



Biblioteca Ce

ESCUELA SUPERIOR

POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y

Ciencias de la Producción

*“Utilización de un programa de computación
para el cálculo eficiente del sistema de aire
acondicionado de un edificio en la Ciudad
de Guayaquil”*

Tesis de Grado

Prevía a la obtención del Título de:

INGENIERO MECANICO

Presentada por:

NENA YEPEZ PEREZ

Guayaquil - Ecuador

1998

005.1
YEPEZ



Biblioteca C 11

AGRADECIMIENTO



Biblioteca Central

Al Ing. Eduardo Donoso, Director
de Tesis, por la acertada
dirección en este proyecto.

DEDICATORIA

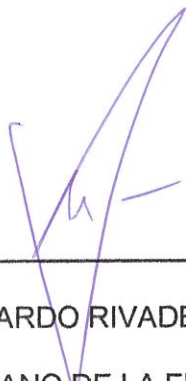


A mis Padres

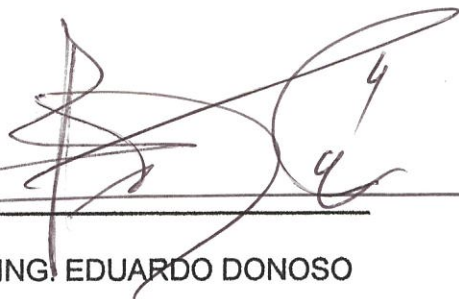
A mis Hermanas

A mi Abuelita

TRIBUNAL DE GRADUACION



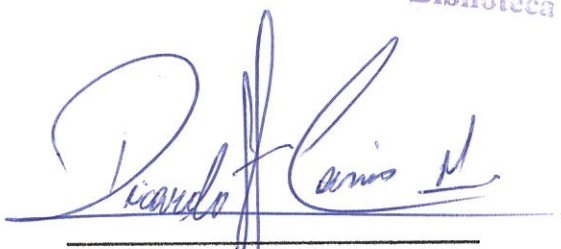
ING. EDUARDO RIVADENEIRA
DECANO DE LA FIM



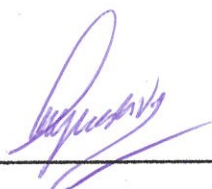
ING. EDUARDO DONOSO
DIRECTOR DE TESIS



Biblioteca Central



ING RICARDO CASSIS
VOCAL



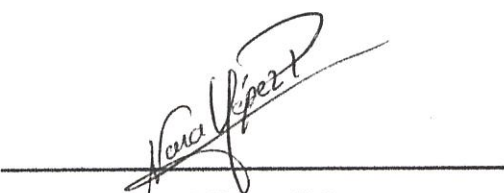
ING. JORGE DUQUE
VOCAL

DECLARACION EXPRESA



“La responsabilidad del contenido de esta tesis, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Nena Yépez Pérez

RESUMEN



La ciudad de Guayaquil debido al crecimiento de zonas residenciales y comerciales presenta un consumo relativamente elevado de energía eléctrica, la cual sumada al ya existente déficit energético de nuestro País, impone que se busquen métodos de optimización y ahorro.

La tesis de grado que se presenta tiene como objetivo mejorar el cálculo de la carga térmica en un edificio mediante la generación de una carta climática para la ciudad de Guayaquil, y la utilización de esta en un programa de ordenador en el cual se puede hacer la simulación de las situaciones extrema de calentamiento a las cuales se ve expuesta una construcción, debido a los elementos utilizados en su diseño arquitectónico al igual que las condiciones de funcionamiento para el servicio que prestara una vez realizada su edificación.

Se describen además las aplicaciones del software que se presenta, tanto a la evaluación del diseño del edificio como el análisis del sistema que incorpore. Se apreciara el efecto introducir

modificaciones de elementos constructivos sobre la carga térmica y consecuentemente sobre la demanda energética.

En los capítulos 1 y 2, se realizan un análisis general de las condiciones climatológicas de la ciudad, los materiales de construcción utilizados a partir de los cuales se efectuara el cálculo de carga térmica.

En el capítulo 3 y 4, se utilizara el programa de ordenador TRACE 600, y se explicara las diferentes cartas para ingreso de datos al igual que los resultados que están arrojados como la generación de programas auxiliares que optimizan los cálculos de demanda térmica en las diferentes condiciones de funcionamiento del edificio.

Finalmente en el capítulo 5, se observara como se realiza la selección de equipos de aire acondicionado, ventilación y extracción mediante los resultados entregados por el programa, una vez se determina la máxima carga necesaria para que cumpla con los requerimientos de confort preestablecidos.

INDICE GENERAL

	Pág.
TITULO	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
DECLARACION EXPRESA.....	iv
RESUMEN.....	v
INDICE GENERAL.....	vi
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	ix
NOMENCLATURAS.....	x
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1:	
CRITERIOS TECNICOS DE DISEÑO	3
1.1 Conceptos Básicos para un diseño de climatización	4
1.2 Carga Térmica Exterior	6
1.3 Carga Térmica Interior	10
1.4 Requerimientos para Renovación de Aire	11
1.5 Condiciones Internas de Diseño	12
CAPITULO 2	
REQUERIMIENTOS PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO	14

2.1 Planteamiento de los objetivos	14
2.2 Elaboración de la Carta Térmica para la Ciudad de Guayaquil ..	15
2.3 Descripción y Características Operativas del Edificio	16
2.4 Especificaciones Técnicas del Edificio	18
CAPITULO 3	
DESCRIPCION DEL PROGRAMA A UTILIZARSE	21
3.1 Descripción del Programa	22
3.2 Programa Principal de Cálculo	24
3.3 Programas Auxiliares	30
3.4 Generación de los Datos Climáticos para Guayaquil	32
CAPITULO 4	
APLICACIÓN DEL PROGRAMA A UN EDIFICIO	35
4.1 Definición de Ambientes	36
4.2 Cargas de Perímetro	44
4.3 Cargas Internas	46
4.4 Cargas de Ventilación	49
4.5 Discusión de Resultados	51
CAPITULO 5	
SELECCIÓN DE EQUIPOS A UTILIZARSE	67
5.1 Unidades Paquetes Enfriadas por Agua	69
5.2 Enfriadores de Circuito Cerrado	71
5.3 Selección de Equipos de Bombeo	75

5.4 Selección de Equipos para Ventilación y Extracción	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
ANEXOS	86
BIBLIOGRAFIA	151

NOMENCLATURA

HR	Humedad Relativa
m ²	metros cuadrados
ft ²	pies cuadrados
°F	Grados Fahrenheit (temperatura)
°C	Grados Centígrados (temperatura)
Kwh	Kilovatios por hora
TR	Toneladas de refrigeración
W	Vatios (potencia)
m/s	Metros por segundo (velocidad)
FPM	Pies por minuto (velocidad)
CFM	Pies cúbicos por minuto (caudal)
GPM	Galones por minuto (caudal)
in. w. g.	pulgadas de agua (caída de presión)
Kw/TR	Kilovatios por Tonelada de refrigeración
RPM	Revoluciones por minuto
ASHRAE	Sociedad Americana de ingenieros en refrigeración, calefacción y acondicionamiento de aire

SMACNA	Asociación de Contratistas de Lámina de Metal y Acondicionamiento de Aire
Q	Cantidad de calor transferido o de ganancia térmica
U	Coeficiente Global de transferencia de calor
ΔT	Diferencia media logarítmica de temperaturas
lb/ft^2	Libras por pie cuadrado (densidad superficial)
HP	Caballos de potencia
SC	Coeficiente de Sombreado
BTU	Unidad térmica británica (Energía)

INDICE DE FIGURAS

N°.		Pag.
4.1	Vista de Planta - Edificio CENTRUM, Piso 4.....	42
4.2	Vista de Planta - Edificio CENTRUM, Piso 12.....	43
4.3	Componentes de la Carga de Enfriamiento de Edificio CENTRUM - Condiciones de Carga Máxima, Zona 1 Sector Izquierdo, Mayo 17:00 Horas.....	60
4.4	Componentes de la Carga de Enfriamiento de Edificio CENTRUM - Condiciones de Carga Máxima, Zona 2 Sector Derecho, Mayo 16:00 Horas	62
4.5	Componentes de la Carga de Enfriamiento de Edificio CENTRUM - Condiciones de Carga Máxima, Zona 3 Sector Ancla, Abril 15:00 Horas	64

INDICE DE TABLAS

N°.		Pag.
1-1	Requerimientos de Aire Exterior Según ASHRAE Standard 62-1989.....	12
4-1	Zonificación para Calculo de Carga de Enfriamiento en Edificio CENTRUM.....	40
4-2	Características Térmicas de los Materiales de Construcción Definidos Para Paredes de Edificio CENTRUM.....	45
4-3	Resultados de Calculo de Carga de Enfriamiento Para Edificio CENTRUM. Zona 1- Sector Izquierdo.....	53
4-4	Resultados de Calculo de Carga de Enfriamiento Para Edificio CENTRUM. Zona 2- Sector Derecho.....	54
4-5	Resultados de Calculo de Carga de Enfriamiento Para Edificio CENTRUM. Zona 3- Sector Ancla y Corredores.....	55
4-6	Parámetros de Verificación de los Cálculos, Efectuados Por Programa TRACE 600, Para Las Zonas de Edificio CENTRUM.....	58



Biblioteca Central

N°.		Pag.
4-7	Componentes de la Carga de Enfriamiento de Edificio CENTRUM – Condiciones de Carga Máxima, Zona 1 Sector Izquierdo, Mayo 17:00 Horas.....	59
4-8	Componentes de la Carga de Enfriamiento de Edificio CENTRUM-Condicioness Máxima Carga, Zona 2 Sector Derecho, Mayo 16:00 Horas.	61
4-9	Componentes de la Carga de Enfriamiento de Edificio CENTRUM-Condicioness Máxima Carga, Zona 3 Sector Ancla, Abril 15:00 Horas.	63
5-1	Equipos Paquetes Enfriados por Agua a utilizarse en Edificio CENTRUM.....	71
5-2	Calor Removido en las Zonas del Edificio Centrum.....	73
5-3	Equipos Enfriadores de Circuito Cerrado, Tipo Húmedo, Selecccionado Según Zonas de Edificio CENTRUM.....	75
5-4	Bombas de Agua Centrifugas Selecccionadas, Según Zonas de Edificio CENTRUM.....	77



Biblioteca Central



INTRODUCCION

Dado los adelantos técnicos a los que se ha llegado en la última década, no se puede tratar de realizar el cálculo de la carga de un edificio y la selección de equipos para el mismo, de la manera en la que se ha realizado en los últimos años; se habla hoy en día de los sistemas inteligentes en las grandes edificaciones en Guayaquil, de los proyectos arquitectónicos y los ahorros y beneficios que estos tienen, de la eficiencia de los equipos que en ellos se instalan, mas no de la relevancia de la eficacia que tiene un adecuado cálculo de carga térmica, para poder hablar en verdad de estos beneficios, ya que si bien es cierto los cálculos realizados manualmente para dicho propósito sí entregan valores bastante aproximados a los reales, no se puede hablar de ahorro si no hay una relación entre el constructor y diseñador de sistemas de climatización, las variaciones de carga de

acuerdo a los materiales utilizados en la construcción de edificios, son realmente apreciables para pasarlas por alto, podemos hablar desde la orientación del edificio hasta la selección de los Materiales de construcción más adecuados.

Esta tesis se va a centrar en tratar de hacer conciencia en el ingeniero del uso de aplicaciones computacionales para su desenvolvimiento, en este caso se utilizará el software TRACE 600, gentilmente facilitado por Comercial Systems Group, The Trane Company. TRACE 600 es actualmente uno de los programas de más alto nivel disponible en el mercado, puesto que es uno de los pocos programas que nos permiten generar cartas climáticas específicas para cada punto geográfico, siendo ésta sólo una de las aplicaciones que tiene dicho programa en el área de la ingeniería.

CAPITULO I

CRITERIOS TECNICOS DE DISEÑO

El confort humano está influenciado tanto por factores sociológicos como fisiológicos. No hay un método preciso para establecer cuáles son las condiciones medio ambientales, térmicas que hacen sentir confort al ser humano. El confort térmico del hombre está influenciado no sólo por la temperatura del aire y la humedad, sino también por la velocidad de movimiento del aire, actividad del cuerpo y cantidad de ropa.

La climatización es un factor importante que afecta al confort. En invierno nos ajustamos a temperaturas un tanto bajas que en verano. Las personas que viven en climas cálidos se sienten más confortables

en zonas algo más calurosas que la gente de lugares fríos. Es difícil especificar una sola magnitud física para evaluar el confort humano, para un individuo en particular la temperatura media de su piel bastará.

Todas las consideraciones técnicas a tenerse en la elaboración de un cálculo de carga sea este de manera manual o mediante el uso de un programa de ordenador, tienen como base criterios dados, los cuales son respetados por todos los profesionales. Estas reglas son suministradas por asociaciones de ingenieros tales como ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros en Refrigeración, Calefacción y Acondicionamiento de Aire), y la SMACNA (Asociación de Contratistas de Lámina de Metal y Acondicionamiento de Aire), las cuales deben también a su vez deben cumplir con estatutos que les son entregados por la NFPA (Asociación para la Protección contra Incendios), todas ellas de los Estados Unidos de América.

1.1 CONCEPTOS BASICOS PARA UN DISEÑO DE CLIMATIZACION

Una serie de variables intervienen al considerar el cálculo de la carga térmica, y esta es debida a que las ganancias de calor son todas transientes, razón por esto, las consideraciones instantáneas se hacen variar de una hora a otra. Existe una gran diferencia entre calor ganado

por la estructura y el calor removido por el equipo de aire acondicionado en un tiempo particular, ésta diferencia es debido al almacenamiento de calor y su transferencia secuencial de energía hacia el espacio acondicionado. Analicemos los conceptos más importantes para el cálculo de carga:

Ganancia de Calor.-

Es la razón a la cual el calor es transferido o generado por el espacio acondicionado el cual tiene dos componentes, calor sensible y calor latente, los cuales deben ser contabilizados por separado, las ganancias de calor generalmente ocurren de las siguientes formas:

1. Radiación solar
2. Conducción de calor a través de paredes exteriores
3. Conducción de calor a través de paredes interiores
4. Calor generado por ocupantes, luces y equipos
5. Aire por infiltración y ventilación
6. Otras cargas latentes generadas en el espacio.

Carga de Enfriamiento.-

Es la razón a la cual la energía debe de ser removida para obtener la temperatura y humedad deseada. La carga de enfriamiento generalmente va a diferir de la ganancia de calor debido a que la



Biblioteca Central

radiación solar por ejemplo es absorbida por la estructura y aparecería incidiendo en el espacio un poco tarde.

Las superficies interiores son enfriadas por convección siempre y cuando la temperatura de ellos sea más alta que la temperatura del cuarto. La capacidad de almacenamiento de calor de la estructura gobernará la relación entre la ganancia de calor y la carga de enfriamiento. Por lo general el calor transferido por radiación a la estructura es retardado, en cambio el transferido por convección o el calor latente no, y se convierten éstos instantáneamente en carga de enfriamiento.

Razón de extracción del calor.-

Es la razón a la cual el calor es removido por el equipo enfriador y deshumificador. Esta razón sería igual a la carga de enfriamiento cuando las condiciones del cuarto son constantes y el equipo está en operación, pero esto es raro, ya que alguna fluctuación en la temperatura el cuarto será necesaria para que los controles trabajen.

1.2 CARGA TERMICA EXTERIOR

Los factores de carga térmica exterior son:

Ganancia de Calor Solar: La radiación solar afecta a los edificios de dos formas:

1. - Penetrando por las ventanas, es absorbida por las superficies interiores del edificio y provoca así un efecto de calefacción.
2. - Siendo absorbida por las superficies externas del edificio, causa una penetración de calor en la obra, que será emitida parcialmente hacia el exterior, en su mayor parte por convección, pero parcialmente conducida a través de la obra y seguidamente emitida hacia el interior.

Ambos efectos pueden ser estimados (sino determinados) por el proyectista.

La transmisión a través de las ventanas queda determina por

- a) la orientación de la ventana (y, por lo tanto, la intensidad de la radiación incidente sobre su superficie
- b) Tamaño de la ventana
- c) Tipo de cristal (claro, termo-absorbente, termo-repelente o cristales fotocromáticos)
- d) Dispositivos de apantallamiento, tanto externos (rejillas, persianas, toldos, marquesinas, postigos) como internos (visillos, cortinas)

El flujo térmico a través de paredes sólidas y techos queda también determinado por:

- a) orientación de la superficie (y por lo tanto por la intensidad de la radiación incidente sobre ella)
- b) el área de superficie expuesta
- c) el coeficiente de absorción de la superficie
- d) la conductancia de la superficie (película), que gobierna la emisión de calor, dependiendo parcialmente de las cualidades de la superficie (textura, color), pero más de la velocidad del movimiento del aire que pasa por la superficie y, por lo tanto, del grado de exposición.

La conductancia de la superficie o película es una cantidad compuesta, teniendo en cuenta tanto la transferencia de calor radiante, como convectiva. Su valor para superficies de construcción se situó entre 8-80 $\text{W/m}^2\text{C}$, tomando normalmente entre 12 - 20 $\text{W/m}^2\text{C}$. El hecho real es que el calor varía con la velocidad del aire como se puede apreciar a continuación.

Conductancias de película

1 4 7 10 m/s

Reboque, acabado texturado	20	36	52	69 W/m ² C
	1	4	7	10 m/s
Ladrillo, acabado en cemento	16	29	55	55
Cristal, pintura blanca	9	17	25	33

Los coeficientes de absorción y emisión de una superficie son los mismos para una longitud de onda de radiación en particular, pero no necesariamente para diferentes longitudes de onda. Se puede utilizar este criterio al considerar las superficies de los edificios puestas a radiación. La mayor parte de la radiación solar queda entre 0.3-3.0 μm ., mientras que las superficies de los edificios en la gama de 10-30 °C emiten predominantemente en la banda de 6-30 μm .

Los coeficientes de absorción para radiación solar y coeficientes de emisión para infrarrojos de onda larga (valores medios), a partir de esto podrán verse que, por ejemplo, una pintura blanca y una superficie metálica brillante pueden tener el mismo coeficiente de absorción (0.2), pero el primero tendrá un coeficiente de emisión 0.8 y el segundo de 0.1. Así, ambos pueden absorber la misma cantidad de calor, pero el blanco será más frío ya que emite más.

Como se puede apreciar en el cuadro comparativo a continuación salta a la vista lo antes mencionado.

Coeficientes de absorción y emisión

	a	e
	(solar)	(baja temperatura)
superficies negras o metálicas	0.92	0.94
ladrillo rojo, piedra, losa	0.73	0.9
ladrillo cocido y amarillo	0.6	0.9

1.3 CARGA TERMICA INTERIOR

A la carga térmica le podemos también llamar ganancia de calor interno estas son todos aquellos factores que dentro del edificio va a añadir por si misma una porción de calor ya sea por conducción, convección o radiación estos pueden ser: personas, luces, equipos, entre otros.

Personas- Esta ganancia está dada por el calor sensible y el calor latente generado por los ocupantes del espacio a acondicionar, el cual varía de acuerdo a las actividades que los mismos realicen.

Luces.- Generalmente para oficinas se considera con una densidad luminosa de 5 W / ft^2 , para el caso de luces de tipo fluorescentes, se debe considerar un 20% más de energía debido a la energía absorbida por el balaustro.

Equipos.- Lo más comunes en emplearse son computadoras, ups, impresoras, fotocopadoras, faximiles, etc., cuyas cargas están dadas por los vatios que cada uno de los equipos demanda.

1.4 REQUERIMIENTOS PARA RENOVACION DE AIRE

La renovación de aire se especifica en términos volumétricos y las exigencias son relativamente reducidas. Para eliminar CO_2 y otros contaminantes y suministrar oxígeno, las exigencias de cambio de aire pueden especificarse en términos de m^3/h persona, dependiendo del volumen disponible por persona. Tabla 1.1.

TABLA 1-1
REQUERIMIENTOS DE AIRE EXTERIOR SEGÚN
ASHRAE STANDARD 62-1989

APLICACIÓN	CANTIDAD
Oficinas	20 CFM / persona
Teatros	15 CFM / persona
Hoteles	
* Baños	35 CFM / cuarto
* Dormitorios	30 CFM / cuarto
* Sala	30 CFM / cuarto
Cafetería	20 CFM / persona
Bar, Casinos, Cocktail lounge	30 CFM / persona

1.5 CONDICIONES INTERNAS DE DISEÑO

En cuanto a las condiciones interiores de diseño, esto es, temperatura y humedad relativa a mantenerse en un edificio de apartamentos, ha

sido práctica común utilizar rangos entre 74 a 79 °F para temperatura y entre 50 a 45% de humedad relativa. Estos valores se refieren a aplicaciones muy generales (oficinas, apartamentos, hoteles, etc.) y han sido tomados del Manual de Diseño de Sistemas de Climatización de Carrier. El ASHRAE Handbook of Applications (1987) recomienda valores similares, esto es entre 74 a 78 °F de temperatura y 50 a 40% de humedad relativa. En cambio para fines de conservación de energía, se recomienda utilizar temperaturas de diseño de 78 °F en interiores (Pita).

En este trabajo se utilizarán los siguientes valores de temperatura y humedad en interiores para el diseño del sistema de climatización:

Temperatura de bulbo seco:	75 °F (23.9 °C)
Humedad Relativa:	50 %

El uso de un programa computacional para la determinación de cargas de enfriamiento nos facilitará la determinación de la hora de máxima carga en el edificio así como en los diferentes espacios.

CAPITULO II

REQUERIMIENTOS PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO

2.1 PLANTEAMIENTO DE LOS OBJETIVOS

Para la aplicación del programa de ordenador del cual se habla en la presente tesis se ha escogido el edificio CENTRUM, el cual se encuentra en la ciudad de Guayaquil, y cuyas descripciones se presentan en los siguientes numerales de este capítulo.

Teniendo un caso real como objetivo de análisis, se buscará el encontrar los valores de carga térmica para su funcionamiento eficiente

y la obtención de los valores de cargas internas y externas que influirán en dichos resultados.

2.2 ELABORACION DE LA CARTA TERMICA PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

La ciudad de Guayaquil, Ecuador se encuentra ubicada en latitud 2° 10' Sur y longitud 79° 53' Oeste y posee una elevación sobre nivel del mar de 20 pies (6.1 metros). El clima en la ciudad de Guayaquil consiste de una estación lluviosa y una estación seca bien definidas. En ambos períodos son notorias las temperaturas mayores a los 30 grados centígrados. Las condiciones exteriores de temperatura de diseño para Guayaquil han sido tomadas del ASHRAE Handbook of Fundamentals (1993) Tabla 3, Capítulo 24:

Temperatura de bulbo seco:	92 °F (33.3 °C)
Temperatura de bulbo húmedo:	80 °F (26.7 °C)
Rango Diario de variación de temperatura:	20 °F

La temperatura de bulbo seco presentada es el límite superado durante el 1% de 2,928 horas comprendidas entre los meses de Diciembre a Marzo para la ciudad de Guayaquil. Esto es, las observaciones

meteorológicas recopiladas por ASHRAE indican que durante 29 horas la temperatura bulbo seco fue igual o superó a los 92 °F citados. En cambio, la temperatura de bulbo húmedo reportada es el valor promedio de todas estas temperaturas registradas en el lapso de tiempo mencionado (1%, es decir, 29 horas). Es necesario aclarar que dicha temperatura de bulbo húmedo no es la coincidente con la temperatura de bulbo seco reportada. Como dato adicional, las propiedades del aire húmedo a nivel del mar con las temperaturas de diseño mencionadas tiene un 60% de humedad relativa. Este dato es en realidad una aproximación debido a que las dos temperaturas (seca y húmeda) no son coincidentes, es decir, no fueron registradas simultáneamente.

