-20	8,0	59,2	46,3	98,3	-85,5	11,5
20-21	8,6	63,7	46,3	98,3	-81,0	10,9

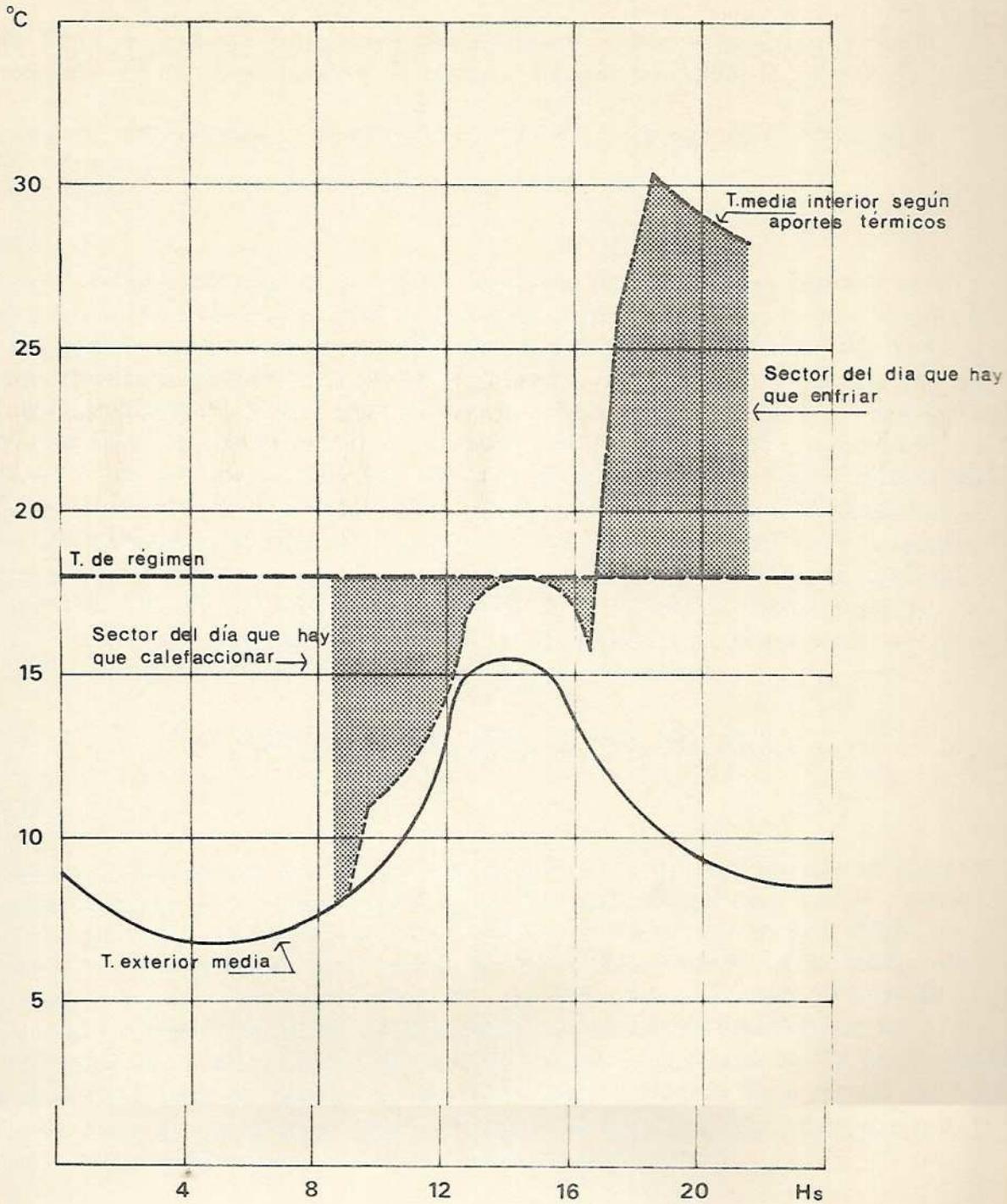


FIG 5\_ MES DE JULIO (DIA MEDIO) \_  
 REGIMEN SEUDO VARIABLE PREVISTO SEGUN BALANCES  
 HORARIOS