2.3 DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS OPERATIVAS DEL EDIFICIO

La aplicación de los conceptos mencionados en los capítulos anteriores se pondrán en práctica en **CENTRUM**, edificio que actualmente está en proceso de construcción, cuyo promotor es ColonCorp. El tiempo de terminación del mismo está previsto en realizarse en un plazo no mayor de 6 meses.

El edificio se está proyectando en los terrenos con lotes números, 1,2,3,4,20,21,22,23,24,25,26 y 27 de la manzana 105 de la ciudadela Kennedy Norte tiene una superficie total de 6267 metros cuadrados al pie de la Avenida Francisco de Orellana a dos cuadras del Hotel Hilton Colón, la mejor zona de crecimiento inmobiliario en la ciudad de Guayaquil.

La exclusividad es uno de los objetivos para el desarrollo de este proyecto, con este fin ColonCorp ha diseñado un edificio con un total de quince pisos, en cada piso se encuentran cinco oficinas, las cuales varían desde los 100 metros cuadrados hasta los 550 metros cuadrados, contando cada piso con un hall de ascensores para uso de los propietarios, donde se ubicarán las mejores compañías de la ciudad, esto significará un mejor manejo del edificio una vez que entre en funcionamiento.

Este proyecto ofrece una cafetería institucional para empleados, que se encontrará ubicada en la planta baja, a más de un JOCKEY CLUB con áreas sociales, que incluyen auditorio y comedor ejecutivos para reuniones gerenciales en el decimoquinto piso.

2.4 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EDIFICIO

Este edificio estará construido con especificaciones arquitectónicas estándar, que incluyen paredes exteriores de 20 cm de espesor, altura de losa a tumbado de 2,40 mts, vidrios reflectivos, que produce una disminución de la transmisión de luz y ganancia térmica, en los recubrimientos de tumbado se tendrá cielo raso y Gypsum board.

Refiriéndonos a las prácticas de construcción en nuestro medio, es muy utilizada la pared de bloque de concreto, provista de enlucido en su interior. Para fines de cálculo de la carga de enfriamiento del edificio EL CENTRUM, se asumió que las paredes exteriores poseen los siguientes componentes: bloque de concreto 6" (15 cm.) espesor, acabado interior de yeso, aire quieto interior, capa de aire exterior con viento de 7 mph (3.1 m/s). El coeficiente global de transferencia de calor es $U = 0.32 \text{ BTU/h ft}^2 \text{ }^{\circ}\text{F}$ ($1.8 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$) y una densidad de 39.33 lb / ft^2 , lo cual significa que es una pared de masa media. Vale mencionar que la ganancia de calor por particiones (paredes adyacentes a un espacio no acondicionado) se estimó utilizando el mismo tipo de pared descrito arriba. Esto se debe a las características térmicas similares entre paredes de partición y de paredes exteriores, en que básicamente se utiliza bloque de concreto.

En cuanto a los vidrios, citamos su principal característica térmica, la cual consiste en permitir el ingreso de radiación solar de longitud de onda corta (menores a 3 micras de longitud de onda), mientras que los vidrios son totalmente opacos a la radiación térmica de longitud de onda larga (radiación generada por superficies de hasta 120 °C, longitud de onda mayor a 3 micras). Esto causa el llamado efecto invernadero, o atramiento de calor en un recinto. La radiación térmica se genera por las temperaturas de los diferentes cuerpos dentro de un espacio habitacional. En el cálculo de carga de EL CENTRUM los vidrios se evaluaron como de 3/8" espesor (0.95 cm.) panel sencillo, absorbentes de calor, siendo el coeficiente de sombreado $SC = 0.6$ y el coeficiente global de transferencia de calor $U = 1.04 \text{ BTU/h ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$ ($5.9 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$).

Finalmente, los techos fueron evaluados como una losa de concreto celular de 4 a 6" espesor (10 a 15.2 cm.), con impermeabilizante, mortero cemento y baldosa cerámica, siendo el coeficiente global $U = 0.18 \text{ BTU/h ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$ ($1.04 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$), peso pesado. Indicamos que en el cálculo de carga de enfriamiento se consideraron también las ganancias de calor debidas a pisos expuestos con ambientes no climatizados. La ganancia de calor tiene un mecanismo similar al de

una partición, y en este caso se utilizaron las características térmicas señaladas arriba para los techos.

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL PROGRAMA A UTILIZARSE

En este capítulo se presentará la metodología seguida en la aplicación del programa TRACE 600 a fin de determinar los requerimientos de enfriamiento en un edificio proyectado para la ciudad de Guayaquil. La metodología comprende la etapa de definición de áreas o zonas del edificio, la cual está muy relacionada con la selección de los equipos de climatización del edificio. Luego se procede a ingresar los datos de entrada de cada zona, ya sean de tipo arquitectónico como de tipo funcional. Finalmente, es necesario efectuar una última etapa de análisis de los resultados obtenidos con el programa, esto a fin de verificar consistencia en

los cálculos efectuados y/o identificar aquellas áreas o zonas con necesidades especiales de enfriamiento.

3.1 DESCRIPCION DEL PROGRAMA

El software de cálculo es el Trace 600, desarrollado por The Trane Company, y utilizado en este trabajo previa autorización de Comercial Systems Group. Como requisitos el programa necesita una computadora personal IBM 386 o superior, 640 K RAM, versión de DOS 3.1 o superior y coprocesador matemático. Las principales aplicaciones que ejecuta este programa, entre otras, son:

- * Cálculo de cargas y diseños de sistemas de aire acondicionado, calefacción y ventilación.
- * Cálculo de la demanda y consumo energéticos anual del sistema mediante la simulación del comportamiento térmico del edificio para las 24 horas de un día tipo de cada mes del año.

La metodología de cálculo de carga de enfriamiento del programa se basa en el método de las funciones de transferencia introducido por Mitalas y Stephenson en 1967. El método utiliza una transformación

matemática de las ecuaciones de transferencia de calor a fin de determinar el comportamiento térmico transiente de un edificio. Su ventaja sobre los métodos numéricos de diferencias finitas son los pocos cálculos e iteraciones que debe efectuar, proporcionando resultados altamente confiables, y es actualmente el método recomendado por ASHRAE para este tipo de evaluaciones. El método en su primera etapa mantiene la temperatura interior del espacio como constante, por consiguiente una uniformidad en las condiciones de funcionamiento de cargas y equipos, en su segunda etapa la temperatura interior varía de acuerdo a los cálculos que se van realizando cada hora del día, es decir que realiza un sistema interactivo entre las cargas y los sistemas para diferentes horas en un día tipo de cada mes (CIEMAT).

El programa TRACE 600 está conformado por 53 pantallas para ingreso de datos tanto del edificio como de los sistemas a evaluarse. Adicionalmente, existen otros programas utilitarios para procesar datos climáticos; librería de propiedades térmicas de paredes, techos, particiones y vidrios; diseño de ductos, y librería de equipos de refrigeración y transferencia de calor. En este trabajo dedicaremos la atención a aquellos procedimientos del programa requeridos para determinar cargas de enfriamiento en edificios.

3.2 PROGRAMA PRINCIPAL DE CALCULO

Para efectos de diseño del sistema de climatización de un edificio, nos concentraremos en la descripción del programa de cálculos de cargas de enfriamiento. No es el objetivo de esta tesis profundizar en las capacidades del programa referentes a análisis energético de instalaciones en edificios. Por lo tanto, nuestro trabajo se referirá exclusivamente al cálculo de carga de enfriamiento.

TRACE 600 consiste de las siguientes pantallas de ingreso de datos:

Pantalla 01: Nombre de Archivo datos del edificio.- se define el nombre del archivo de trabajo, nombres del edificio, cliente, y ubicación y uso del edificio.

Pantalla 08: Datos Climáticos.- se define el nombre del archivo con datos climáticos para el sitio donde se encuentra el edificio a analizarse. Además se definen diversos modificadores de intensidad de radiación solar, esto sirve especialmente en ciudades con problemas de contaminación, en que las concentraciones de gases y partículas atenúan la intensidad de radiación solar que reciben las edificaciones.

Pantalla 09: Parámetros de Simulación de Cargas.- describe los períodos del año (mes y hora) en que se calculan las cargas de enfriamiento. Esto puede ser útil para casos en que el usuario necesite evaluar la carga de enfriamiento en un tiempo diferente al calculado automáticamente por el programa, la cual es la máxima carga en el edificio.

Pantalla 10: Metodología de Cálculo de Cargas.- en esta pantalla el usuario define el método de cálculo de transferencia de calor en estructuras a utilizarse. El programa ofrece cinco metodologías, todas ellas basadas en la función transferencia (transfer function).

Pantalla 20: Parámetros de Cuarto.- se ingresan los datos generales del cuarto. La definición de cada cuarto debe ser efectuada por el diseñador previamente a la realización de los cálculos térmicos. Esto se explicará en el Capítulo 4 de esta tesis. La Pantalla 20 permite ingresar datos tales como longitud y ancho del cuarto, tipo de construcción, altura de paredes, utilización de tumbado, resistencia acústica de tumbado, duplicación de pisos, duplicación de zonas. Estos dos últimos datos son convenientes cuando se trata de edificios con varios pisos similares arquitectónicamente, agilitándose de esta forma el ingreso de datos.

Biblioteca Central

Pantalla 21: Termostatos.- se ingresan las características de control de los termostatos a utilizarse.

Pantalla 22: Techos.- ingreso de datos generales del techo sobre el cuarto definido, esto es, dimensiones, tipo de construcción, orientación (techo plano o con inclinación), característica de reflectividad.

Pantalla 23: Tragaluces.- esta pantalla se utiliza cuando el techo de un cuarto contiene un tragaluz. Se especifican los datos de área de vidrio, características térmicas (coeficiente de transferencia de calor, coeficiente de sombreado).

Pantalla 24: Paredes.- se define las paredes que pertenecen a cada cuarto establecido en la Pantalla 20. Los datos de paredes consisten en longitud y altura de pared, tipo de construcción, coeficiente de transferencia de calor (opcional en caso de ser diferente al tipo de construcción previo).

Pantalla 25: Vidrios.- el área de vidrio puede definirse de varias maneras, esto es, ingresando las dimensiones de las ventanas o ya sea ingresando el porcentaje de área de vidrio con respecto al área de pared. El programa resta automáticamente el área de vidrio del área

de pared definida en la pantalla 24. Se ingresan también las características térmicas del vidrio (coeficiente de sombreado y coeficiente de transferencia de calor). La pantalla permite definir asignar un número que es utilizado en otra pantalla del programa para calcular el efecto de sombra producida por elementos tales como cornisas, colgantes, etc.

Pantalla 26: Horarios de Operación.- se definen los archivos creados por el usuario y que rigen el comportamiento de determinadas cargas en el edificio a lo largo del día. Las cargas a las que se les asigna este archivo son personas, luces, equipos, infiltración y ventilación. La creación de archivos de horarios de operación se discute más adelante.

Pantalla 27: Personas y Luces.- se define la densidad de personas y luces existentes en determinado cuarto y el nivel de actividad de las personas (la cual define su aporte de ganancia térmica al espacio).

Pantalla 28: Misceláneos.- esta pantalla permite ingresar la ganancia de calor total (tanto calor sensible como latente) resultante de la presencia en el espacio a climatizarse de artefactos, electrodomésticos, equipos de cómputo, etc.

Pantalla 29: Flujos de Aire en Cuarto.- el usuario puede definir la cantidad de aire a suministrarse a los espacios. Esta pantalla es opcional, debido a que el programa calcula la cantidad de aire enfriado y deshumidificado que debe llegar a cada cuarto.

Pantalla 31: Particiones.- se define el área de paredes en partición, esto es, aquellas paredes adyacentes a un espacio no climatizado. Debido a la diferencia de temperatura entre estos espacios, la carga por partición debe ser considerada. El programa utiliza seis “banderas” o señales que indican un cálculo diferente. Estas banderas son: constante, ajuste sinusoidal, prorrateado, ajuste a la temperatura de aire exterior, adiabática, y, cortina de aire. La bandera constante se utiliza cuando la temperatura del espacio adyacente permanece como tal, por ejemplo, un cuarto de operación de calderos. Ajuste sinusoidal y prorrateado son usadas para evaluar paredes expuestas a calefacción y enfriamiento (típico en edificios del hemisferio Norte donde se requiere simultáneamente enfriar y calentar espacios en épocas frías principalmente). La bandera “ajuste a temperatura de aire exterior” es la utilizada en este trabajo debido a que se aplica a locales ventilados, en la sombra o de gran tamaño, en que se justifica asumir que la temperatura en dichos espacios se comporta de manera similar a la temperatura del aire ambiente exterior. Las dos últimas banderas,

adiabática y cortina de aire, son utilizadas por el programa para efectuar ajustes en la masa de aire en el espacio y para cálculos de iluminación natural. Es decir, no tienen ningún efecto en la carga de enfriamiento (no ocurre transferencia de calor).

Pantalla 32: Pisos Expuestos.- la pantalla permite ingresar datos para cálculos de calefacción, en que es necesario considerar la pérdida por el perímetro de la losa, así como también en cálculos de enfriamiento. En este caso se requiere el área de piso expuesto con otro ambiente, tipo de construcción, y la asignación de una bandera de temperatura de manera similar a la pantalla 31 (particiones).

Pantalla 33: Sombreado Exterior.- se definen los datos de geometría de aleros (overhangs) y para aletas adosadas verticalmente. En esta pantalla se asigna el número que utiliza la pantalla 25 Vidrios para efectuar los cálculos de sombreado en un vidrio de determinada pared.

Pantalla 34: Sombreado Interno.- se definen los elementos de sombra utilizados al interior de un vidrio. Igualmente que en la pantalla 33, el número aquí definido es utilizado por la pantalla 25 Vidrios. Los elementos internos de sombreado incluyen cortinas, persianas,

venecianas, así como elementos móviles (louvers) adosados exteriormente a una ventana.

3.3 PROGRAMAS AUXILIARES

El programa TRACE 600 cuenta con varios subprogramas o "utilitarios" ideados a manera de herramientas de diseño para el usuario. Estos utilitarios son los siguientes: generador de perfiles de ocupación, generador de datos climáticos, cálculo de características térmicas de Pared-Vidrio-Techo, utilitario para equipos de enfriamiento, para equipos de calefacción, para ventiladores, para equipos diversos, para tanques de almacenamiento de fluidos, utilitario para sistemas de cogeneración, y, utilitario para días feriados y calendario. Discutiremos a continuación la finalidad de estos subprogramas.

Generador de Perfiles de Ocupación.- permite asignar porcentajes de ocupación (entre 0 a 100%) para una cierta actividad. El programa puede manejar indistintamente el nombre de un perfil de ocupación entre diversas pantallas. Esto significa que el perfil para las personas puede aplicarse igualmente para la iluminación, por ejemplo. Además, un mismo perfil puede abarcar diversas épocas del año. Así, es posible

simular el comportamiento térmico en una escuela incluyendo el período vacacional y el período de clases, por ejemplo.

Cálculo de características térmicas de Pared-Vidrio-Techo.- este subprograma permite al usuario obtener las características de almacenamiento de calor en estructuras debido a la masa de las mismas, requeridos en cálculos que utilizan el método de la función transferencia. Este subprograma básicamente calcula los coeficiente requeridos en las ecuaciones del método mencionado. Es de notar que el código de identificación de la pared puede utilizarse en la pantalla 24 Paredes del programa principal de cálculo, mediante la cual éste último utiliza los datos generados por el utilitario de Paredes-Vidrios-Techos.

El subprograma requiere como primer paso ingresar el código del material de la pared, su espesor, conductividad térmica ($W / m^{\circ}C$), densidad, calor específico y su resistencia térmica ($1/R$, esto en unidades $m^2 \text{ }^{\circ}C / W$). Como segundo paso, la pared es "construida" en base a las capas de materiales definidas anteriormente. El resultado final son los coeficientes de la función transferencia, coeficiente global de transferencia de calor, capacidad calorífica de la pared, y su "densidad de peso", expresada en libras por pie cuadrado de construcción.

No es el objetivo de esta tesis discutir las características de los subprogramas ideados para modelar equipos de conversión de energía (enfriamiento, calefacción, ventiladores), así tampoco aquellos sistemas de cogeneración (producción simultánea de electricidad y vapor en una instalación). Esto se halla fuera del alcance de este trabajo.

3.4 GENERACION DE LOS DATOS CLIMATICOS PARA GUAYAQUIL

El subprograma de generación de datos climáticos es muy importante de resaltarlo en este trabajo, debido a que TRACE 600 incorpora la capacidad de que el usuario genere su propio archivo de datos ambientales a partir de datos básicos suministrados localmente. Para nuestro caso, se utilizaron los datos registrados en la estación meteorológica del aeropuerto Simón Bolívar de la ciudad de Guayaquil, administrada por la Dirección de Aviación Civil. Los datos colectados son temperatura de bulbo seco del aire (a la sombra), humedad relativa, heliofanías, precipitación, y, velocidad de viento.

El utilitario climático consiste en cuatro partes principales: una pantalla para definición de nombre de archivo, una pantalla para localización geográfica del lugar de estudio (latitud, longitud, uso horario), doce pantallas para ingreso de datos de diseño, y finalmente, doce pantallas

para ingreso de datos típicos climáticos.

Es necesario distinguir entre datos de diseño y datos típicos. Los primeros son utilizados por el programa TRACE 600 en la fase de diseño del sistema de climatización, esto es, se utilizan los datos más críticos esperados en la región. En cambio, los datos típicos son utilizados por el programa para estimar el consumo energético del edificio, debido a que las condiciones de diseño se presentarán normalmente durante pocas horas en el año, por lo tanto, el consumo de energía de los equipos de climatización dependerá principalmente de las condiciones ambientales típicas, mas no de las de diseño.

Las pantallas de datos de diseño comprenden el ingreso de datos horarios para temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo del aire, la razón de humedad, modificador de nubosidad, velocidad de viento, y presión barométrica. Cada mes del año requiere el ingreso de estos datos, por lo tanto, se ingresaron $12 * 6 = 72$ datos de diseño para los parámetros mencionados. Vale señalar que la razón de humedad y la temperatura de bulbo húmedo fueron deducidas a partir de la carta psicrométrica, esto debido a que los datos del aeropuerto en algunas ocasiones presentaban lecturas de humedad relativa y en otras presentaban las lecturas de temperatura de bulbo húmedo.

Es interesante anotar que el programa recomienda mantener un factor de nubosidad igual a 1 para todas las horas de cada mes. Sin embargo, en nuestro trabajo, esto produjo resultados no acordes a la realidad debido a que se obtuvieron cargas de enfriamiento elevadas en horas de la noche. Por lo tanto, se utilizó este modificador exclusivamente entre aquellas horas en que el sol está sobre el horizonte.

En el Anexo se incluye un impreso de los datos climáticos utilizados en este trabajo de tesis.

CAPITULO IV

APLICACIÓN DEL PROGRAMA A UN EDIFICIO

En este capítulo se presentará la metodología seguida en la aplicación del programa TRACE 600 a fin de determinar los requerimientos de enfriamiento en un edificio proyectado para la ciudad de Guayaquil. La metodología comprende la etapa de definición de áreas o zonas del edificio, la cual está muy relacionada con la selección de los equipos de climatización del edificio. Luego se procede a ingresar los datos de entrada de cada zona, ya sean de tipo arquitectónico como de tipo funcional. Finalmente, es necesario efectuar una última etapa de análisis de los resultados obtenidos con el programa, esto a fin de verificar consistencia en

los cálculos efectuados y/o identificar aquellas áreas o zonas con necesidades especiales de enfriamiento.

4.1 DEFINICION DE AMBIENTES

El primer paso en el cálculo de la carga de enfriamiento de diseño de un edificio consiste en definir adecuadamente las zonas y cuartos a ser climatizados. A este proceso ASHRAE lo denomina "Zonificación del Edificio". Es importante notar que la zonificación involucra la formulación del tipo de equipos de climatización a utilizarse en el edificio. Por lo tanto, primero describiremos el concepto general de climatización para nuestro caso de estudio para seguidamente proceder a definir zonas y cuartos en el mismo.

El edificio Centrum va a ser climatizado mediante el uso de un sistema de unidades paquetes enfriadas por agua (UPEAs). Estas unidades serán distribuidas en los diferentes pisos del edificio, proporcionando aire enfriado y deshumidificado, cuyo transporte se efectuará mediante un sistema de ductos de baja presión. El calor de rechazo del ciclo de refrigeración de las UPEAs será recogido por agua proveniente de un enfriador húmedo recirculante.

Edificio Centrum ha sido dividido en tres zonas: número 1 o ala izquierda, número 2 o ala derecha, y, la número 3 o “ancla”, el cual es un sector del edificio pero que consta de cinco pisos de oficinas únicamente. Esta división en zonas del edificio se corresponde con la idea de diseño del sistema de climatización: utilizar tres grupos distintos de suministro de agua de enfriamiento en los sectores mencionados del edificio CENTRUM. Por lo tanto, los equipos de la planta de refrigeración deberán ser dimensionados para disipar la cantidad de calor recogido por las unidades UPEA ubicadas en su respectivo sector del edificio. De esta manera podremos diseñar tanto nuestros equipos requeridos para rechazo de calor (torres de enfriamiento, enfriadores de agua, etc.), así como los equipos de bombeo de agua.

La definición de ambientes se efectuó poniendo mayor énfasis en la ubicación tentativa de los equipos UPEA en dichos ambientes que en el uso de criterios de la orientación del edificio, método muy utilizado cuando se trata de diseñar sistemas de volumen de aire variable. Explicaremos esto a seguido.

Los equipos UPEA se caracterizan por poseer dentro de un solo gabinete todo el circuito de refrigeración, esto es, compresor,



Biblioteca Central

evaporador, condensador, dispositivos de expansión, y, controles. Igualmente, el suministro de aire refrigerado hacia el ambiente es efectuado por un ventilador incorporado a la unidad y que está diseñado para superar ciertos límites de caída de presión en sistemas de ductos metálicos convencionales. Las unidades UPEA únicamente requieren del suministro de un medio de rechazo del calor de condensación de refrigerante, para lo cual se utiliza el agua de enfriamiento proveniente desde una torre húmeda o desde un enfriador. Por las características mencionadas de estos equipos, es posible emplear una unidad UPEA para climatizar un ambiente determinado, independiente de las condiciones de incidencia solar sobre dicho ambiente, debido a que el flujo de aire de suministro en los ductos es mantenido constante y a que el control principal se efectúa mediante la regulación del funcionamiento del compresor de refrigeración en base a las temperaturas que se obtengan en el aire de retorno a la máquina. Esta temperatura dependerá de todos los factores externos e internos que inciden en la carga de enfriamiento (niveles de radiación solar, perfil de ocupación en el edificio, etc.).

En cambio, dividir en zonas un edificio según la orientación geográfica de cada ambiente, es un método ampliamente utilizado cuando se trata de diseñar un sistema de Volumen de Aire Variable (VAV). Estos

sistemas consisten en un ventilador de suministro de aire refrigerado que es capaz de modular su caudal de suministro en respuesta a la carga térmica a ser removida de un espacio. A manera de ejemplo, para determinada hora de alta exposición solar se requerirá un mayor suministro de aire frío a fin de remover la carga térmica de un ambiente, mientras que ese mismo ambiente puede requerir una menor cantidad de aire a diferente hora dada la posibilidad de que la carga térmica esté conformada principalmente por la ocupación interna. Por lo tanto, en un sistema VAV es importante conocer la carga máxima del mayor número posible de ambientes ubicados dentro de una gran zona, a fin de dimensionar correctamente el tamaño de los dispositivos de control de flujo hacia esos ambientes (terminales, cajas de volumen variable, etc.).

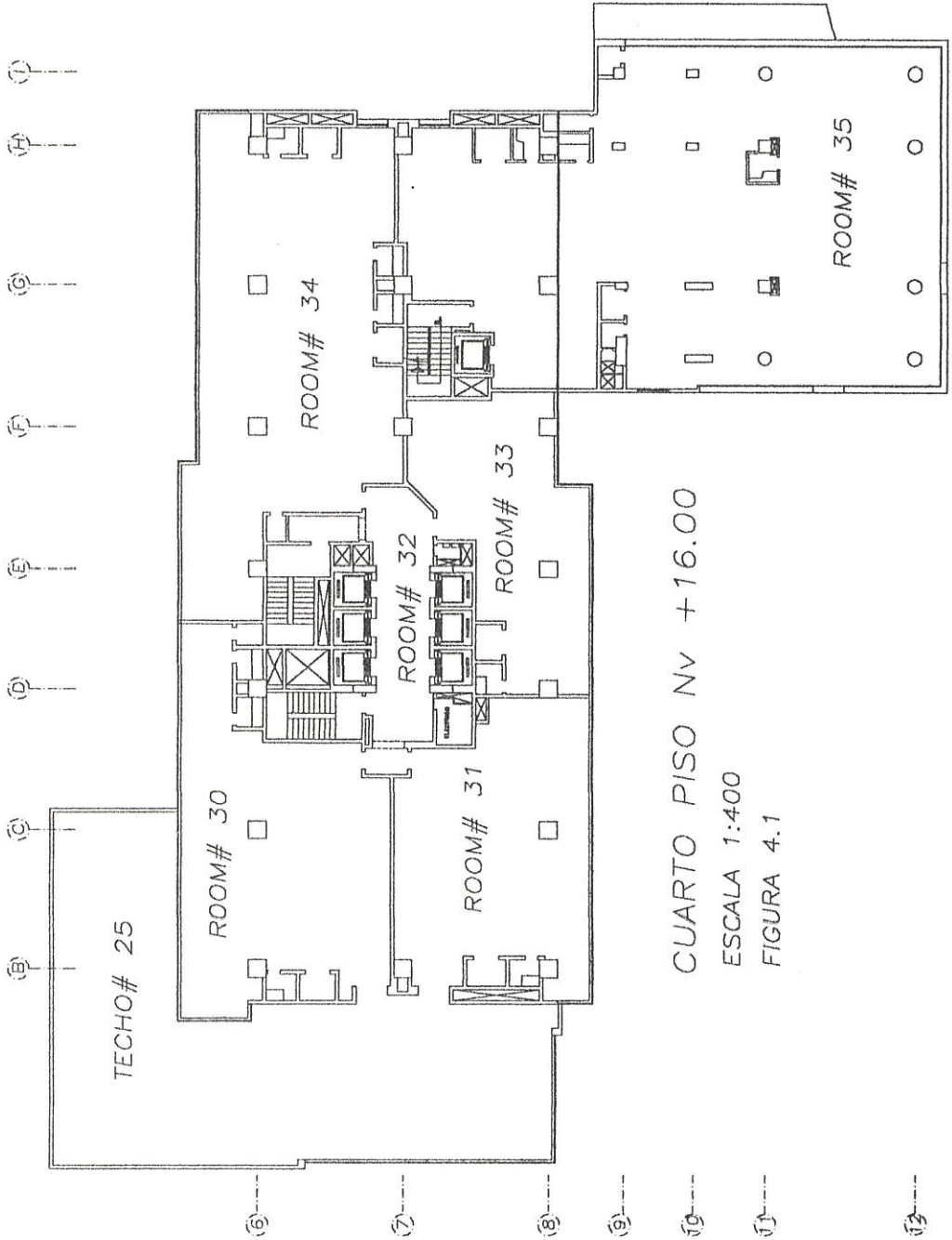
De esta comparación entre los sistemas UPEA y de VAV concluimos que la zonificación del edificio puede efectuarse en base a la definición simple de los diversos cuartos que existirán en cada piso de CENTRUM. En este caso, el concepto de cuarto puede implicar ya sea amplios espacios, dedicados a oficinas de uso general, así como también a una oficina privada. El denominador común en cualquiera de estos casos será la existencia de un único sistema de control de funcionamiento de la unidad climatizadora a instalarse en cada cuarto.

A continuación en la Tabla 4-1 presentamos la zonificación efectuada para CENTRUM, considerando tres subsistemas de climatización, independientes entre sí cada uno, a instalarse en los sectores mencionados.

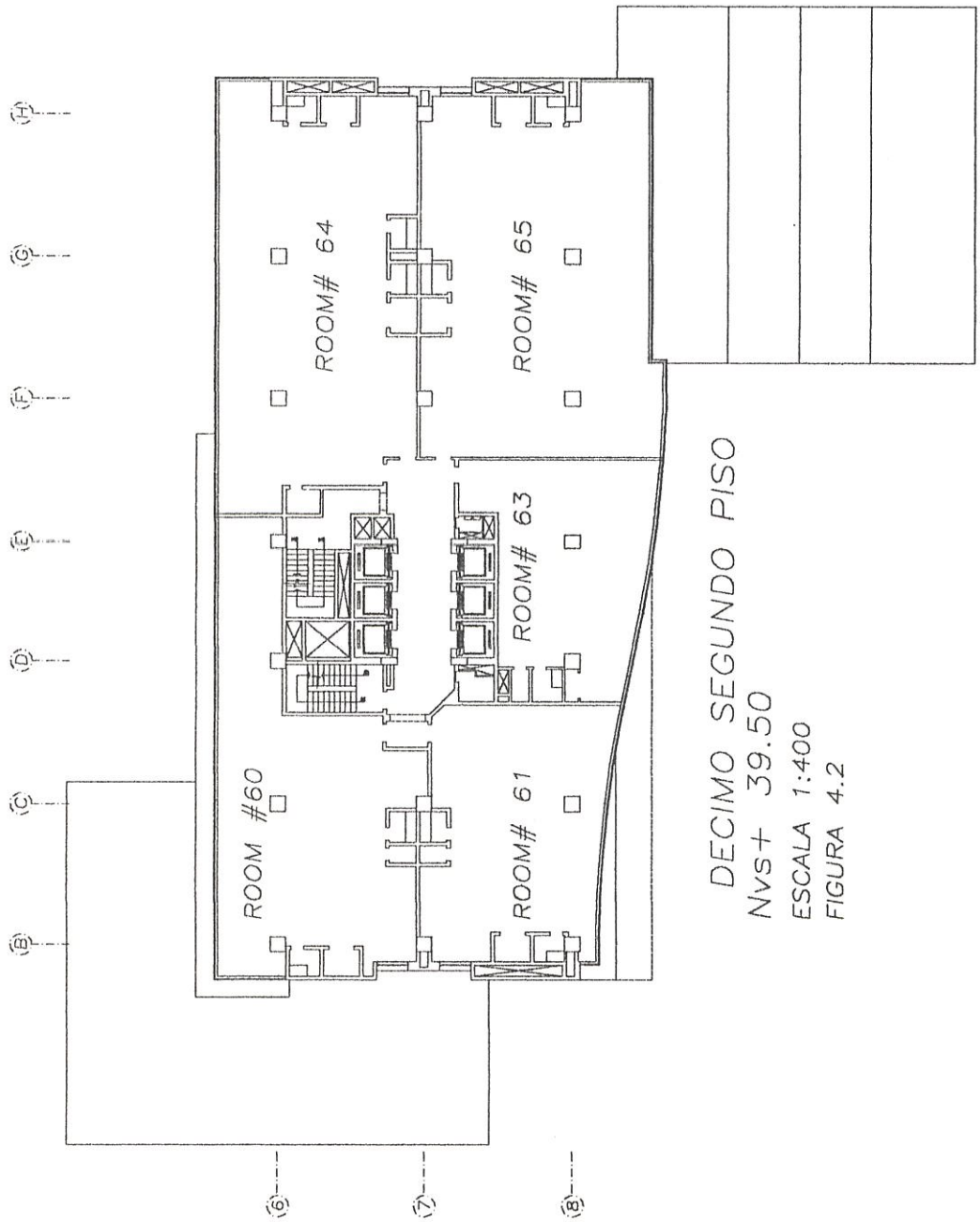
TABLA 4-1
ZONIFICACION PARA CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO
EN EDIFICIO CENTRUM

ZONA 1 ALA IZQUIERDA		ZONA 2 ALA DERECHA		ZONA 3 ANCLA Y CORREDORES	
1	PB OF 1	5	PB Lobby	Oficinas	
2	PB OF 2	6	PB OF 6	7	PB OF 7
3	PB OF 3	14	P1 OF 14	16	P1 OF 16
9	P1 OF 9	15	P1 OF 15	24	P2 OF 24
10	P1 OF 10	22	P2 OF 22	29	P3 OF 29
11	P1 OF 11	23	P2 OF 23	35	P4 OF 35
13	P1 OF 13	27	P3 OF 27	41	P5 OF 41
18	P2 OF 18	28	P3 OF 28	47	P6 OF 47
19	P2 OF 19	33	P4 OF 33		
20	P2 OF 20	34	P4 OF 34	Pasillos	
25	P3 OF 25	39	P5 OF 39	104	P Baja
30	P4 OF 30	40	P5 OF 40	1012	P1
31	P4 OF 31	45	P6 OF 45	1021	P2
36	P5 OF 36	46	P6 OF 46	1026	P3
37	P5 OF 37	51	P 7 - 8	1032	P4
42	P6 OF 42	52	P 7 - 8	1038	P5
43	P6 OF 43	53	P 7 - 8	1044	P6
48	P7,8 OF 48	57	P 9 - 10	1050	P7,8
49	P7,8 OF 49	58	P 9 - 10	1056	P9,10
54	P9,10 OF 54	59	P 9 - 10	1062	P11,12,13
55	P9,10 OF 55	63	P 11 - 12 - 13	1068	P14,15
60	P11,12,13 OF 60	64	P 11 - 12 - 13		
61	P11,12,13 OF 61	65	P 11 - 12 - 13		
66	P14,15 OF 66	69	P 14 - 15		
67	P14,15 OF 67	70	P 14 - 15		
		71	P 14 - 15		

A continuación describiremos en la Figura 4.1 una vista de planta del piso 4 con los diferentes espacios definidos sobre la base del concepto de zonificación expuesto arriba. La Figura 4.2 muestra una vista de planta en cambio para el piso 12.



CUARTO PISO Nv +16.00
ESCALA 1:400
FIGURA 4.1



4.2 CARGAS DE PERIMETRO

Denominamos Cargas de Perímetro a aquellas que son inducidas por los componentes estructurales del edificio sometidos al efecto de la radiación solar. Los tres elementos principales son paredes, vidrios y techados. Hacemos notar que el método de función transferencia que utiliza TRACE 600 considera el llamado efecto de retraso de liberación de calor por parte de alguno de los elementos mencionados. Esto debido a los efectos de almacenamiento de calor en la masa de dichos elementos y su posterior liberación hacia el ambiente interior.

A continuación describiremos las características térmicas de los elementos arquitectónicos evaluados en edificio CENTRUM. Las paredes exteriores son todas de color medio, siendo sus componentes: bloque de concreto 6" espesor, acabado interior de yeso, aire quieto interior, capa de aire exterior con viento de 7 mph. Con el subprograma auxiliar Generador de Pared-Vidrio-Techo se definió esta pared como Tipo 158, siendo la composición de capas la siguiente:

TABLA 4-2
CARACTERISTICAS TÉRMICAS DE LOS MATERIALES DE
CONSTRUCCIÓN DEFINIDOS PARA PAREDES DE EDIFICIO
CENTRUM

Código de Capa	Espesor (in.)	Conductiv. (BTU/hft°F)	Densidad (lbm/ft ³)	Calor Específico (Btu/lbm°F)	Resistencia (hft°F/Btu)
R109	-	-	-	-	0.6246
G101	0.59	0.1733	49.9	0.2197	0
B106	5.51	0.2542	62.4	0.2508	0
E103	0.79	0.8088	124.9	0.2508	0
R108	-	-	-	-	0.3407

El subprograma calculó los parámetros energéticos siguientes:
 Coeficiente Global de transferencia de calor $U = 0.319 \text{ Btu} / \text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$,
 Masa igual a 39.33 lbm/ft^3 , correspondiente a lo que se denomina "tipo
 medio", y una Capacidad de Calor igual a $9.79 \text{ Btu} / \text{lb ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$.

Para las paredes en partición se utilizó una pared de peso medio, con
 bloque de concreto de 4" espesor, aire quieto en ambos lados de la
 estructura, siendo el coeficiente global $U = 0.28 \text{ Btu} / \text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$.

El vidrio es uno de los componentes más importantes al estimar la carga de enfriamiento en un edificio. Para nuestro caso de estudio, CENTRUM utilizará vidrios del tipo reflectivo, es decir, un tipo de vidriaje en que se ha incrementado el porcentaje de radiación solar rechazada hacia el exterior. Este porcentaje es el 8% de la radiación total incidente, para el caso de una placa de vidrio claro, y posee un coeficiente de sombreado (SC) variable entre 0.87 a 1.0 según el espesor del mismo. Para el vidrio evaluado en este trabajo, se utilizó un elemento con coeficiente de sombreado igual a 0.6, obtenido a partir de datos del fabricante del vidriaje.

Finalmente los techados se especificaron como una losa de concreto de 4 - 6" espesor, con 0.5" de material reflectivo y aislante (roofing), cavidad de aire inferior para aire de retorno y tumbado acústico, siendo el coeficiente global $U = 0.14 \text{ Btu} / \text{h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$, peso pesado.

4.3 CARGAS INTERNAS

Las cargas internas están conformadas por las personas, luminarias, equipos, artefactos, motores, presentes en el espacio a climatizarse. Cada uno de estos aspectos entrega calor sensible, latente o ambos a la vez, hacia el espacio. Nuevamente, por efecto de los procesos de

intercambio de calor en un cuarto, existirá un tiempo de retraso en la conversión de ganancia de calor a carga de enfriamiento. Esto debido principalmente al efecto de transferencia de calor por radiación, la cual se acumula en los diversos componentes estructurales del cuarto hasta que en determinado momento es liberado hacia el mismo.

Los datos generales utilizados en CENTRUM para la Pantalla 27 Personas e Iluminación son los siguientes:

Número de Personas: $80 \text{ ft}^2 / \text{persona}$

Calor Sensible Personas: 95 W (325 Btuh)

Calor Latente Personas: 90 W (305 Btuh)

Densidad de Luminarias: $15 \text{ W} / \text{m}^2$

Tipo de Luminarias: ASHRAE2

Factor de balastro: 1.2

Porcentaje de Carga de Luminarias hacia aire de retorno: 0

El calor tanto sensible como latente para personas ha sido tomado de la Tabla 18 del Capítulo 26 del ASHRAE Handbook of Fundamentals 1989, denominado personas sentadas, escribiendo, trabajo liviano. La densidad de luminarias recomendada por ASHRAE para edificios es un valor de 30 Vatios por metro cuadrado, el cual es alto para nuestro

medio. Aquí se ha utilizado un valor de 15 W/m^2 , mucho más acorde con las prácticas locales de iluminación. El programa requiere el ingreso del tipo de luminarias, indicando que el tipo "por omisión", es el ASHRAE2, esto es, luminarias fluorescentes acopladas al tumbado. Finalmente, se requiere ingresar el porcentaje de carga estimado que aportan las luminarias al aire de retorno. Se utilizó 0% a fin de considerar que todo el calor de las luces se transmite hacia el espacio y no hacia la corriente de aire de retorno. Esto en realidad no es totalmente cierto para nuestro caso, debido a que sí existirá un calentamiento del aire de retorno al circular por el tumbado, sin embargo, al utilizar 0% hemos otorgado una ligera sobreestimación en la carga del espacio. Podemos asumir que el efecto del calentamiento de aire de retorno en CENTRUM puede ser fácilmente tomado en cuenta con la asunción aquí planteada.

La carga térmica debida a infiltración es también una carga de espacio, clasificándose como una carga interna. La conversión de ganancia de calor a carga de enfriamiento es instantánea para la infiltración, debido al carácter convectivo de este proceso de intercambio de calor. Se utilizó un caudal de infiltración, para todos los espacios, de 0.2 cambios de aire por hora, valor recomendado para espacios neutros (no presurizados positiva o negativamente).

En cuanto a equipos eléctricos y artefactos se utilizó para todos los espacios un valor promedio de $10 \text{ BTUh} / \text{ft}^2$. Este valor se lo obtuvo relacionando el número de ocupantes en una cierta área con el número de terminales de computador e impresoras a que puedan tener acceso los individuos. Es decir, se efectuó una estimación de número de terminales por persona. Es de resaltar la ventaja que significa normalizar o "indexar" la ganancia de calor con respecto al área de piso, lo cual facilita los cálculos para todas las áreas. Recordamos que el edificio CENTRUM será dedicado a oficinas de tipo general.

La Pantalla 26 Perfiles de Ocupación requiere la definición del horario de funcionamiento de luces, artefactos, así como de personas. Se utilizó siempre la opción AVAIL para personas, luces e infiltración. El código significa "disponible en todo momento", es decir, actividad durante las 24 horas de un día típico de cada mes.

4.4 CARGAS DE VENTILACION

Los actuales criterios de diseño de climatización exigen al ingeniero que utilice una determinada cantidad de aire exterior, a fin de promover niveles aceptables de calidad de aire en interiores. El estándar

ASHRAE 62 - 1989 recomienda que para oficinas generales se utilice un caudal de aire exterior de 20 CFM por persona. En cambio, para sectores de pasillos, halls, recibos, y espacios similares, se recomienda emplear $0.05 \text{ CFM} / \text{ft}^2$.

La carga de ventilación puede ser asignada tanto al cuarto o ambiente interior así como al equipo de climatización. Para el primer caso, el diseñador puede escoger en introducir directamente el aire exterior al ambiente. Bajo estas circunstancias, el calor sensible y latente a ser removido de la corriente se convertirá inmediatamente en carga de enfriamiento del cuarto, debido a su carácter convectivo. Desde el punto de vista de calidad de aire en interiores se está cumpliendo con prácticas recomendadas por ASHRAE. Sin embargo, el aire introducido directamente al espacio producirá un aumento de carga latente en el espacio y producirá condiciones resultantes alejadas de las condiciones de diseño fijadas inicialmente (75°F y $55\% \text{ HR}$). Dependiendo de las condiciones climáticas, pueden existir aumentos no deseables en el nivel de humedad relativa en el espacio, lo cual puede ocasionar daños a materiales así como causar incomodidad en los ocupantes del espacio.

En cambio, la práctica más seguida en la industria del aire

acondicionado consiste en mezclar el aire exterior con el aire de retorno en cierto punto antes de pasar esta mezcla por el serpentín de enfriamiento. De esta manera, el calor sensible y latente del aire exterior es removido por el serpentín que sirve a una zona.

El programa exige en la Pantalla 26 Perfiles de Ocupación definir un horario de funcionamiento para la ventilación, o suministro de aire fresco exterior. En nuestro análisis se utilizó siempre la opción AVAIL, que significa "disponible en todo momento", es decir, durante las 24 horas de un día típico de cada mes.

4.5 DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos con el programa serán analizados a continuación. En los anexos se incluyen los impresos que genera el programa TRACE 600 con los resultados detallados para todos los espacios definidos. En el capítulo 5 se efectuará la selección de los equipos principales de refrigeración necesarios para climatizar el edificio, basándonos en las cargas encontradas con el programa.

Las Tabla 4-3, 4-4 y 4-5 nos presentan los resultados generales de carga de enfriamiento para las zonas izquierda, derecha y ancla en que

se dividió el edificio CENTRUM, respectivamente. Las tablas nos muestran los diversos espacios con una breve descripción, el área a ser climatizada, el mes y la hora en que el serpentín de enfriamiento que sirve a dicho espacio alcanza el valor máximo de carga, la carga de enfriamiento total y de cuarto para cada espacio, y finalmente un factor referencial de densidad de carga de enfriamiento por unidad de área climatizada. Este factor es la carga total de serpentín dividida para el área de espacio.

TABLA 4-3

**RESULTADOS DE CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO
PARA EDIFICIO CENTRUM - PROGRAMA DE CALCULO TRACE**

600

ZONA 1 - SECTOR IZQUIERDO

CUARTO	DESCRIPCION	AREA m ²	MES	HORA	TOTAL MBtuh	CUARTO MBtuh	FACTOR BTUh / m ²
1	PB OF 1	287.9	5	16	181.67	118.80	631
2	PB OF 2	144.0	5	17	92.61	61.35	644
3	PB OF 3	279.9	12	17	186.83	137.95	668
9	P1 OF 9	359.9	5	17	232.97	155.08	648
10	P1 OF 10	287.9	5	16	164.20	101.46	571
11	P1 OF 11	60.0	5	17	54.97	41.73	917
13	P1 OF 13	72.0	12	17	52.09	39.53	724
18	P2 OF 18	336.0	5	17	218.18	145.52	650
19	P2 OF 19	167.9	5	16	100.86	64.37	601
20	P2 OF 20	324.0	5	16	183.53	112.98	567
25	P3 OF 25	719.9	5	16	479.18	311.87	666
30	P4 OF 30	198.0	5	17	153.00	109.84	773
31	P4 OF 31	180.0	12	17	128.79	97.59	716
36	P5 OF 36	242.9	5	17	184.08	131.22	758
37	P5 OF 37	175.9	12	17	121.19	90.76	689
42	P6 OF 42	242.9	5	17	184.08	131.22	758
43	P6 OF 43	144.0	12	17	107.11	82.06	744
48	P7,8 OF 48	479.9	5	17	182.93	130.68	763
49	P7,8 OF 49	252.0	12	17	98.84	76.84	785
54	P9,10 OF 54	479.9	5	17	182.93	130.68	763
55	P9,10 OF 55	252.0	12	17	98.84	76.84	785
60	P11,12,13 OF 60	575.9	5	17	154.56	112.60	806
61	P11,12,13 OF 61	336.0	12	16	75.86	56.13	678
66	P14,15 OF 66	378.0	5	17	161.25	116.72	854
67	P14,15 OF 67	308.0	12	17	116.34	86.83	756

TABLA 4-4

RESULTADOS DE CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO

PARA EDIFICIO CENTRUM - PROGRAMA DE CALCULO TRACE

600

ZONA 2 - SECTOR DERECHO

CUARTO	DESCRIPCION	AREA m ²	MES	HORA	TOTAL MBtuh	CUARTO MBtuh	FACTOR BTUh / m ²
5	PB Lobby	144.0	5	16	78.14	47.14	543
6	PB OF 6	200.0	5	17	140.63	96.66	704
14	P1 OF 14	287.9	5	16	182.06	118.95	633
15	P1 OF 15	72.0	12	17	53.26	40.77	740
22	P2 OF 22	119.0	12	17	93.12	72.38	783
23	P2 OF 23	287.9	5	17	199.12	136.05	692
27	P3 OF 27	126.0	12	17	98.60	76.64	783
28	P3 OF 28	296.9	5	17	198.47	133.62	669
33	P4 OF 33	126.0	12	17	98.60	76.64	783
34	P4 OF 34	250.0	5	17	195.09	139.91	781
39	P5 OF 39	84.0	12	17	70.53	55.80	840
40	P5 OF 40	252.0	5	16	192.78	137.24	766
45	P6 OF 45	84.0	12	17	70.53	55.80	840
46	P6 OF 46	263.9	5	16	198.68	140.56	753
51	P 7 - 8	155.9	12	17	67.89	54.18	871
52	P 7 - 8	503.9	5	16	192.78	137.24	766
53	P 7 - 8	324.0	12	15	116.59	87.97	720
57	P 9 - 10	140.0	12	16	57.73	45.35	825
58	P 9 - 10	587.9	5	16	213.45	148.86	727
59	P 9 - 10	503.9	12	16	182.41	138.05	724
63	P 11 - 12 - 13	324.0	12	17	83.49	64.68	774
64	P 11 - 12 - 13	692.9	5	16	182.44	131.43	790
65	P 11 - 12 - 13	719.9	1	16	177.97	133.04	742
69	P 14 - 15	216.0	12	17	83.32	62.61	772
70	P 14 - 15	461.9	5	16	186.90	132.02	810
71	P 14 - 15	479.9	1	16	183.24	133.75	764

TABLA 4-5

**RESULTADOS DE CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO
PARA EDIFICIO CENTRUM - PROGRAMA DE CALCULO TRACE**

600

ZONA 3 - SECTOR ANCLA Y CORREDORES

CUARTO	DESCRIPCION	AREA m ²	MES	HORA	TOTAL MBtuh	CUARTO MBtuh	FACTOR BTUh / m ²
Oficinas							
7	PB OF 7	399.6	5	16	229.27	141.74	574
16	P1 OF 16	399.9	5	16	232.05	143.55	580
24	P2 OF 24	545.9	4	15	384.21	267.35	704
29	P3 OF 29	579.9	4	15	404.45	280.40	698
35	P4 OF 35	566.9	4	15	402.60	275.66	711
41	P5 OF 41	440.9	4	15	296.62	201.30	673
47	P6 OF 47	378.0	1	16	251.47	175.64	665
Pasillos							
104	PB Hall	68.0	5	15	16.94	9.95	250
1012	P1 Hall	48.0	5	15	11.95	7.02	250
1021	P2 Hall	48.0	5	15	11.95	7.02	250
1026	P3 Hall	48.0	5	15	11.95	7.02	250
1032	P4 Hall	64.0	5	15	15.94	9.36	250
1038	P5 Hall	42.0	5	15	10.46	6.14	250
1044	P6 Hall	42.0	5	15	10.46	6.14	250
1050	P7,8 Hall	84.0	5	15	10.46	6.15	250
1056	P9,10 Hall	90.0	5	15	11.21	6.58	250
1062	P11,12,13 Hall	126.0	5	15	10.46	6.14	250
1068	P14,15 Hall	84.0	5	15	11.21	6.48	267

Para la Zona 1, Sector Izquierdo, la carga de enfriamiento máxima total es de **433.2 TR** para las 17:00 horas del mes de Mayo. Este valor reportado por el programa representa la suma de todas las cargas en los serpentines de enfriamiento en el edificio a determinada hora. Al hablar de carga de serpentines nos referimos al hecho de que las cargas impuestas por el aire de ventilación y sobre el aire de retorno, han sido incorporadas al proceso psicrométrico de climatización. Conocido este valor, el diseñador puede dimensionar los equipos principales de refrigeración (enfriadores centrífugos de agua, por ejemplo), y para nuestro caso específico, se puede diseñar los equipos de rechazo de calor (condensadores evaporativos, torres de enfriamiento) para manejar esta carga máxima. En cambio, para la Zona 1, el programa reporta que la máxima carga coincidente en dicha zona es de 414.8 TR, en el mes de Mayo a las 17:00 horas. Esta carga es, en cambio, la evaluación de todos los serpentines definidos a cierta hora en que ocurre la máxima carga sensible de enfriamiento en los espacios o cuartos del edificio. La utilidad de este valor es para dimensionar el ventilador principal de suministro, por ejemplo, en un sistema de volumen de aire variable. En este caso el programa encontró que en Mayo a las 17:00 horas se produce el pico de carga en el edificio.

Para la Zona 2, Sector Derecho, la carga de enfriamiento máxima total es de **480.8 TR** para las 16:00 horas del mes de Mayo. En cambio, la máxima carga coincidente en esta zona es de 444.3 TR, en el mes de Mayo a las 16:00 horas.

Finalmente, para la Zona 3, Sector Ancla y corredores, la carga de enfriamiento máxima total es de **198.9 TR** para las 15:00 horas del mes de Abril. En cambio, la máxima carga coincidente en la zona 3 es de 197.6 TR, en el mes de Enero a las 16:00 horas.

A continuación en la Tabla 4-6 presentamos un resumen del reporte generado por TRACE 600, denominado Revisión de Ingeniería (Engineering Checks).

TABLA 4-6

PARAMETROS DE VERIFICACION DE LOS CALCULOS

EFFECTUADOS POR PROGRAMA TRACE 600 PARA LAS ZONAS

DE EDIFICIO CENTRUM

<u>Parámetro y Unidades</u>	Zona 1	Zona 2	Zona 3
	Sector Izquierdo	Sector Derecho	Sector Áncra
Carga Total (TR)	433.2	480.8	198.9
Aire Exterior (%) respecto a flujo total)	12.0	11.04	13.91
CFM / ft ²	2.08	2.26	1.63
CFM / TR	376.9	390.3	357.9
ft ² / TR	180.9	172.4	219.3
Btuh / ft ²	66.32	69.6	54.7
Area Climatizada (ft ²)	78,386	82,893	43,636

A continuación en las Tablas 4-7, 4-8 y 4-9 encontraremos un resumen de los componentes de la carga de enfriamiento de las zonas 1, 2 y 3, respectivamente.

TABLA 4-7

**COMPONENTES DE LA CARGA DE ENFRIAMIENTO DE EDIFICIO
CENTRUM - CONDICIONES DE CARGA MAXIMA, ZONA 1 SECTOR
IZQUIERDO, MAYO 17:00 HORAS - (Unidades en BTU/h)**

COMPONENTE	CARGA DE ESPACIO *	CARGA AIRE DE RETORNO	CARGA TOTAL
Tragaluces			
Solar	-	-	-
Conducción	-	-	-
Techados	-	29,116	
Vidrios			
Solar	1'264,736	-	1'264,736
Conducción	365,042	-	365,042
Paredes	30,729	39,751	70,479
Particiones	0	-	
Pisos Expuestos	4,570	-	4,570
Infiltración	152,934	-	
SUBTOTAL (1)	1'818,009	68,867	1'886,876
Luces	447,364	-	447,364
Personas	618,267	-	618,267
Misceláneos	783,857	-	783,857
SUBTOTAL (2)	1'849,489	-	1'849,489
Carga Tumbado (3)	9,157	-9,157	0
Aire Exterior (4)	-	-	1'470,515
Calor Extracción (5)	-	-8,058	-8,058
CARGA TOTAL (1+2+3+4+5)	3'676,655 (306.4 TR)		5'198,822 (433.2 TR)

* Carga de enfriamiento sensible más latente de los cuartos

FIGURA 4.3
COMPONENTES DE LA CARGA DE ENFRIAMIENTO DE EDIFICIO
CENTRUM - CONDICIONES DE CARGA MAXIMA, ZONA 1 SECTOR
IZQUIERDO, MAYO 17:00 HORAS

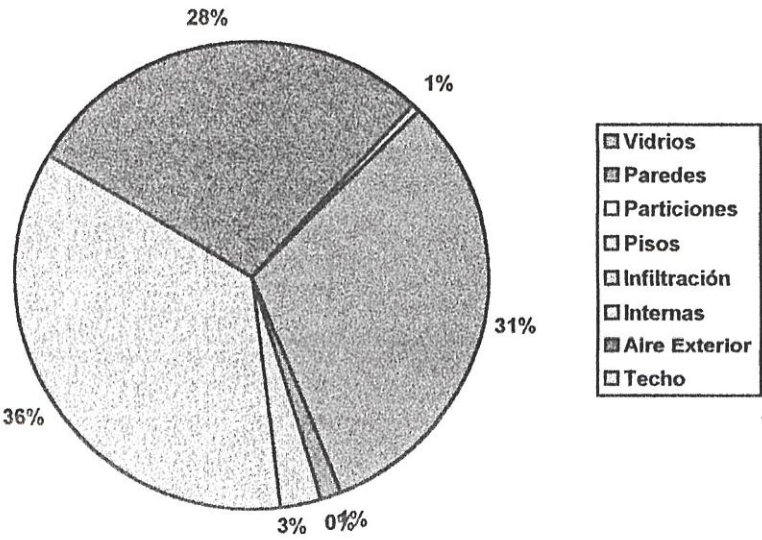


TABLA 4-8

**COMPONENTES DE LA CARGA DE ENFRIAMIENTO DE EDIFICIO
CENTRUM - CONDICIONES DE CARGA MAXIMA, ZONA 2 SECTOR
DERECHO, MAYO 16:00 HORAS - (Unidades en BTU/h)**

COMPONENTE	CARGA DE ESPACIO *	CARGA AIRE DE RETORNO	CARGA TOTAL
Tragaluces			
Solar	-	-	-
Conducción	-	-	-
Techados	-	26,940	26,940
Vidrios			
Solar	1'680,252	-	1'680,252
Conducción	356,676	-	356,676
Paredes	33,662	45,180	78,842
Particiones	0	-	0
Pisos Expuestos	2,394	-	2,394
Infiltración	157,954	-	157,954
SUBTOTAL (1)	2'230,938	72,120	2'303,058
Luces	473,091	-	473,091
Personas	653,822	-	653,822
Misceláneos	828,935	-	828,935
SUBTOTAL (2)	1'955,848	-	1'955,848
Carga Tumbado (3)	8,854	-8,854	0
Aire Exterior (4)	-	-	1'518,791
Calor Extracción (5)	-	-7,791	-7,791
CARGA TOTAL (1+2+3+4+5)	4'195,640 (349.6 TR)		5'769,906 (480.8 TR)

* Carga de enfriamiento sensible más latente de los cuartos

FIGURA 4.4

COMPONENTES DE LA CARGA DE ENFRIAMIENTO DE EDIFICIO

CENTRUM - CONDICIONES DE CARGA MAXIMA, ZONA 2 SECTOR

DERECHO, MAYO 16:00 HORAS

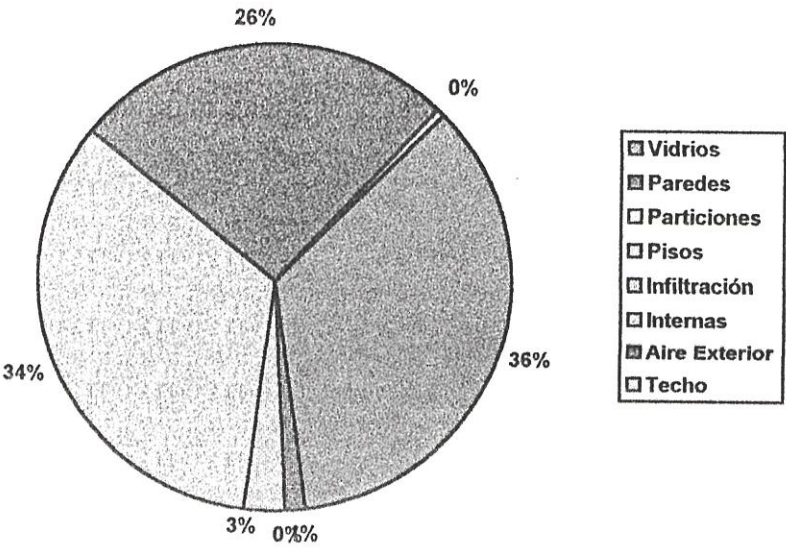


TABLA 4-9

COMPONENTES DE LA CARGA DE ENFRIAMIENTO DE EDIFICIO
CENTRUM - CONDICIONES DE CARGA MAXIMA, ZONA 3 SECTOR
ANCLA, ABRIL 15:00 HORAS - (Unidades en BTU/h)

COMPONENTE	CARGA DE ESPACIO *	CARGA AIRE DE RETORNO	CARGA TOTAL
Tragaluces			
Solar	-	-	-
Conducción	-	-	-
Techados	-	19,036	19,036
Vidrios			
Solar	404,178	-	404,178
Conducción	147,446	-	147,446
Paredes	16,620	12,752	29,372
Particiones	0	-	0
Pisos Expuestos	0	-	0
Infiltración	72,132	-	72,132
SUBTOTAL (1)	640,375	31,788	672,163
Luces	249,041	-	249,041
Personas	344,179	-	344,179
Misceláneos	356,318	-	356,318
SUBTOTAL (2)	949,538	-	949,538
Carga Tumbado (3)	5,211	-5,211	0
Aire Exterior (4)	-	-	770,044
Calor Extracción (5)	-	-4,291	-4,291
CARGA TOTAL (1+2+3+4+5)	1'595,124 (132.9 TR)		2'387,454 (198.9 TR)

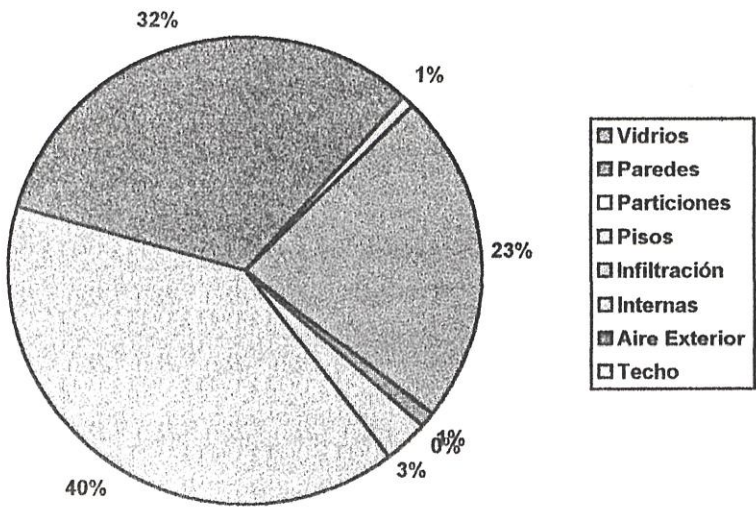
* Carga de enfriamiento sensible más latente de los cuartos

FIGURA 4.5

COMPONENTES DE LA CARGA DE ENFRIAMIENTO DE EDIFICIO

CENTRUM - CONDICIONES DE CARGA MAXIMA, ZONA 3 SECTOR

ANCLA, ABRIL 15:00 HORAS



A continuación discutiremos los principales resultados encontrados para el caso de estudio.

En términos generales, el principal componente de la carga de enfriamiento en CENTRUM, para cualesquiera de las zonas evaluadas, es la ganancia de calor por vidrios. El diseño arquitectónico del edificio emplea importantes áreas vidriadas, aproximadamente un 80% de la superficie envolvente de todo el edificio. La carga por vidrio es del 31% en la zona 1 y del 36% en la zona 2, en este último caso, es la principal componente de la carga de enfriamiento.

Las cargas internas siguen en orden de importancia, comprendidas entre el 34% a 36% de la carga máxima total en el edificio. Esto se debe al uso de la edificación como oficinas de uso general.

En tercer lugar de importancia encontramos la carga debida al aire de ventilación requerido para mantener óptimas condiciones de limpieza y calidad de aire al interior del edificio. La carga por ventilación es dependiente de las condiciones de temperatura y humedad exterior, lo que unido a las importantes cantidades de aire a ser introducidas al edificio (entre 10 a 13% del caudal total de aire calculado), representará un costo de refrigeración alto pero necesario para obtener condiciones

confortables en los diferentes espacios. La carga por ventilación varía entre 26% a 32% de la carga máxima calculada para cada zona.

Vale señalar que la carga de enfriamiento debida a infiltración es aproximadamente similar para todas las zonas, y se ubica en un 3% de la carga total de enfriamiento del edificio.

Finalmente, en CENTRUM, las cargas de enfriamiento debidas a paredes, techos y particiones son de baja magnitud con respecto al total de la carga del edificio. La baja carga por paredes es consecuencia del alto uso de superficies transparentes, en cambio no existe ganancia por particiones debido a que se consideró que todos los espacios dentro del edificio operan su respectivo sistema de climatización simultáneamente. Las áreas de techo son relativamente mínimas comparadas con las áreas de paredes y vidrios del edificio, de allí la baja carga térmica por este componente.

CAPITULO V

SELECCIÓN DE EQUIPOS A UTILIZARSE

La utilización de un programa de computadora para diseño de climatización nos permite no solamente obtener buenos estimados o aproximaciones razonables de la carga de enfriamiento esperada, sino que proveen al diseñador de información confiable que puede utilizar en la selección de los principales equipos de los sistemas mecánicos a emplearse en una instalación o edificio.

responsabilidad del ingeniero obtener los datos más acordes con el tipo de edificación que se encuentre analizando, además de saber interpretar los resultados que las herramientas de informática le proveen.

La estimación de carga de enfriamiento presentada en el capítulo 4 nos servirá finalmente para una selección de los equipos de refrigeración e intercambio de calor requeridos por el sistema de climatización. Componentes adicionales, tales como bombas de agua, son especificados a partir de cálculos relacionados con los equipos térmicos a utilizarse.

Desde el punto de vista de eficiencia energética, los métodos computacionales rigurosos, como el presentado en este trabajo, permiten al ingeniero obtener un sistema mecánico que funcionará eficazmente en conjunto con un consumo de energía razonable, comparado con instalaciones en que estimados deficientes de la carga de enfriamiento conllevan a consumos de energía con costos onerosos, y en algunos casos hasta inadmisibles.

En este capítulo seleccionaremos los equipos de refrigeración a utilizarse en edificio CENTRUM, equipos térmicos auxiliares y equipos de transporte de fluidos (bombas de agua). Para esta selección, se ha trabajado un diseño consistente de enfriadores húmedos de agua para cada una de las

tres zonas en que se dividió el edificio. Cada enfriador poseerá un sistema de bombeo que permita suministrar el agua de enfriamiento hacia las diferentes unidades UPEA localizadas en los diversos espacios o cuartos.

5.1 UNIDADES PAQUETES ENFRIADAS POR AGUA

La selección de las unidades paquetes enfriadas por agua se efectuó en base al modelo promocionado por The Trane Company, WPVE0, con capacidades comprendidas entre 12,000 (1 TR) hasta 280,000 Btuh (23.3 TR). Para efectuar la selección de estos equipos se requiere conocer los siguientes parámetros: carga de enfriamiento total a ser removida, temperatura de ingreso del agua destinada a coleccionar calor de rechazo del condensador de la UPEA, temperatura de bulbo húmedo del aire que ingresa al serpentín de enfriamiento, y, los caudales de agua de enfriamiento de condensador y del flujo de aire a suministrarse al espacio climatizado.

En esta tesis se ha elaborado un diseño conceptual de climatización, es decir, se mencionan las capacidades de los equipos requeridos para lograr nuestro objetivo, esto es, proveer de condiciones ambientales internas aceptables para los ocupantes. Los equipos UPEA seleccionados son aquellos destinados a servir específicamente el

cuarto definido en los planos. No forma parte de este trabajo decidir si para un mismo ambiente se escogen dos o más equipos que cubran en global la capacidad de enfriamiento requerida por el cuarto. Por lo tanto, y a partir de los datos presentados en las tablas 4-3, 4-4 y 4-5, seleccionaremos el equipo apropiado para nuestra aplicación.

A continuación listamos los modelos de equipos seleccionados:

TABLA 5-1
EQUIPOS PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA A UTILIZARSE EN
EDIFICIO CENTRUM

CAPACIDAD (Btuh)	MODELO SIMILAR A TRANE
12,000	WPVD013
60,000	WPVE061
99,500	WPVD080
117,000	WPVD100
176,000	WPVD150
221,000	WPVD200
280,000	WPVD250

5.2 ENFRIADORES DE CIRCUITO CERRADO

Para efectos de este trabajo, hemos denominado enfriadores de circuito cerrado a aquellos equipos en que por un lado existe un fluido (agua) que debe rechazar calor, disminuyendo así su temperatura, mientras que el fluido que sirve de sumidero a este calor puede ser aire o agua. En caso de que el fluido sumidero sea aire, al equipo lo denominamos enfriador seco, mientras que si el fluido es agua lo llamaremos enfriador

húmedo o evaporativo. Nosotros nos limitaremos a escoger un enfriador recirculante de este último tipo.

Los enfriadores evaporativos enfrían agua caliente proveniente desde un proceso hasta cierta temperatura dictada por las condiciones de dicho proceso. Esta agua caliente circula por el interior de un serpentín. En el lado exterior del serpentín se efectúa un rociado o "spray" de agua, mientras que simultáneamente circula aire ambiente. El efecto del aire ambiente es producir transferencia de calor y masa sobre la superficie "húmeda" del serpentín. De esta forma se obtienen coeficientes de transferencia superiores a los que se obtienen mediante enfriadores secos (únicamente flujo de aire sobre el serpentín). En este proceso se obtiene una pequeña cantidad de vapor de agua, por lo que es necesario que el equipo disponga de un sistema de compensación de agua. El flujo de aire es inducido por un ventilador.

Como se mencionó en el capítulo 4, la selección de los equipos de rechazo de calor se basa en un conocimiento adecuado de la carga de enfriamiento a ser manejada. A continuación, en la Tabla 5-2 presentamos la cantidad de calor a ser removido para cada una de las tres zonas del edificio CENTRUM.

TABLA 5-2
CALOR REMOVIDO EN LAS ZONAS DEL EDIFICIO CENTRUM

<u>Parámetro y Unidades</u>	Zona 1 Izquierdo	Zona 2 Derecho	Zona 3 Sector Ancla
Carga Total de Enfriamiento (TR)	433.2	480.8	198.9
Calor a ser rechazado: (TR)	563.2	625.0	258.6
(MBtuh)	6,758.4	7,500.0	3,102.8
Caudal de Agua de enfriamiento (GPM)	1,352	1,500	620

Temperatura bulbo húmedo de diseño: 80 °F

La carga total de enfriamiento presentado fue deducida mediante el programa TRACE 600. El calor a ser rechazado es la carga de enfriamiento multiplicada por un factor de 1.3 típico a fin de considerar el trabajo de compresión sobre el refrigerante. Esta operación es factible de realizar debido a que la carga de enfriamiento reportada es la máxima que ocurre simultáneamente en todos los cuartos de cada

zona. Finalmente el caudal de agua de enfriamiento requerida por las UPEA, y que circulará en el serpentín del enfriador húmedo, es calculada mediante la expresión

$$GPM = Q / (500 * DT)$$

donde Q es la cantidad de calor a ser rechazado, en Btuh, y DT es una diferencia de temperaturas que el enfriador puede restarle al agua a ser enfriada. Se utilizó un valor de 10 °F de diferencia de temperatura. El caudal de agua requerida nos permitirá seleccionar nuestro equipo de bombeo requerido.

El procedimiento de selección se efectúa definiendo dos parámetros, el rango y el acercamiento. Rango es la diferencia de temperatura a que se desea enfriar el agua de proceso. En nuestro caso deseamos enfriar el agua desde 97 °F hasta 87 °F, por lo que el rango es de 10°F. En cambio, el acercamiento es la diferencia de temperatura entre el agua de salida de la torre y la temperatura de bulbo húmedo ambiente. Esto es, 87 °F – 80 °F = 7 °F de acercamiento. El caudal de agua a ser enfriada fue determinado según se mencionó arriba.

El modelo seleccionado de enfriador de circuito cerrado se corresponde con uno similar al fabricado por EVAPCO, con los siguientes modelos según la capacidad requerida en cada zona:

TABLA 5-3
EQUIPOS ENFRIADORES DE CIRCUITO CERRADO, TIPO
HUMEDO, SELECCIONADOS SEGÚN ZONAS DE EDIFICIO
CENTRUM

<u>Parámetro y Unidades</u>	Zona 1 Izquierdo	Zona 2 Derecho	Zona 3 Ancla
Modelo	LSW - 348A	LSW - 348B	LSW - 174A
Potencia (hp) y número de ventiladores	25 - 4	30 - 4	25 - 2
Potencia (hp) bomba de recirculación y número de bombas	7 ½ - 2	7 ½ - 2	7½ - 1

5.3 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO

Se suministrarán e instalarán en la terraza del edificio y con capacidades dadas por los requerimientos en el programa. Las bombas serán del tipo centrífugo (horizontal split case pump), de una etapa, con cuerpo de hierro fundido, rodete de bronce, eje de acero, rodamientos de bola con graseras y conexiones con bridas. Tendrán sello mecánico con anillo al carbono y asientos de cerámica u otros materiales aprobados. Estas bombas serán similares a las fabricadas por TACO, modelo FE.

La selección de la bomba requiere como datos de entrada el caudal de agua, el cabezal o pérdida que debe vencer el fluido. El cabezal se lo obtuvo de cálculos efectuados por el diseñador del sistema de climatización y no forman parte de este trabajo. Estos datos se presentan en la Tabla 5-4.

TABLA 5-4
BOMBAS DE AGUA CENTRIFUGAS SELECCIONADAS, SEGÚN
ZONAS DE EDIFICIO CENTRUM

<u>Parámetro y Unidades</u>	Zona 1 Izquierdo	Zona 2 Derecho	Zona 3 Sector Ancla
Modelo	FE 5010	FE 5010	FE 2508
Caudal (GPM)	1,352	1,500	620
Cabezal (ft)	100	100	60
Potencia (hp)	40	50	15
Eficiencia (%)	90	85	70
Cabezal Neto Positivo de Succión (ft)	12	12	8

Los motores de las unidades de bombeo serán de 1750 RPM, 440 Voltios, 3 fases, 60 Hz; a prueba de goteo, con ventilación interna y rodamientos de bolas.

Las bombas estarán montadas sobre bases inerciales construidas en la obra, las mismas que estarán asentadas sobre aisladores de vibración tipo "resorte abierto", con una flexión mínima de 2" y estos sobre losetas de hormigón. El marco con malla para la construcción de las bases inerciales (losetas de hormigón) puede ser hecho sobre la base del modelo "WPF" de VIBRATION MOUNTING & CONTROL, INC.

5.4 SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA VENTILACION Y EXTRACCION

Se instalarán ventiladores de extracción tipo hongo de techo en la cubierta del edificio, a los cuales estarán conectados los extractores de baños que serán similares a los PENN de los modelos FUMEX y DOMEX en los diferentes pisos, los ductos para este propósito se correrán a lo largo del pozo situado atrás del hall de los ascensores.

Deberán traer como accesorio las bases prefabricadas (**roof curb**) para su instalación sobre la losa de cubierta.

Los ductos para suministro de aire fresco correrán a través de los pozos situados en los lados derecho e izquierdo del edificio, la selección de las capacidades de flujo de aire para los equipos se la hará a partir de los datos proporcionados por el programa, en el caso

de la zona 1, perteneciente al lado izquierdo del edificio será de 19,596 cfm, en la zona 2 correspondiente al lado derecho del edificio es de 20,793 cfm y finalmente en la zona 3 perteneciente al área de ascensores y ancla, un total de 9,908 cfm como se puede apreciar en la System Summary en la columna de Outside Air flow (cfm) de la corrida del programa en los Anexos.

Se instalarán ventiladores centrífugos de bajo perfil, similares a los MUFFAN de PENN, para suministro de aire fresco hacia las unidades UPEA, irán montados en la losa de cubierta con las capacidades correspondientes a cada aplicación. Consistirán de una carcasa, conteniendo en su interior el motor, el rotor y la transmisión.

Estos también deberán traer como accesorio las bases prefabricadas (roof curb) para su instalación sobre la losa de cubierta.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El programa para computadora TRACE 600 es uno de los más complejos y rigurosos disponibles actualmente para la actividad de climatización en edificios. El programa puede ser utilizado principalmente para: diseño de sistemas de climatización, evaluación energética de sistemas de climatización nuevos o existentes, y, en

2. TRACE 600 es una herramienta poderosa para el ingeniero de proyectos, utilizando rutinas de cálculos simples pero efectivas, que permite obtener estimados consistentes de la carga de enfriamiento de un edificio.
3. Programas de computadora como TRACE 600, entre otros, adquieren suma importancia desde el punto de vista de eficiencia energética. La carga de enfriamiento es simplemente el flujo de energía que debe retirarse de un espacio o un edificio. Los costos energéticos son importantes en el caso de climatización de edificios, por lo que un excelente estimado de la carga conlleva a una selección de equipos de conversión de energía razonablemente dimensionados.
4. Los denominados métodos de evaluación rápida de la carga de enfriamiento, que utilizan factores de densidad de carga por unidad de área, no son recomendables en ciertos casos. El ejemplo de edificio CENTRUM demuestra que se obtuvieron factores de carga comprendidos entre 600 y 750 Btuh / m², y que en magnitud son menores a los valores utilizados en numerosos diseños de climatización en el medio. Por lo tanto, el uso de los métodos rápidos o “reglas de dedo” no se justifican energéticamente y económicamente durante la etapa de

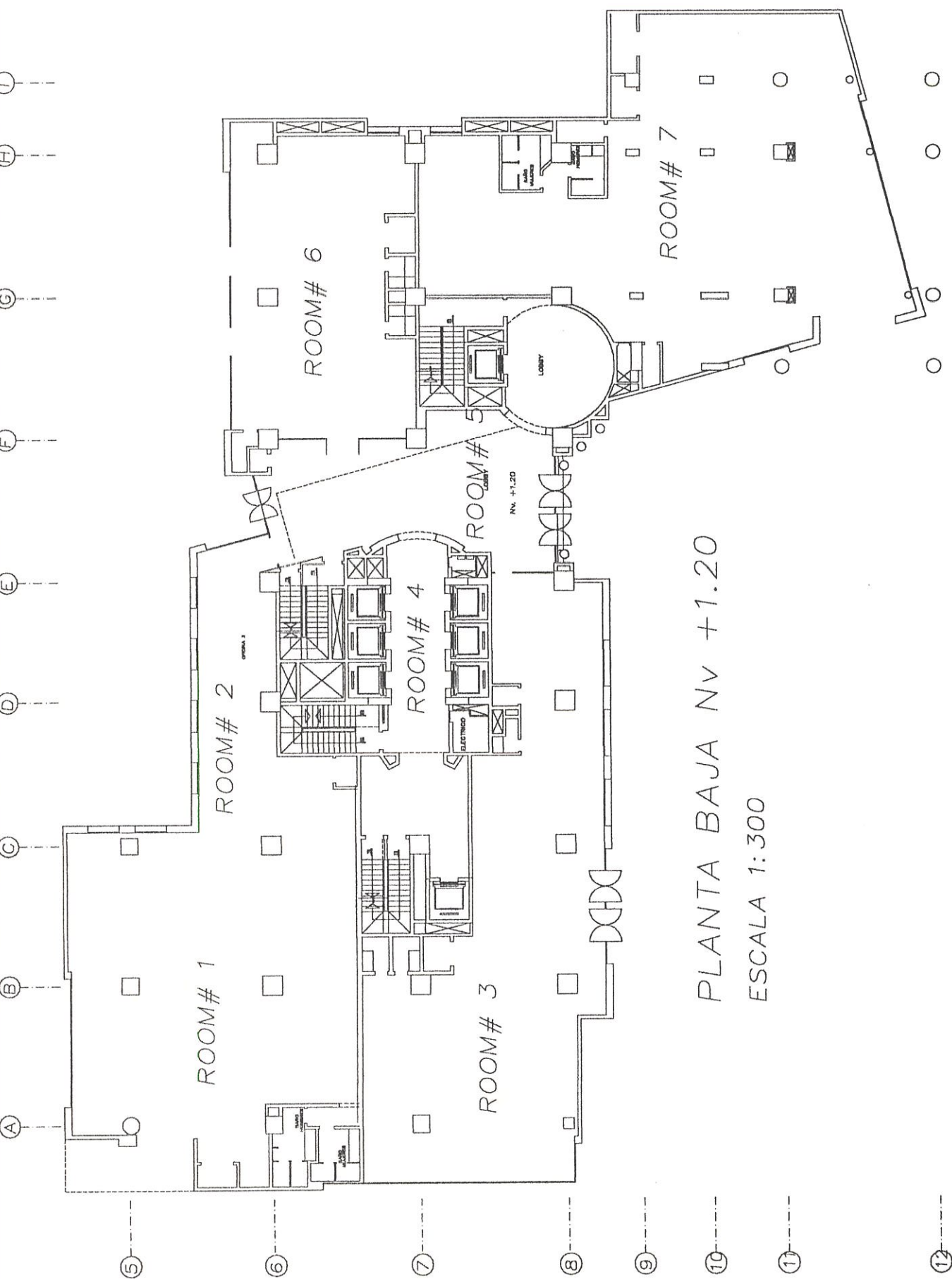
diseño definitivo o de diseño detallado de un sistema de climatización complejo, y solamente se admiten para fines preliminares o estimativos.

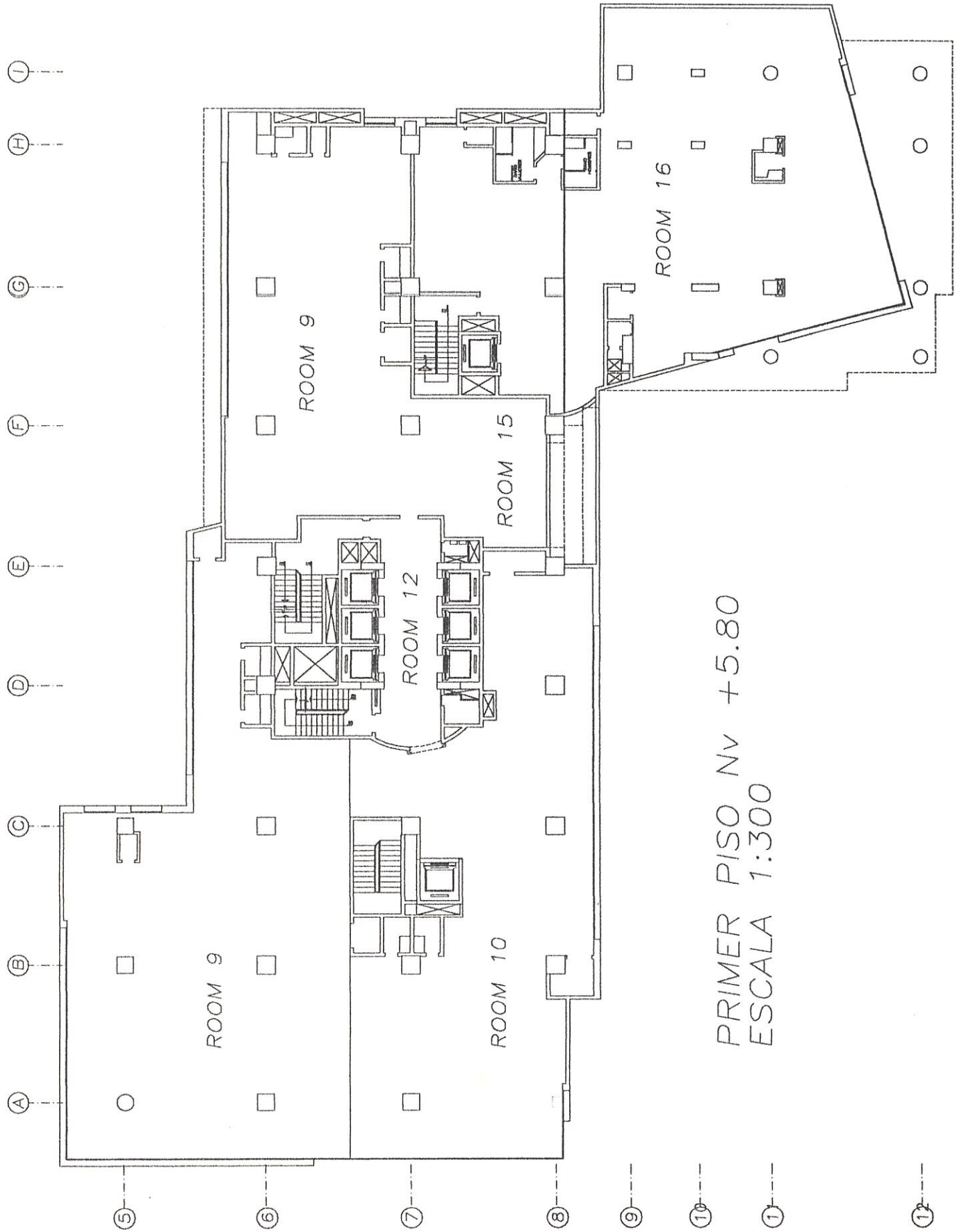
5. En cuanto al uso de programas computacionales, pese a requerir tiempo y destreza en cuanto a su uso, es también conocido que cualquier modelo o programa de cálculo proporcionará resultados tan confiables como lo fueron los datos de entrada del mismo. En el caso de estudio presentado, edificio CENTRUM, los principales datos de entrada fueron las características térmicas de los elementos constructivos del edificio, principalmente las áreas de vidrio y sus parámetros de transmisión de calor. El alto grado de detalle empleado en la descripción de los elementos arquitectónicos del edificio, conjuntamente con estimados apropiados de la cantidad de ocupantes internos, todos ellos datos de entrada, se encuentran plenamente justificada la utilización del programa en este proyecto. Esto debido a que de este resultado se desprenden los parámetros de funcionamiento del sistema de climatización del edificio. Entre estos se cuentan la eficiencia energética y los costos de adquisición, costos de instalación y costos de mantenimiento de los sistemas.
6. En esta tesis no se profundizó en la importancia de la selección de equipos con características energéticas adecuadas a una obra de la

- 2) El uso de datos climáticos confiables es altamente recomendable en evaluaciones energéticas de edificios. Esto se debe a la influencia de las condiciones del medio en la demanda de energía por parte del sistema de climatización. Por lo tanto, recomendamos a la Facultad de Ingeniería en Mecánica de la ESPOL que considere el análisis climático en la región de la ciudad de Guayaquil. Estos datos (temperatura, humedad, nivel de radiación solar, precipitación, entre otros) son información muy útil para los profesionales que trabajan en sistemas de climatización, así también como para otros estudios, tales como diseño de sistemas térmicos con energía solar, predicción de contaminación del aire, evaluación de fuentes alternas de energía, entre otros aspectos.
- 3) Si bien es cierto en esta tesis no es motivo para discutir los costos versus tiempo de vida de los equipos, no está de más recomendar se tenga en mente que las inversiones que se realizan para la adquisición de estos no son bajas, por ende debe pensarse que la vida útil de estos debe llegar por lo menos a los veinte años.
- 4) Promover en nuestro medio el uso eficiente de la energía. Específicamente en sistemas de climatización, los diseñadores deben ser apremiados a recomendar el uso de tecnología eficiente, así como los propietarios de sistemas deben estar conscientes de que la

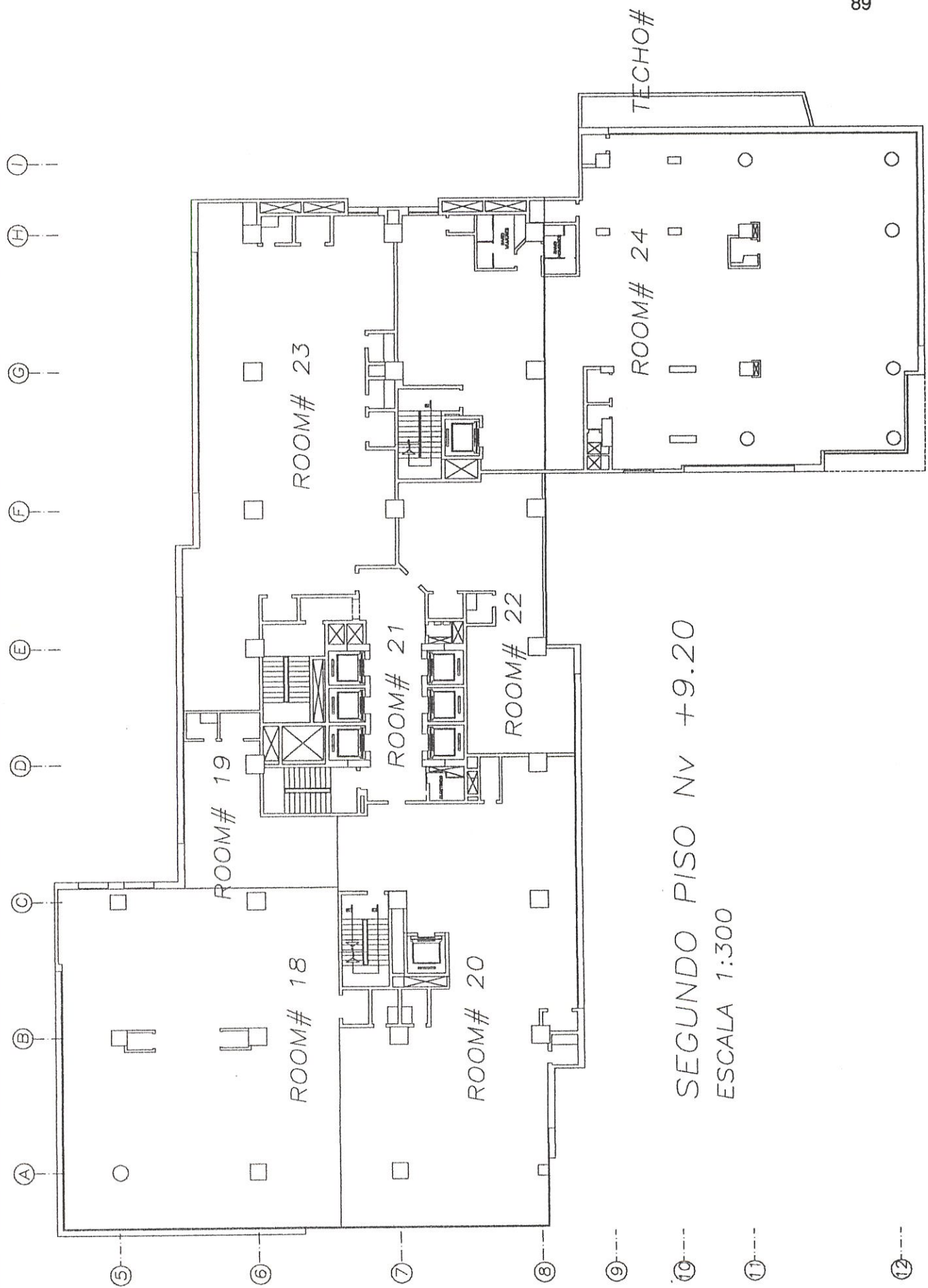
eficiencia energética representará un ahorro de recursos, económicos principalmente, a lo largo de la vida útil del proyecto.

ANEXOS

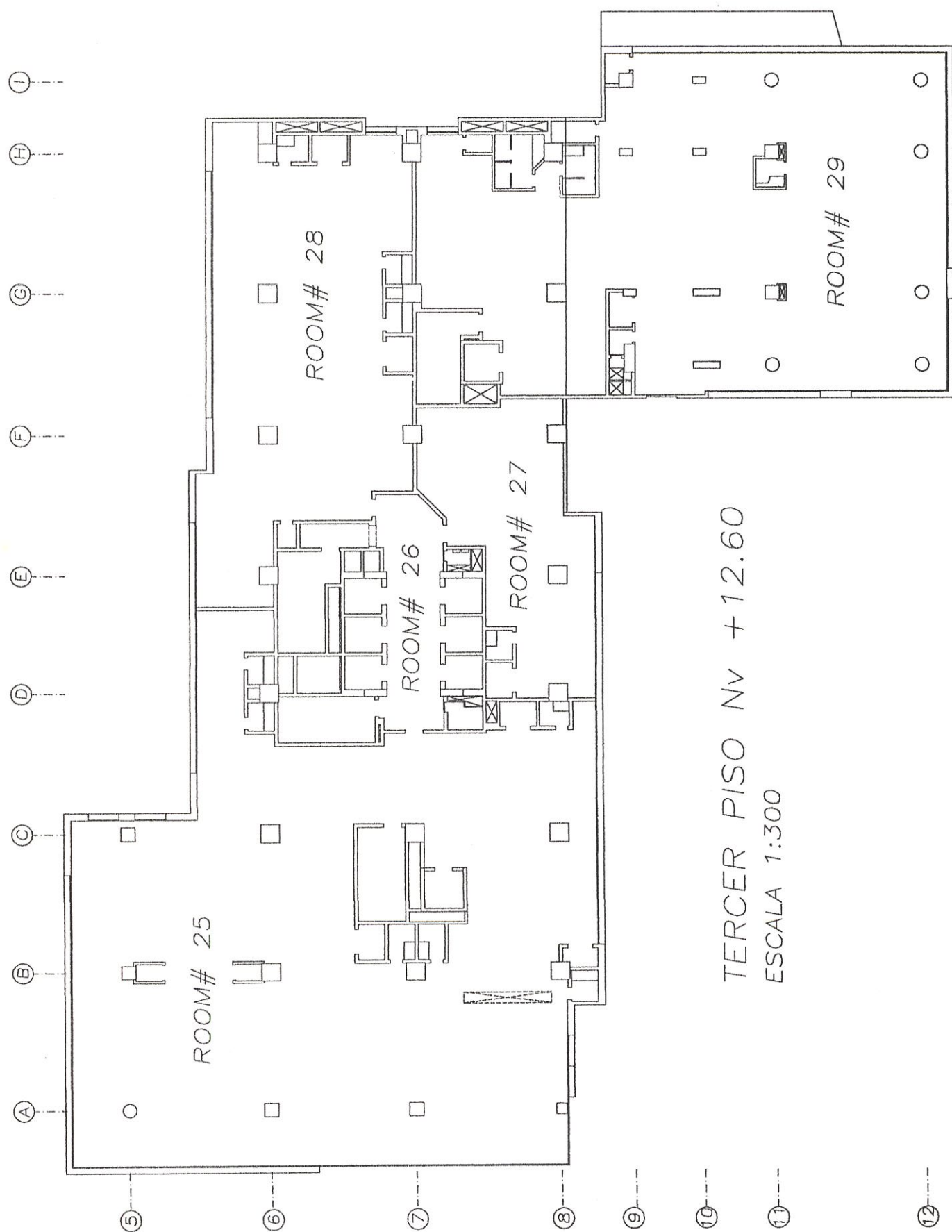


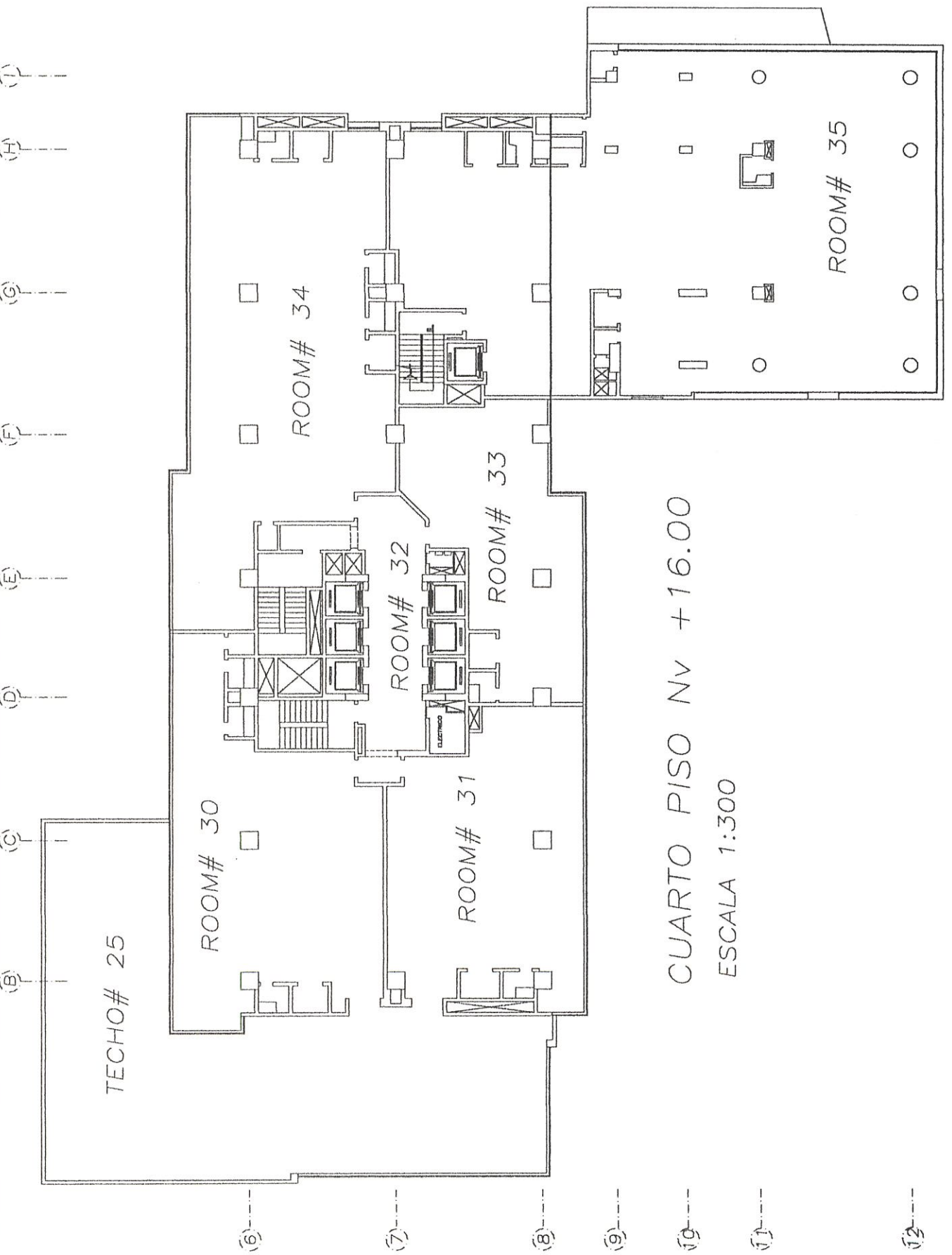


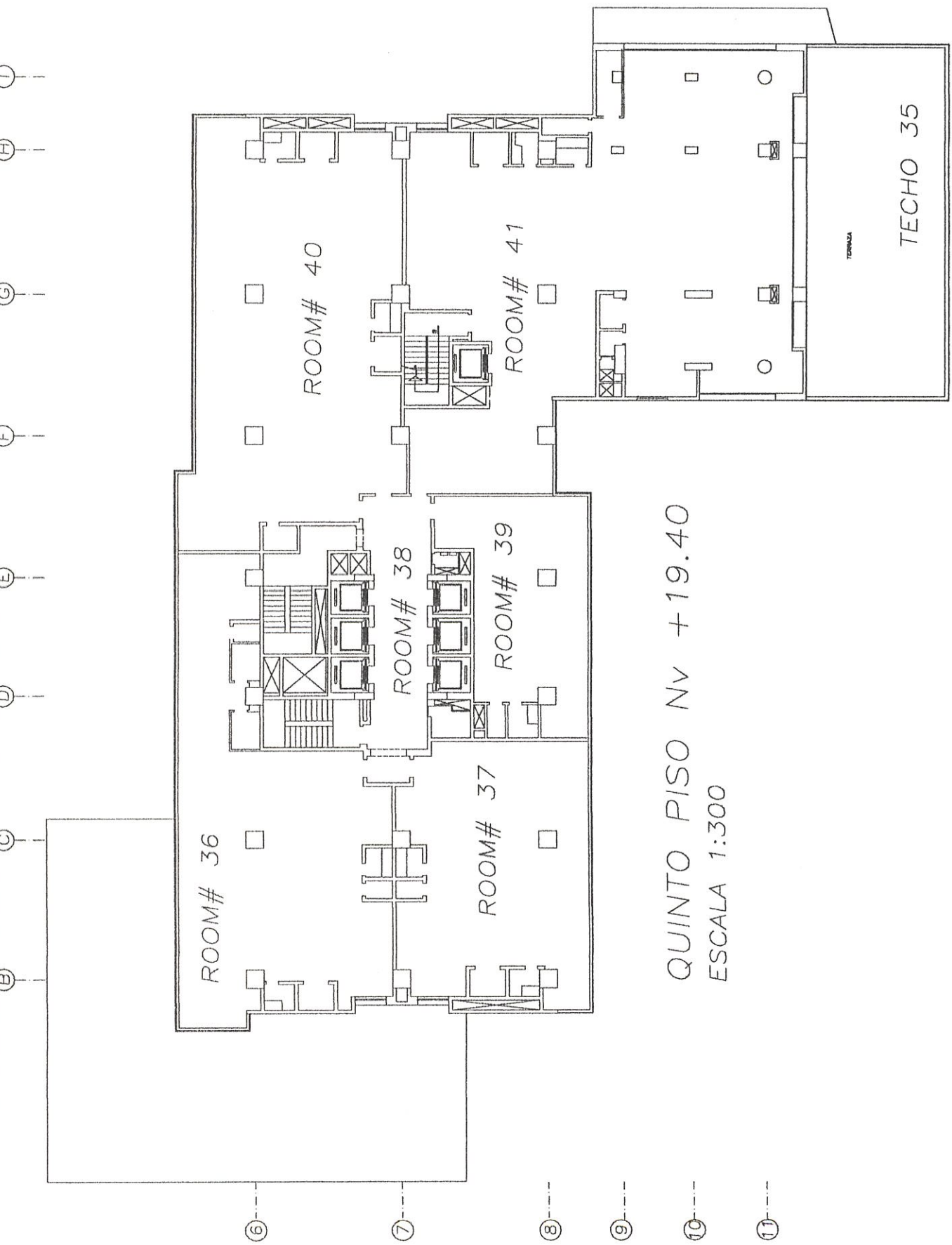
PRIMER PISO Nv +5.80
 ESCALA 1:300

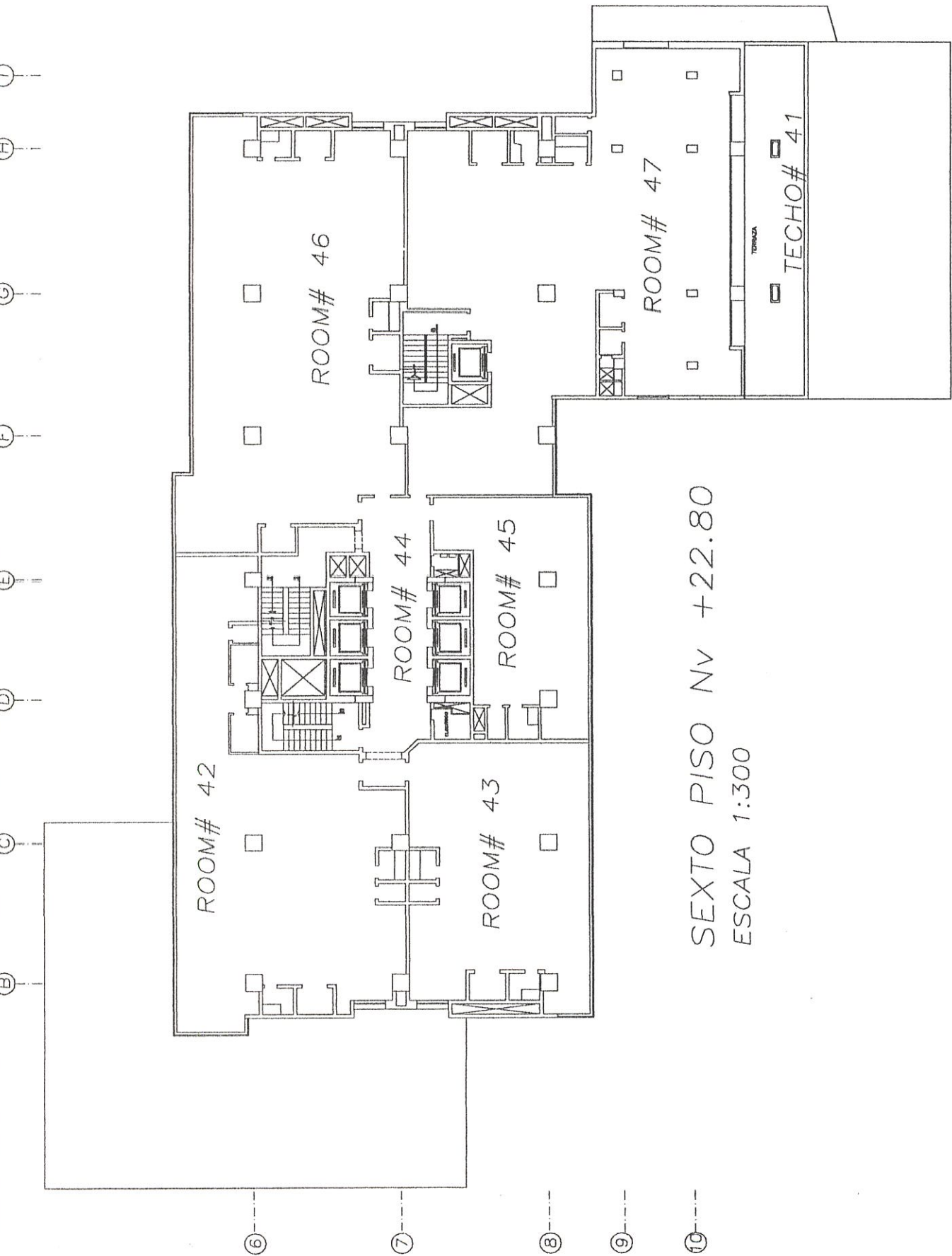


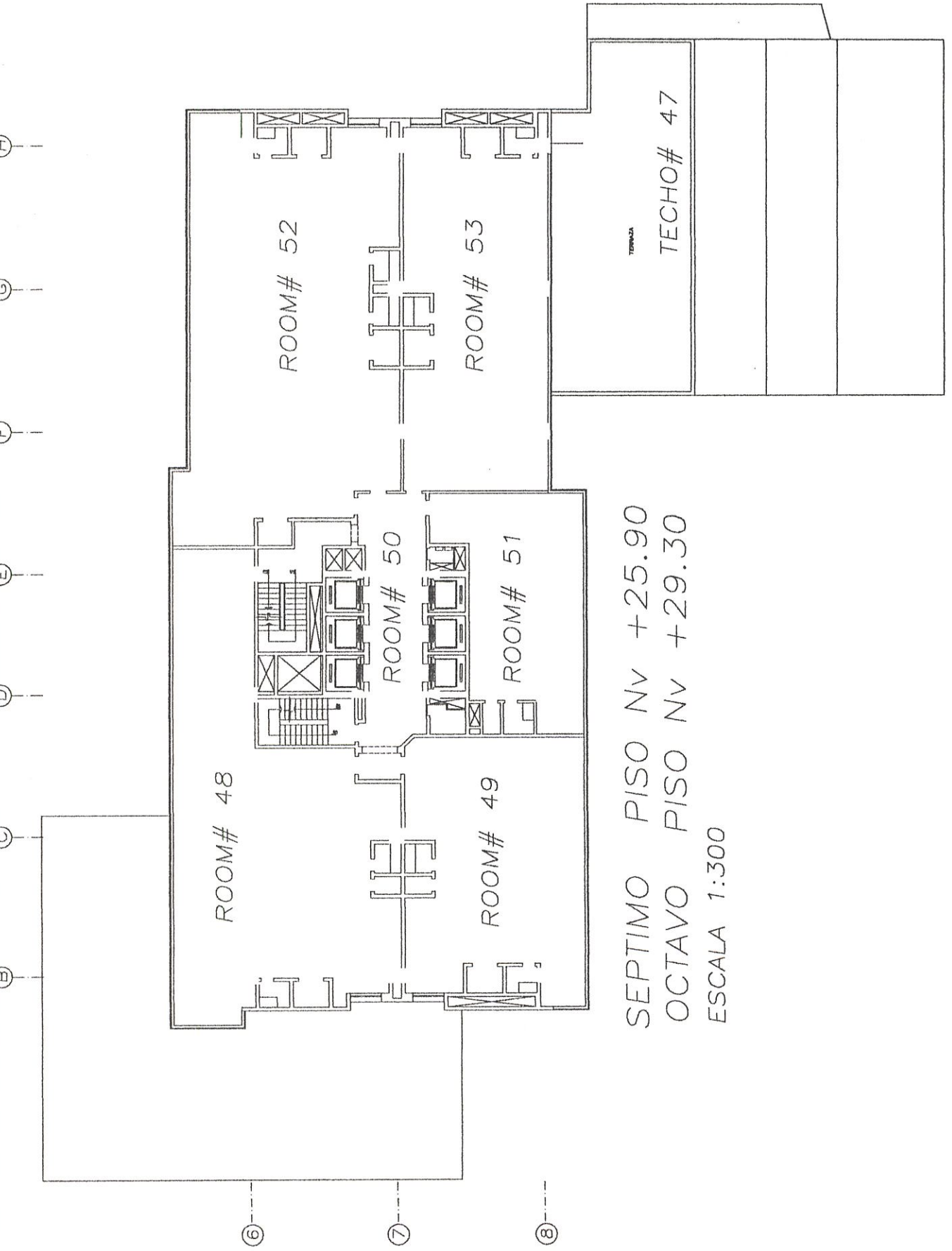
SEGUNDO PISO Nv +9.20
ESCALA 1:300



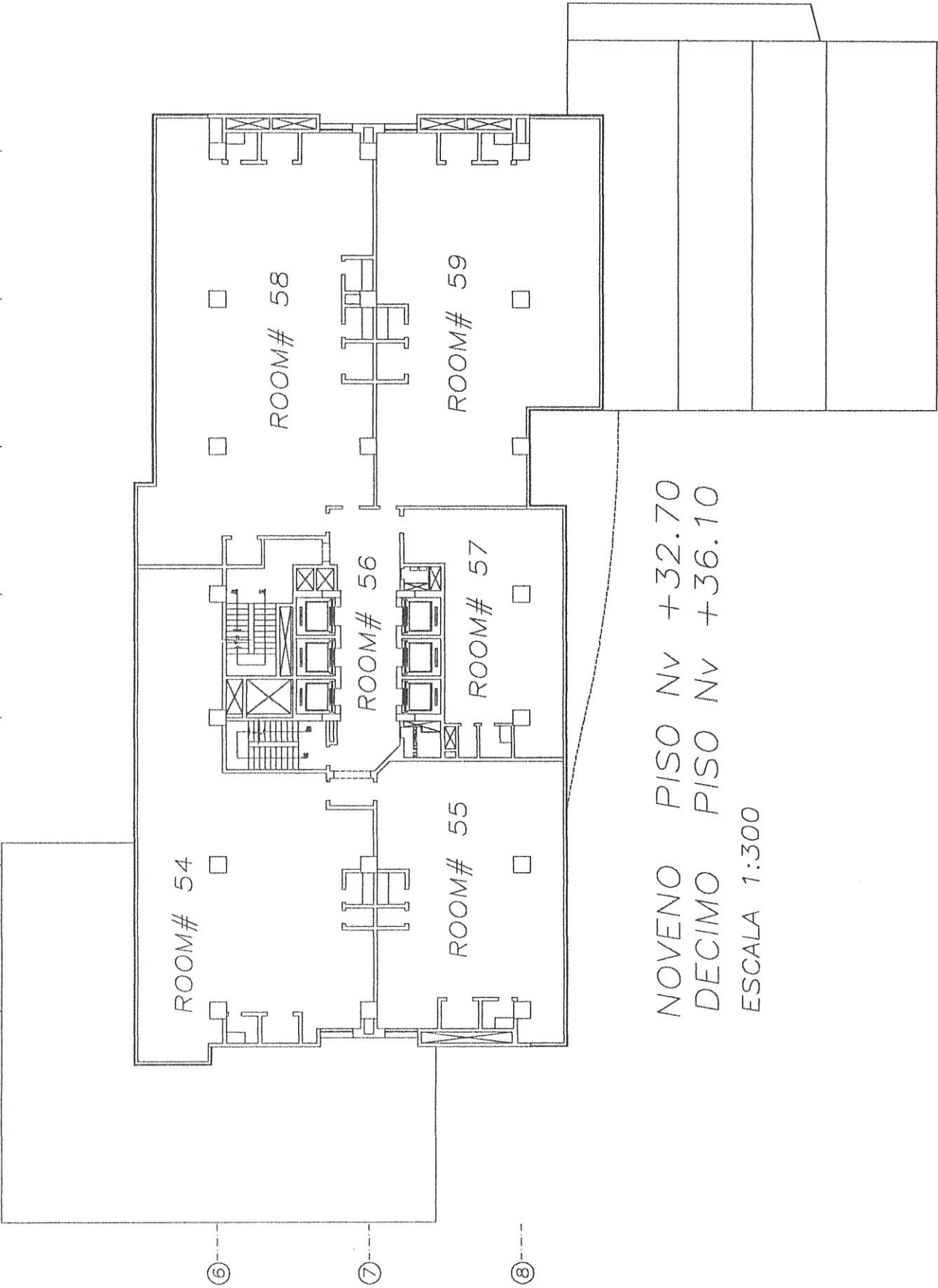


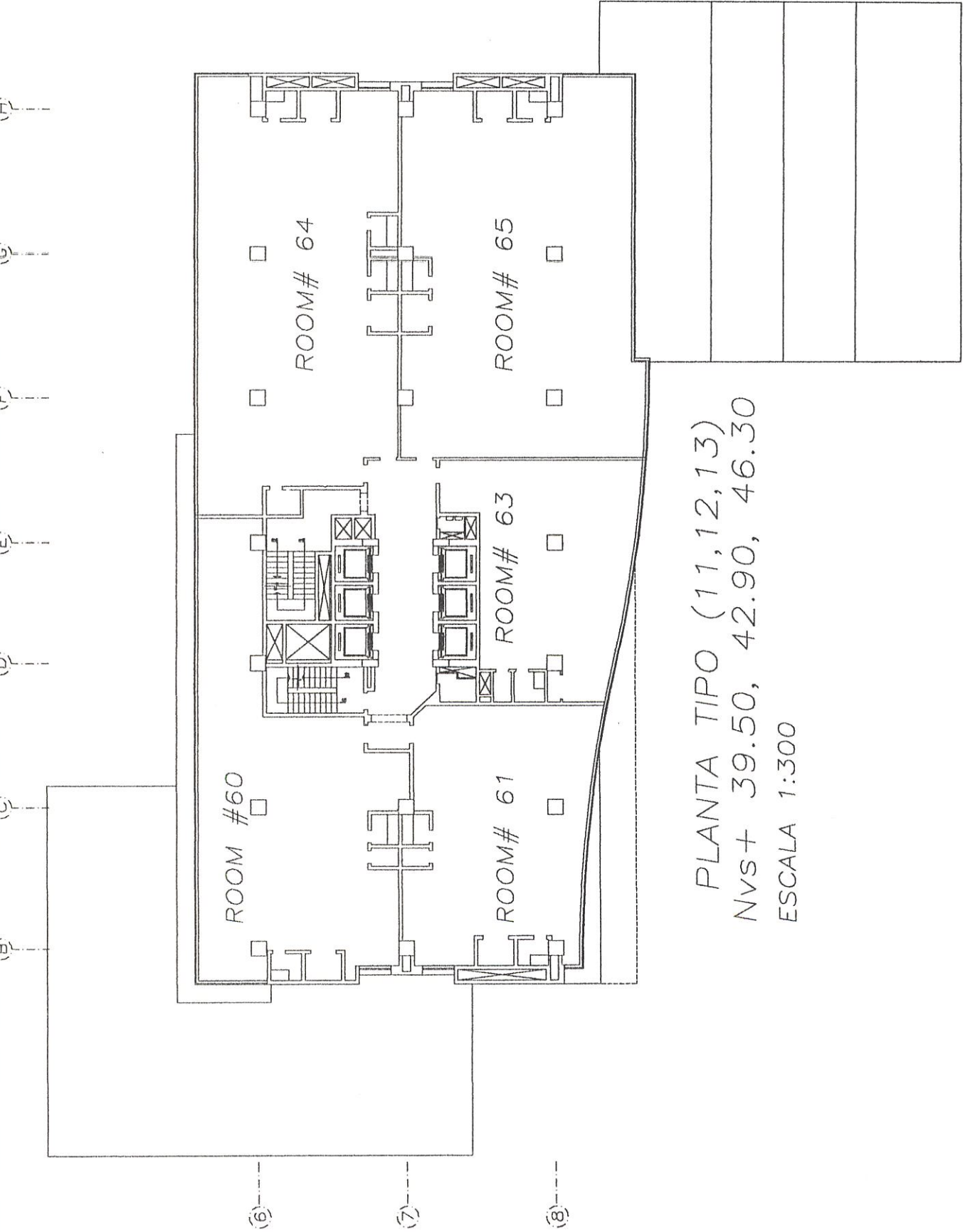




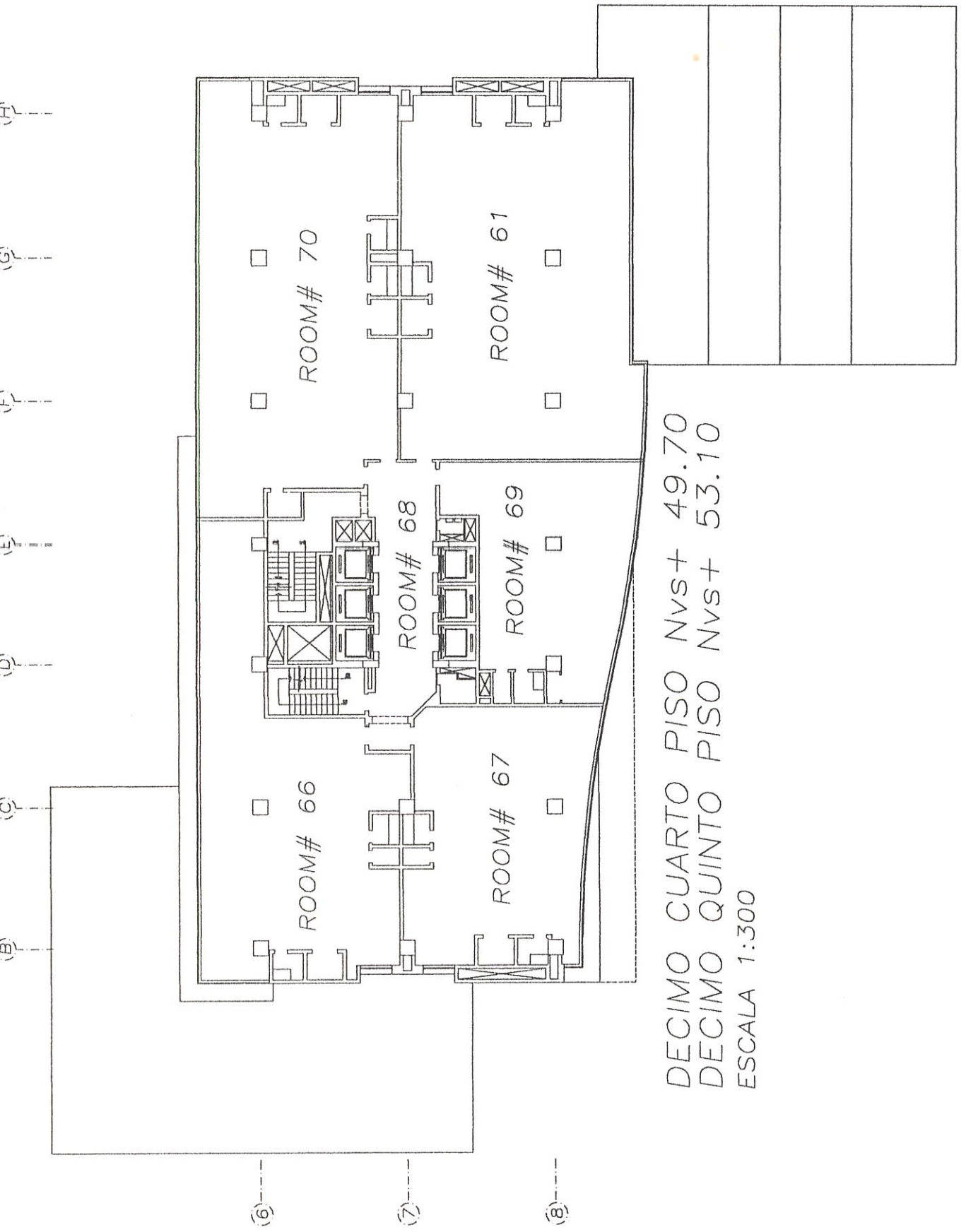


SEPTIMO PISO NV +25.90
OCTAVO PISO NV +29.30
ESCALA 1:300





PLANTA TIPO (11,12,13)
Nvs+ 39.50, 42.90, 46.30
ESCALA 1:300



[illegible]

EDIFICIO CENTRUM
GUAYAQUIL, ECUADOR
COLONCORP
NENA YEPEZ
PROYECTO TESIS

Weather File Code:		GQUIL4.W	
Location:	DATOS CLIMATICOS	GUAYAQUIL	
Latitude:	-2.2	(deg)	
Longitude:	79.8	(deg)	
Time Zone:	-1		
Elevation:	20	(ft)	
Barometric Pressure:	29.9	(in. Hg)	
Summer Clearness Number:	1.00		
Winter Clearness Number:	1.00		
Summer Design Dry Bulb:	94	(F)	
Summer Design Wet Bulb:	82	(F)	
Winter Design Dry Bulb:	85	(F)	
Summer Ground Relectance:	0.20		
Winter Ground Relectance:	0.20		
Air Density:	0.0760	(Lbm/cuft)	
Air Specific Heat:	0.2444	(Btu/lbm/F)	
Density-Specific Heat Prod:	1.1153	(Btu-min./hr/cuft/F)	

Latent Heat Factor: 4,909.6 (Btu-min./hr/cuft)
Enthalpy Factor: 4.5628 (Lb-min./hr/cuft)

Design Simulation Period: January To December
System Simulation Period: January To December
Cooling Load Methodology: TETD/Time Averaging

Time/Date Program was Run: 18:50:31 10/ 5/97
Dataset Name: CENTIZQ .TM

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 31 Room Description P4 OF31 Zone Number: 1

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 1,937 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
Flr-Flr Ht: 9.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS

Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 1 Cooling Setup: 90.0 (F)
C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 80 (SF-PERS) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL.PC
People Sensible: 324 Lighting Load: 15.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL.PC
People Latent: 307 Ballast Factor: 1.2
% Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description Value Units Sched Code

Clg Ventilation 20.0 CFM-P AVAIL.PC
Clg Infiltration 0.2 ACH-HR AVAIL.PC
Reheat Minimum -0.0 ACH-HR CLGONLY

----- WALL INFO -----

Wall Number: 1 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 80 (%)
Wall Area: 581 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 1.057 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Glass Shading Coef: 0.60
Wall Direction: 180 (deg) Int Shading Code: 0
Int Shading Code: 0

Wall Cnstr Type:	PAREDES TESIS		% Solar to Ret Air:	0.0
Wall Number:	2	Wall U-Value:	**** (Btu/Hr/sf)	40 (%)
Wall Area:	387 (sf)	Wall Alpha:	0.90	Glass U-Value: 1.057 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt:	0 (deg)	Ground Refl. Mult:	1.00	Glass Shading Coef: 0.60
Wall Direction:	270 (deg)			Ext Shading Code: 0
				Int Shading Code: 0
Wall Cnstr Type:	PAREDES TESIS		% Solar to Ret Air:	0.0

Trane Air Conditioning Economics

V 600

By: ENERGY SYSTEMS S.A.

PAGE 15

Room	31	P4 OF31	Zone	1	System	1	Peak	WSHP	-	WATER SOURCE	HEAT PUMP
***** COOLING COIL PEAK ***** CLG SPACE PEAK ***** HEATING COIL PEAK *****											
Peaked at Time ==>			Mo/Hr: 12/17		Mo/Hr: 12/18		Mo/Hr: 13/				
1	Outside Air ==>		OADB/WB/HR: 89/ 79/133.0		OADB: 87		OADB: 85				
Peak	Percnt	Space	Ret. Air	Sensible	Latent	Total	Of Tot	Sensible	Of Tot	Space	Coil
Sens. Of Tot		Sens.+Lat.		Ret. Air		Net		Space		Space	
Envelope Loads		(Btuh)		(Btuh)		(Btuh)		(Btuh)		(Btuh)	
(Btuh)		(Btuh)		(Btuh)		(Btuh)		(Btuh)		(Btuh)	
Skylite Solr		0		0		0		0		0	
0.00											
Skylite Cond		0		0		0		0		0	
0.00											
Roof Cond		0		0		0		0		0	
0.00											
Glass Solar		39,040		0		39,040		40,899		46.13	
0.00											
Glass Cond		8,774		0		8,774		7,595		8.57	
10,411		20.65								10,411	
Wall Cond		794		1,026		1,820		1,006		1.13	
1,747		3.47								799	
Partition		0				0		0		0.00	
0.00											
Exposed Floor		0				0		0		0.00	
0.00											
Infiltration		3,162				3,162		657		0.74	
0.00											
Sub Total==>		51,770		1,026		52,797		50,157		56.57	
12,158		24.11								11,209	
Internal Loads											
Lights		11,052		0		11,052		11,052		12.47	
11,052		21.92								11,052	

People	15,274	15,274	11.86	*	7,843	8.85	*	7,843
7,843 15.56								
Misc								
19,365 38.41	0	19,365	15.04	*	19,365	21.84	*	19,365
Sub Total==>	0	0	45,691	35.48	*	38,260	43.15	*
38,260 75.89								
Ceiling Load	126							
0 0.00	-126	0	0.00	*	246	0.28	*	183
Outside Air	0	0	30,408	23.61	*	0	0.00	*
0 0.00								
Sup. Fan Heat								
0 0.00		0	0.00	*		0.00	*	
Ret. Fan Heat	0	0	0.00	*		0.00	*	
0 0.00								
Duct Heat Pkup	0	0	0.00	*		0.00	*	
0 0.00								
OV/UNDR Sizing	0	0	0.00	*	0	0.00	*	0
0 0.00								
Exhaust Heat								
0 0.00	-111	0	-111	-0.09	*	0.00	*	
Terminal Bypass	0	0	0	-0.00	*	0.00	*	
0 0.00								
Grand Total==>	97,588	0	128,785	100.00	*	88,663	100.00	*
50,418 100.00	790							49,653

-----COOLING COIL SELECTION-----												-----AREAS-----	
Total Capacity		Sens Cap.	Coil Airfl	Entering DB/WB/HR			Leaving DB/WB/HR			Gross Total	Glass		
(sf)	(%)	(Mbh)	(Mbh)	(cfm)	Deg F	Deg F	Deg F	Deg F	Grains	Grains			
Main Clg	10.7	128.8	95.8	4,363	76.7	64.7	56.8	55.1	62.1	Floor	1,937		
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Part	0		
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ExFlr	0		
0	0									Roof	0		
Totals	10.7	128.8								Wall	968		
620	64												
-----HEATING COIL SELECTION-----												-----ENGINEERING CHECKS-----	
Capacity		Coil Airfl	Ent	Lvg	Type	Cooling			Heating	Clg % OA	11.1	Type	
Clg	Htg												

	(Mbh)	(cfm)	Deg F	Deg F	Vent	484	0	Clg Cfm/Sqft	2.25	SADB
56.8 68.1										
Main Htg	-0.0	4,363	68.1	68.1	Infil	50	0	Clg Cfm/Ton	406.57	Plenum
75.2 69.5										
Aux Htg	0.0	0	0.0	0.0	Supply	4,363	4,363	Clg Sqft/Ton	180.44	Return
75.2 69.5										
Preheat	-0.0	4,363	71.2	56.8	Mincfm	0	0	Clg Btuh/Sqft	66.50	Ret/OA
76.7 69.5										
Reheat	0.0	0	0.0	0.0	Return	4,363	4,363	No. People	24	Runarnd
75.0 68.0										
Humidif	0.0	0	0.0	0.0	Exhaust	484	0	Htg % OA	0.0	Fn MtrTD
0.0 0.0										
Opt Vent	0.0	0	0.0	0.0	Rm Exh	0	0	Htg Cfm/Sqft	2.25	Fn BldTD
0.0 0.0										
Total	0.0				Auxil	0	0	Htg Btuh/Sqft	0.00	Fn Frict
0.0 0.0										

Room	36	P5 OF36	Zone	1	System	1	Peak	WSHP	-	WATER SOURCE HEAT PUMP
***** COOLING COIL PEAK ***** CLG SPACE PEAK ***** HEATING COIL PEAK *****										
Peaked at Time ==>			Mo/Hr: 5/17	*				Mo/Hr: 6/18	*	Mo/Hr: 13/
1 Outside Air ==>			OADB/WB/HR: 90/ 82/154.0	*				OADB: 86	*	OADB: 85
Peak	Perct	Space	Ret. Air	Latent	Net	Perct		Space	Perct	Space
Sens	Of Tot	Sens.+Lat.	Sensible	(Btuh)	Total	Of Tot		Sensible	Of Tot	Space
Envelope Loads		(Btuh)	(Btuh)	(Btuh)	(Btuh)	(%)		(Btuh)	(%)	Coil
(Btuh)										Tot
Skylite Solr	0	0	0	0	0	0.00	*	0	0.00	0
0 0.00										
Skylite Cond	0	0	0	0	0	0.00	*	0	0.00	0
0 0.00										
Roof Cond	0	0	0	0	0	0.00	*	0	0.00	0
0 0.00										
Glass Solar	49,885	0	0	0	49,885	27.10	*	57,902	47.48	0
0 0.00										
Glass Cond	13,459	0	0	0	13,459	7.31	*	10,447	8.57	14,965
14,965 21.87										
Wall Cond	627	1,432	0	0	2,058	1.12	*	747	0.61	588
1,825 2.67										
Partition	0	0	0	0	0	0.00	*	0	0.00	0
0 0.00										
Exposed Floor	0	0	0	0	0	0.00	*	0	0.00	0
0 0.00										
Infiltration	5,384	0	0	0	5,384	2.92	*	872	0.71	0
0 0.00										
Sub Total==>	69,355	1,432	0	0	70,786	38.45	*	69,968	57.37	15,553
16,790 24.53										
Internal Loads	14,920	0	0	0	14,920	8.11	*	14,920	12.23	14,920
Lights										
14,920 21.80										

AIRFLOW - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

----- S Y S T E M S U M M A R Y -----
(Design Airflow Quantities)

System Number	System Type	Main			Auxil.		Room	
		Outside Airflow (Cfm)	Cooling Airflow (Cfm)	Heating Airflow (Cfm)	Return Airflow (Cfm)	Exhaust Airflow (Cfm)	Supply Airflow (Cfm)	Exhaust Airflow (Cfm)
1	WSHP	19,596	163,303	163,303	165,341	21,634	0	0
Totals		19,596	163,303	163,303	165,341	21,634	0	0

CAPACITY - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

----- S Y S T E M S U M M A R Y -----

(Design Capacity Quantities)

----- Cooling ----- Heating -----

Heating System Totals Number (Btuh)	Main Sys. Aux. Sys. Opt. Vent			Cooling			Main Sys. Aux. Sys.			Preheat			Reheat			Humidif. Opt. Vent		
	System Capacity (Tons)	Capacity (Tons)	Capacity (Tons)	System Capacity (Tons)	Capacity (Tons)	Capacity (Tons)	System Capacity (Tons)	Capacity (Tons)	Capacity (Tons)	System Capacity (Btuh)	Capacity (Btuh)	Capacity (Btuh)	System Capacity (Btuh)	Capacity (Btuh)	Capacity (Btuh)	System Capacity (Btuh)	Capacity (Btuh)	Capacity (Btuh)
1	WSHP	433.2	0.0	0.0	0.0	433.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totals		433.2	0.0	0.0	0.0	433.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

The building peaked at hour 17 month 5 with a capacity of 414.8 tons

ENGINEERING CHECKS - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

ENGINEERING CHECKS									
System Number	Main/ Auxiliary	System Type	Percent Outside Air	Cooling		Heating		Floor Area Sq Ft	
				Cfm/ Ton	Sq Ft /Ton	Cfm/ Sq Ft	Btuh/ Sq Ft		
1	Main	WSHP	12.00	376.9	180.9	2.08	66.32	2.08	0.00
									78,386

V 600

PAGE 29

System	1	Peak	WSHP	-	WATER SOURCE HEAT PUMP
***** COOLING COIL PEAK ***** CLG SPACE PEAK ***** HEATING COIL PEAK *****					
Peaked at Time ==> Mo/Hr: 5/17					
Outside Air ==> OADB/WB/HR: 90/ 82/154.0					
Mo/Hr:	5/17	* Mo/Hr:	7/18	*	Mo/Hr: 13/
OADB:	91	* OADB:	91	*	OADB: 85
Sens.	Of Tot	Sens.	Of Tot	Perct	Space Peak Coil
(Btuh)	(%)	(Btuh)	(%)	(%)	(Btuh)
Skylite Solr	0	0	0	0.00	0
0.00					
Skylite Cond	0	0	0	0.00	0
0.00					
Roof Cond	0	29,116	0	0.00	0
15,836	0.77				
Glass Solar	1,264,736	0	1,264,736	24.33	0
0.00					
Glass Cond	365,042	0	365,042	7.02	0
407,452	19.85				
Wall Cond	30,729	39,751	70,479	1.36	0
68,084	3.32				
Partition	0	0	0	0.00	0
0.00					
Exposed Floor	4,570	4,570	4,570	0.09	0
12,542	0.61				
Infiltration	152,934	152,934	152,934	2.94	0
0.00					
Sub Total==>	1,818,009	68,867	1,886,876	36.29	0
503,915	24.55				
Internal Loads	447,364	0	447,364	8.61	0
Lights	447,364	0	447,364	8.61	0
21.80					

People	618,267	618,267	11.89	*	317,462	9.33	*	317,462
317,462	15.47							
Misc	783,857	0	783,857	15.08	*	23.04	*	783,857
783,857	38.19							
Sub Total==>	1,849,489	0	1,849,489	35.58	*	45.51	*	1,548,683
1,548,683	75.45							
Ceiling Load	9,157	-9,157	0	0.00	*	0.29	*	7,421
0	0.00							
Outside Air	0	0	1,470,515	28.29	*	0.00	*	0
0	0.00							
Sup. Fan Heat			0	0.00	*	0.00	*	
0	0.00							
Ret. Fan Heat		0	0	0.00	*	0.00	*	
0	0.00							
Duct Heat Pkup		0	0	0.00	*	0.00	*	
0	0.00							
OV/UNDR Sizing	0		0	0.00	*	0.00	*	0
0	0.00							
Exhaust Heat		-8,058	0	-8,058	-0.16	*	0.00	*
0	0.00							
Terminal Bypass		0	0	0.00	*	0.00	*	
0	0.00							
Grand Total==>	3,676,655	51,651	0	5,198,822	100.00	*	100.00	*
2,052,599	100.00							2,008,295

-----COOLING COIL SELECTION-----										-----AREAS-----	
										Gross Total	Glass
(sf)	(%)	Total Capacity	Sens Cap.	Coil Airfl	Entering DB/WB/HR		Leaving DB/WB/HR				
	(Tons)	(Mbh)	(Mbh)	(cfm)	Deg F	Deg F	Deg F	Deg F	Grains	Grains	
Main Clg	433.2	5,198.8	3,633.7	163,303	77.1	65.4	74.9	55.1	62.7	Floor Part	
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ExFlr	
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Roof	
0	0										
Totals	433.2	5,198.8								Wall	
24,253	64									38,117	
-----HEATING COIL SELECTION-----										-----ENGINEERING CHECKS-----	
TEMPERATURES (F)---											
Capacity	Coil Airfl	Ent	Lvg	Type	Cooling	Heating	Clg % OA	12.0	Type		
Clg	Htg									111	

56.3	68.1	(Mbh)	(cfm)	Deg F	Deg F	Vent	19,596	0	Clg Cfm/Sqft	2.08	SADB
Main Htg		-0.0	163,303	68.1	68.1	Infil	2,038	0	Clg Cfm/Ton	376.94	Plenum
75.4	70.0										
Aux Htg		0.0	0	0.0	0.0	Supply	163,303	163,303	Clg Sqft/Ton	180.93	Return
75.4	70.1										
Preheat		-0.0	163,303	71.8	56.3	Mincfm	0	0	Clg Btuh/Sqft	66.32	Ret/OA
77.1	70.1										
Reheat		0.0	0	0.0	0.0	Return	163,303	163,303	No. People	980	Runarnd
75.0	68.0										
Humidif		0.0	0	0.0	0.0	Exhaust	19,596	0	Htg % OA	0.0	Fn MtrTD
0.0	0.0										
Opt Vent		0.0	0	0.0	0.0	Rm Exh	0	0	Htg Cfm/SqFt	2.08	Fn BldTD
0.0	0.0										
Total		0.0				Auxil	0	0	Htg Btuh/SqFt	0.00	Fn Frict
0.0	0.0										

MAIN SYSTEM COOLING - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

P E A K C O O L I N G L O A D S																
(Main System)																
----- Space ----- Coil -----																
Coil	Peak	OA	Rm Supp.	Space	Space	Space	Peak	OA	Rm Supp.	Coil	Coil	Coil				
Lat.	Time	Cond.	Dry	Dry	Air	Sens.	Lat.	Time	Cond.	Dry	Air	Sens.				
Room	Mo/Hr	DB/WB	Blb	Bulb	Flow	Load	Load	Mo/Hr	DB/WB	Blb	Bulb	Flow				
Load					(Cfm)	(Btuh)	(Btuh)					Load				
Number	Description	(F)	(F)	(F)					(F)	(F)	(F)	(Btuh)				
1	PB OF1	7/16	94	79	75	55.3	4,792	105,167	15,342	5/16	91	82	75	55.9	4,792	116,352
65,322																
2	PB OF2	6/19	85	78	75	55.3	2,524	55,388	7,869	5/17	90	82	75	56.2	2,524	59,950
32,661																
3	PB OF3	12/18	87	78	75	56.4	5,984	124,422	15,300	12/17	89	79	75	56.6	5,984	135,564
51,262																
9	P1 OF9	7/18	91	78	75	55.3	6,280	137,812	19,177	5/17	90	82	75	55.9	6,280	151,313
81,653																
10	P1 OF10	12/19	85	78	75	55.3	5,098	111,874	15,737	5/16	91	82	75	60.1	5,098	98,875
65,322																
11	P1 OF11	6/18	86	78	75	57.5	2,088	40,838	3,279	5/17	90	82	75	58.6	2,088	41,357
13,609																
13	P1 OF13	12/18	87	78	75	56.8	1,764	35,785	3,934	12/17	89	79	75	56.9	1,764	38,908
13,182																
18	P2 OF18	7/18	91	78	75	55.4	5,914	129,421	17,899	5/17	90	82	75	55.9	5,914	141,967
76,209																
19	P2 OF19	6/18	86	78	75	55.0	2,577	57,382	9,180	5/16	91	82	75	56.0	2,577	62,757
38,105																
113																

20	P2 OF20	12/18	87	78	75	55.3	5,671	124,456	17,704	5/16	91	82	75	60.1	5,671	110,041
73,488																
25	P3 OF25	7/17	93	79	75	55.3	12,568	275,816	38,354	5/16	91	82	75	55.8	12,568	315,871
163,306																
30	P4 OF30	6/18	86	78	75	56.5	4,977	102,646	10,819	5/17	90	82	75	57.3	4,977	108,093
44,909																
31	P4 OF31	12/18	87	78	75	56.8	4,363	88,663	9,836	12/17	89	79	75	57.0	4,363	95,831
32,954																
36	P5 OF36	6/18	86	78	75	56.4	5,876	121,951	13,278	5/17	90	82	75	57.2	5,876	128,968
55,116																
37	P5 OF37	12/18	87	78	75	56.5	3,950	81,461	9,617	12/17	89	79	75	56.6	3,950	88,971
32,222																
42	P6 OF42	6/18	86	78	75	56.4	5,876	121,951	13,278	5/17	90	82	75	57.2	5,876	128,968
55,116																
43	P6 OF43	12/18	87	78	75	57.0	3,701	74,499	7,869	12/17	89	79	75	57.0	3,701	80,747
26,363																
48	P78 OF48	6/18	86	78	75	56.4	11,750	243,365	26,229	5/17	90	82	75	57.2	11,750	256,975
108,871																
49	P78 OF49	12/18	87	78	75	57.2	7,096	140,498	13,770	12/17	89	79	75	57.3	7,096	151,548
46,136																
54	P910 OF54	6/18	86	78	75	56.4	11,750	243,365	26,229	5/17	90	82	75	57.2	11,750	256,975
108,871																
55	P910 OF55	12/18	87	78	75	57.2	7,096	140,498	13,770	12/17	89	79	75	57.3	7,096	151,548
46,136																
60	P11A13 OF60	6/18	86	78	75	56.8	15,653	318,143	31,474	5/17	90	82	75	57.6	15,653	333,025
130,645																
61	P11A13 OF61	12/16	90	79	75	56.4	7,236	150,251	18,360	12/16	90	79	75	56.4	7,236	166,080
61,515																
66	P1415 OF66	6/18	86	78	75	57.0	10,954	220,411	20,655	5/17	90	82	75	57.7	10,954	236,757
85,736																
67	P1415 OF67	12/19	85	78	75	56.9	7,765	156,782	16,830	12/17	89	79	75	56.9	7,765	176,282
56,388																
Zone	1 Total/Ave.		91	78	75	56.3	163,303	3,402,842	395,787		90	82	75	57.1	163,303	3,633,724
1,565,097																
Zone	1 Block	7/18	91	78	75	58.4	163,303	3,029,384	388,121	5/17	90	82	75	58.8	163,303	3,325,264
1,652,566																
System	1 Total/Ave.		91	78	75	56.3	163,303	3,402,842	395,787		90	82	75	57.1	163,303	3,633,724
1,565,097																
System	1 Block	7/18	91	78	75	58.4	163,303	3,029,384	388,121	5/17	90	82	75	58.8	163,303	3,325,264
1,652,566																

PEAK HEATING LOADS

Space

[illegible]

20	P2 OF20	3,486	13/ 1	85	79	68	68.1	5,671	83,080	13/ 1	85	79	68	68.1	5,671
6,614															
25	P3 OF25	7,746	13/ 1	85	79	68	68.1	12,568	191,090	13/ 1	85	79	68	68.1	12,568
58,147															
30	P4 OF30	2,130	13/ 1	85	79	68	68.1	4,977	56,108	13/ 1	85	79	68	68.1	4,977
8,492															
31	P4 OF31	1,937	13/ 1	85	79	68	68.1	4,363	49,653	13/ 1	85	79	68	68.1	4,363
7,034															
36	P5 OF36	2,614	13/ 1	85	79	68	68.1	5,876	67,452	13/ 1	85	79	68	68.1	5,876
9,132															
37	P5 OF37	1,893	13/ 1	85	79	68	68.1	3,950	47,487	13/ 1	85	79	68	68.1	3,950
6,086															
42	P6 OF42	2,614	13/ 1	85	79	68	68.1	5,876	67,452	13/ 1	85	79	68	68.1	5,876
9,132															
43	P6 OF43	1,549	13/ 1	85	79	68	68.1	3,701	40,652	13/ 1	85	79	68	68.1	3,701
6,915															
48	P78 OF48	5,164	13/ 1	85	79	68	68.1	11,750	134,265	13/ 1	85	79	68	68.1	11,750
18,942															
49	P78 OF49	2,711	13/ 1	85	79	68	68.1	7,096	73,121	13/ 1	85	79	68	68.1	7,096
14,526															
54	P910 OF54	5,164	13/ 1	85	79	68	68.1	11,750	134,265	13/ 1	85	79	68	68.1	11,750
18,942															
55	P910 OF55	2,711	13/ 1	85	79	68	68.1	7,096	73,121	13/ 1	85	79	68	68.1	7,096
14,526															
60	P11A13 OF60	6,197	13/ 1	85	79	68	68.1	15,653	167,079	13/ 1	85	79	68	68.1	15,653
29,001															
61	P11A13 OF61	3,615	13/ 1	85	79	68	68.1	7,236	95,884	13/ 1	85	79	68	68.1	7,236
15,385															
66	P1415 OF66	4,067	13/ 1	85	79	68	68.1	10,954	111,837	13/ 1	85	79	68	68.1	10,954
58,371															
67	P1415 OF67	3,314	13/ 1	85	79	68	68.1	7,765	87,037	13/ 1	85	79	68	68.1	7,765
40,573															
Zone	1 Total/Ave.	78,386		85	79	68	68.1	163,303	2,008,295		85	79	68	68.1	163,303
363,075															
Zone	1 Block	78,386	13/ 1	85	79	68	68.1	163,303	2,008,294	13/ 1	85	79	68	68.1	163,303
352,463															
System	1 Total/Ave.	78,386		85	79	68	68.1	163,303	2,008,295		85	79	68	68.1	163,303
363,075															
System	1 Block	78,386	13/ 1	85	79	68	68.1	163,303	2,008,294	13/ 1	85	79	68	68.1	163,303
352,463															

COOLING LOADS AT COIL PEAK - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

INTERNAL COOLING LOADS										
(At time of Coil Peak)										
Room Total Number (Btuh)	Description	Lights Room Sensible (Btuh)	Lights Ret. Air Sensible (Btuh)	People Sensible (Btuh)	People Latent (Btuh)	People CLF	Misc. Space Sensible (Btuh)	Misc. Space Latent (Btuh)	Misc. Ret. Air Sensible (Btuh)	Misc. CLF
1	PB OF1	17,683	0	1,000	12,549	11,890	1,000	30,984	0	1,000
73,106										
2	PB OF2	8,842	0	1,000	6,274	5,945	1,000	15,492	0	1,000
36,553										
3	PB OF3	17,192	0	1,000	12,200	11,560	1,000	30,124	0	1,000
71,076										
9	P1 OF9	22,104	0	1,000	15,686	14,863	1,000	38,730	0	1,000
91,383										
10	P1 OF10	17,683	0	1,000	12,549	11,890	1,000	30,984	0	1,000
73,106										
11	P1 OF11	3,684	0	1,000	2,614	2,477	1,000	6,455	0	1,000
15,230										
13	P1 OF13	4,421	0	1,000	3,137	2,973	1,000	7,746	0	1,000
18,277										
18	P2 OF18	20,631	0	1,000	14,640	13,872	1,000	36,148	0	1,000
85,291										
19	P2 OF19	10,315	0	1,000	7,320	6,936	1,000	18,074	0	1,000
42,645										
20	P2 OF20	19,894	0	1,000	14,117	13,376	1,000	34,857	0	1,000
82,245										
25	P3 OF25	44,208	0	1,000	31,371	29,725	1,000	77,460	0	1,000
182,766										

30	P4 OF30	12,157	0 1.000	8,627	8,175 1.000	21,302	0	0 1.000
50,261								
31	P4 OF31	11,052	0 1.000	7,843	7,431 1.000	19,365	0	0 1.000
45,691								
36	P5 OF36	14,920	0 1.000	10,588	10,032 1.000	26,143	0	0 1.000
61,683								
37	P5 OF37	10,806	0 1.000	7,669	7,266 1.000	18,935	0	0 1.000
44,676								
42	P6 OF42	14,920	0 1.000	10,588	10,032 1.000	26,143	0	0 1.000
61,683								
43	P6 OF43	8,842	0 1.000	6,274	5,945 1.000	15,492	0	0 1.000
36,553								
48	P78 OF48	29,472	0 1.000	20,914	19,817 1.000	51,640	0	0 1.000
121,844								
49	P78 OF49	15,473	0 1.000	10,980	10,404 1.000	27,111	0	0 1.000
63,968								
54	P910 OF54	29,472	0 1.000	20,914	19,817 1.000	51,640	0	0 1.000
121,844								
55	P910 OF55	15,473	0 1.000	10,980	10,404 1.000	27,111	0	0 1.000
63,968								
60	P11A13 OF60	35,367	0 1.000	25,097	23,780 1.000	61,968	0	0 1.000
146,213								
61	P11A13 OF61	20,631	0 1.000	14,640	13,872 1.000	36,148	0	0 1.000
85,291								
66	P1415 OF66	23,209	0 1.000	16,470	15,606 1.000	40,667	0	0 1.000
95,952								
67	P1415 OF67	18,911	0 1.000	13,420	12,716 1.000	33,136	0	0 1.000
78,183								
Zone	1 Total/Ave.	447,364	0 1.000	317,462	300,805 1.000	783,857	0	0 1.000
1,849,489								
Zone	1 Block	447,364	0 1.000	317,462	300,805 1.000	783,857	0	0 1.000
1,849,489								
System	1 Total/Ave.	447,364	0 1.000	317,462	300,805 1.000	783,857	0	0 1.000
1,849,489								
System	1 Block	447,364	0 1.000	317,462	300,805 1.000	783,857	0	0 1.000
1,849,489								

30	P4 OF30	12,157	0 1.000	8,627	8,175 1.000	21,302	0	0 1.000
50,261								
31	P4 OF31	11,052	0 1.000	7,843	7,431 1.000	19,365	0	0 1.000
45,691								
36	P5 OF36	14,920	0 1.000	10,588	10,032 1.000	26,143	0	0 1.000
61,683								
37	P5 OF37	10,806	0 1.000	7,669	7,266 1.000	18,935	0	0 1.000
44,676								
42	P6 OF42	14,920	0 1.000	10,588	10,032 1.000	26,143	0	0 1.000
61,683								
43	P6 OF43	8,842	0 1.000	6,274	5,945 1.000	15,492	0	0 1.000
36,553								
48	P78 OF48	29,472	0 1.000	20,914	19,817 1.000	51,640	0	0 1.000
121,844								
49	P78 OF49	15,473	0 1.000	10,980	10,404 1.000	27,111	0	0 1.000
63,968								
54	P910 OF54	29,472	0 1.000	20,914	19,817 1.000	51,640	0	0 1.000
121,844								
55	P910 OF55	15,473	0 1.000	10,980	10,404 1.000	27,111	0	0 1.000
63,968								
60	P11A13 OF60	35,367	0 1.000	25,097	23,780 1.000	61,968	0	0 1.000
146,213								
61	P11A13 OF61	20,631	0 1.000	14,640	13,872 1.000	36,148	0	0 1.000
85,291								
66	P1415 OF66	23,209	0 1.000	16,470	15,606 1.000	40,667	0	0 1.000
95,952								
67	P1415 OF67	18,911	0 1.000	13,420	12,716 1.000	33,136	0	0 1.000
78,183								
Zone	1 Total/Ave.	447,364	0 1.000	317,462	300,805 1.000	783,857	0	0 1.000
1,849,489								
Zone	1 Block	447,364	0 1.000	317,462	300,805 1.000	783,857	0	0 1.000
1,849,489								
System	1 Total/Ave.	447,364	0 1.000	317,462	300,805 1.000	783,857	0	0 1.000
1,849,489								
System	1 Block	447,364	0 1.000	317,462	300,805 1.000	783,857	0	0 1.000
1,849,489								

HEATING LOADS AT COIL PEAK - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA----- I N T E R N A L H E A T I N G L O A D S -----
(At time of Coil Peak)

Room Number	Description	Lights Room Sensible (Btuh)	Lights Ret. Air Sensible (Btuh)	Lites CLF	People Sensible (Btuh)	Peopl CLF	Misc. Space Sensible (Btuh)	Misc. Ret. Air Sensible (Btuh)	Misc. CLF	Total (Btuh)
1	PB OF1	17,683	0	1.000	12,549	1.000	30,984	0	1.000	73,106
2	PB OF2	8,842	0	1.000	6,274	1.000	15,492	0	1.000	36,553
3	PB OF3	17,192	0	1.000	12,200	1.000	30,124	0	1.000	71,076
9	P1 OF9	22,104	0	1.000	15,686	1.000	38,730	0	1.000	91,383
10	P1 OF10	17,683	0	1.000	12,549	1.000	30,984	0	1.000	73,106
11	P1 OF11	3,684	0	1.000	2,614	1.000	6,455	0	1.000	15,230
13	P1 OF13	4,421	0	1.000	3,137	1.000	7,746	0	1.000	18,277
18	P2 OF18	20,631	0	1.000	14,640	1.000	36,148	0	1.000	85,291
19	P2 OF19	10,315	0	1.000	7,320	1.000	18,074	0	1.000	42,645
20	P2 OF20	19,894	0	1.000	14,117	1.000	34,857	0	1.000	82,245
25	P3 OF25	44,208	0	1.000	31,371	1.000	77,460	0	1.000	182,766
30	P4 OF30	12,157	0	1.000	8,627	1.000	21,302	0	1.000	50,261
31	P4 OF31	11,052	0	1.000	7,843	1.000	19,365	0	1.000	45,691
36	P5 OF36	14,920	0	1.000	10,588	1.000	26,143	0	1.000	61,683
37	P5 OF37	10,806	0	1.000	7,669	1.000	18,935	0	1.000	44,676
42	P6 OF42	14,920	0	1.000	10,588	1.000	26,143	0	1.000	61,683
43	P6 OF43	8,842	0	1.000	6,274	1.000	15,492	0	1.000	36,553
48	P78 OF48	29,472	0	1.000	20,914	1.000	51,640	0	1.000	121,844
49	P78 OF49	15,473	0	1.000	10,980	1.000	27,111	0	1.000	63,968
54	P910 OF54	29,472	0	1.000	20,914	1.000	51,640	0	1.000	121,844
55	P910 OF55	15,473	0	1.000	10,980	1.000	27,111	0	1.000	63,968
60	P11A13 OF60	35,367	0	1.000	25,097	1.000	61,968	0	1.000	146,213
61	P11A13 OF61	20,631	0	1.000	14,640	1.000	36,148	0	1.000	85,291
66	P1415 OF66	23,209	0	1.000	16,470	1.000	40,667	0	1.000	95,952
67	P1415 OF67	18,911	0	1.000	13,420	1.000	33,136	0	1.000	78,183

Zone	1	Total/Ave.	447,364	0	1.000	317,462	1.000	783,857	0	1.000	1,849,489
Zone	1	Block	447,364	0	1.000	317,462	1.000	783,857	0	1.000	1,849,489
System	1	Total/Ave.	447,364	0	1.000	317,462	1.000	783,857	0	1.000	1,849,489
System	1	Block	447,364	0	1.000	317,462	1.000	783,857	0	1.000	1,849,489

HEATING LOADS AT SPACE PEAK - ALTERNATIVE 1

PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

----- I N T E R N A L H E A T I N G L O A D S -----

(At time of Space Peak)

Room Number	Description	Lights Room Sensible (Btuh)	Lights Ret. Air Sensible (Btuh)	Lites CLF	People Sensible (Btuh)	Peopl CLF	Misc. Space Sensible (Btuh)	Misc. Ret. Air Sensible (Btuh)	Misc. CLF	Total (Btuh)
1	PB OF1	17,683	0	1.000	12,549	1.000	30,984	0	1.000	73,106
2	PB OF2	8,842	0	1.000	6,274	1.000	15,492	0	1.000	36,553
3	PB OF3	17,192	0	1.000	12,200	1.000	30,124	0	1.000	71,076
9	P1 OF9	22,104	0	1.000	15,686	1.000	38,730	0	1.000	91,383
10	P1 OF10	17,683	0	1.000	12,549	1.000	30,984	0	1.000	73,106
11	P1 OF11	3,684	0	1.000	2,614	1.000	6,455	0	1.000	15,230
13	P1 OF13	4,421	0	1.000	3,137	1.000	7,746	0	1.000	18,277
18	P2 OF18	20,631	0	1.000	14,640	1.000	36,148	0	1.000	85,291
19	P2 OF19	10,315	0	1.000	7,320	1.000	18,074	0	1.000	42,645
20	P2 OF20	19,894	0	1.000	14,117	1.000	34,857	0	1.000	82,245
25	P3 OF25	44,208	0	1.000	31,371	1.000	77,460	0	1.000	182,766
30	P4 OF30	12,157	0	1.000	8,627	1.000	21,302	0	1.000	50,261
31	P4 OF31	11,052	0	1.000	7,843	1.000	19,365	0	1.000	45,691
36	P5 OF36	14,920	0	1.000	10,588	1.000	26,143	0	1.000	61,683
37	P5 OF37	10,806	0	1.000	7,669	1.000	18,935	0	1.000	44,676
42	P6 OF42	14,920	0	1.000	10,588	1.000	26,143	0	1.000	61,683
43	P6 OF43	8,842	0	1.000	6,274	1.000	15,492	0	1.000	36,553
48	P78 OF48	29,472	0	1.000	20,914	1.000	51,640	0	1.000	121,844
49	P78 OF49	15,473	0	1.000	10,980	1.000	27,111	0	1.000	63,968
54	P910 OF54	29,472	0	1.000	20,914	1.000	51,640	0	1.000	121,844
55	P910 OF55	15,473	0	1.000	10,980	1.000	27,111	0	1.000	63,968
60	P11A13 OF60	35,367	0	1.000	25,097	1.000	61,968	0	1.000	146,213
61	P11A13 OF61	20,631	0	1.000	14,640	1.000	36,148	0	1.000	85,291
66	P1415 OF66	23,209	0	1.000	16,470	1.000	40,667	0	1.000	95,952
67	P1415 OF67	18,911	0	1.000	13,420	1.000	33,136	0	1.000	78,183

Zone	1	Total/Ave.	447,364	0	1.000	317,462	1.000	783,857	0	1.000	1,849,489
Zone	1	Block	447,364	0	1.000	317,462	1.000	783,857	0	1.000	1,849,489
System	1	Total/Ave.	447,364	0	1.000	317,462	1.000	783,857	0	1.000	1,849,489
System	1	Block	447,364	0	1.000	317,462	1.000	783,857	0	1.000	1,849,489

[illegible]

COOLING LOADS AT COIL PEAK - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

B U I L D I N G E N V E L O P E C O O L I N G L O A D S													
(Wall - Window) (At time of Coil Peak)													
Glass	R.A.	Room	Conduction Number (Btuh)	CLTD Description (F)	Wall	Wall	Wall	Glass	Glass	Glass	Glass	Glass	Return
					Plenum	Space	Load	Space	Space	Return	Solar	CLF	Conduction
20	P2	OF20	864	10.6	874	10.7	10,438	0	0.230	11,974	15.2		
0	0.0		2,523	12.3	1,833	13.3	75,059	0	0.450	33,485	15.2		
0	0.0		1,262	17.2	619	17.4	42,526	0	0.650	11,899	14.3		
0	0.0		1,026	16.3	794	16.5	39,040	0	0.690	8,774	13.4		
0	0.0		1,432	17.5	627	17.7	49,885	0	0.680	13,459	14.3		
0	0.0		929	15.8	969	16.0	34,405	0	0.720	7,494	13.4		
0	0.0		1,432	17.5	627	17.7	49,885	0	0.680	13,459	14.3		
0	0.0		928	15.8	969	16.0	34,405	0	0.720	7,494	13.4		
0	0.0		2,903	17.3	1,345	17.5	99,763	0	0.670	27,406	14.3		
0	0.0		1,799	15.9	1,785	16.1	68,591	0	0.730	14,714	13.4		

126

54	P910 OF54	2,903	17.3	1,345	17.5	99,763	0	0.670	27,406	14.3
0	0.0									
55	P910 OF55	1,799	15.9	1,785	16.1	68,591	0	0.730	14,714	13.4
0	0.0									
60	P11A13 OF60	4,024	17.3	1,863	17.5	138,461	0	0.670	38,037	14.3
0	0.0									
61	P11A13 OF61	1,778	11.3	2,626	11.5	55,675	0	0.540	18,543	14.5
0	0.0									
66	P1415 OF66	2,750	16.8	1,253	17.7	99,769	0	0.680	26,919	14.3
0	0.0									
67	P1415 OF67	1,838	15.1	1,683	16.1	70,876	0	0.650	16,451	13.4
0	0.0									
Zone	1 Total/Ave.	39,751	16.0	30,729	15.8	1,264,736	0	0.621	365,042	14.2
0	0.0									
Zone	1 Block	39,650	16.0	30,826	15.9	951,957	0	0.558	366,451	14.3
0	0.0									
System	1 Total/Ave.	39,751	16.0	30,729	15.8	1,264,736	0	0.621	365,042	14.2
0	0.0									
System	1 Block	39,650	16.0	30,826	15.9	951,957	0	0.558	366,451	14.3
0	0.0									

----- B U I L D I N G E N V E L O P E C O O L I N G L O A D S -----

(Exposed Floor - Partitions - Infiltration)
(At time of Coil Peak)

Envelope Room	Exposed Floor	Expsd Floor	Partition	Part.	Infilt.	Infilt.	Plenn Dry B	Ceiling Sensible
Total Number (Btuh)	Sensible (Btuh)	CLTD (F)	Sensible (Btuh)	CLTD (F)	Airflow (Cfm)	Sensible (Btuh)	Latent Temp. (F)	Load (Btuh)
1 PB OF1	1,986	6.5	0	0.0	81	1,438	5,033	75.3
46,969								331
2 PB OF2	1,009	6.6	0	0.0	40	674	2,517	75.3
25,622								129
3 PB OF3	1,575	5.3	0	0.0	78	1,179	3,740	75.3
68,984								284
9 P1 OF9	0	0.0	0	0.0	101	1,685	6,292	75.2
65,374								260

[illegible]

(Wall - Window)
(At time of Space Peak)

Glass	Air R.A. Room	Conduction Number	CLTD Description (F)	Wall		Wall		Wall		Glass		Glass		Glass		Glass	
				Plenum	Plenum	Load	Space	Space	Space	Return Air	Solar	CLF	Conduction	Space	Space	Return	CLTD
				Load (Btuh)	(F)	(Btuh)	(F)	(Btuh)	(Btuh)	(Btuh)			(Btuh)	(Btuh)			(F)
0	1	PB	OF1	1,508	16.7	3,628	17.1	26,776	0	0.690	8,487	18.3					
0	2	PB	OF2	1,330	35.2	2,610	35.6	18,358	0	1.000	2,308	9.4					
0	3	PB	OF3	2,822	28.6	3,597	29.0	48,272	0	0.600	10,028	11.6					
0	9	P1	OF9	2,333	27.1	971	27.5	42,410	0	0.470	15,634	15.7					
0	10	P1	OF10	2,585	34.2	2,511	34.6	39,737	0	0.560	7,145	9.7					
0	11	P1	OF11	713	28.3	-14	28.7	24,168	0	0.990	3,634	11.1					
0	13	P1	OF13	700	30.3	681	30.7	16,828	0	0.990	2,611	11.6					
0	18	P2	OF18	2,106	26.4	536	26.8	40,189	0	0.460	15,152	15.7					
0	19	P2	OF19	535	28.3	-11	28.7	18,126	0	0.990	2,725	11.1					
0	0																

COOLING LOADS AT SPACE PEAK - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

----- B U I L D I N G E N V E L O P E C O O L I N G L O A D S -----											
(Wall - Window) (At time of Space Peak)											
Glass	Glass	Wall	Wall	Wall	Glass	Glass	Glass	Glass	Glass	Glass	
Air	R.A.	Plenum	Load	Space	Space	Return	Solar	Solar	CLF	Conduction	Return
Room											
Conduction	CLTD										
Number	Description										
(Btuh)	(F)	(Btuh)	(F)	(Btuh)	(Btuh)	(Btuh)	(Btuh)	(Btuh)	(Btuh)	(Btuh)	(F)
20	P2 OF20	2,301	28.1	2,328	28.5	42,497	0	0.570	9,138	11.6	
0	0.0										
25	P3 OF25	4,135	20.1	2,826	20.5	77,144	0	0.460	37,891	17.2	
0	0.0										
30	P4 OF30	1,477	20.1	729	20.5	49,613	0	0.710	9,236	11.1	
0	0.0										
31	P4 OF31	1,291	20.5	1,006	20.9	40,899	0	0.710	7,595	11.6	
0	0.0										
36	P5 OF36	1,695	20.7	747	21.1	57,902	0	0.740	10,447	11.1	
0	0.0										
37	P5 OF37	1,158	19.7	1,217	20.1	35,464	0	0.740	6,488	11.6	
0	0.0										
42	P6 OF42	1,695	20.7	747	21.1	57,902	0	0.740	10,447	11.1	
0	0.0										
43	P6 OF43	1,158	19.7	1,217	20.1	35,464	0	0.740	6,488	11.6	
0	0.0										
48	P78 OF48	3,426	20.4	1,599	20.8	116,087	0	0.730	21,273	11.1	
0	0.0										
49	P78 OF49	2,267	20.0	2,262	20.4	70,670	0	0.760	12,738	11.6	
0	0.0										

54	P910 OF54	3,426	20.4	1,599	20.8	116,087	0	0.730	21,273	11.1
0	0.0									
55	P910 OF55	2,267	20.0	2,262	20.4	70,670	0	0.760	12,738	11.6
0	0.0									
60	P11A13 OF60	4,754	20.4	2,214	20.8	161,118	0	0.730	29,525	11.1
0	0.0									
61	P11A13 OF61	1,748	11.1	2,626	11.5	55,675	0	0.540	18,543	14.5
0	0.0									
66	P1415 OF66	3,390	20.7	1,494	21.1	115,803	0	0.740	20,895	11.1
0	0.0									
67	P1415 OF67	2,898	23.8	2,530	24.2	75,524	0	0.690	11,908	9.7
0	0.0									
	Zone	53,718	21.7	41,912	21.6	1,453,383	0	0.672	314,349	12.3
0	0.0									
	Zone	54,892	22.1	42,297	21.8	982,430	0	0.572	402,327	15.7
0	0.0									
	System	53,718	21.7	41,912	21.6	1,453,383	0	0.672	314,349	12.3
0	0.0									
	System	54,892	22.1	42,297	21.8	982,430	0	0.572	402,327	15.7
0	0.0									

----- B U I L D I N G E N V E L O P E C O O L I N G L O A D S -----

(Exposed Floor - Partitions - Infiltration)

(At time of Space Peak)

Envelope Room	Total Number (Btuh)	Description	Exposed Floor		Partition	Part.	Infiltr.	Infiltr.	Infiltr.	Plenn C Se
			Sensible (Btuh)	(F)						
1	PB OF1		2,995	9.8	0	0.0	81	1,671	3,451	75.4
48,909										
2	PB OF2		871	5.7	0	0.0	40	436	1,923	75.4
28,033										
3	PB OF3		1,604	5.4	0	0.0	78	1,022	3,740	75.4
71,469										
9	P1 OF9		0	0.0	0	0.0	101	1,786	4,314	75.4
67,939										

10	P1 OF10	0	0.0	0	0.0	81	872	3,847	75.4	393
57,089										
11	P1 OF11	0	0.0	0	0.0	17	215	801	75.4	82
29,599										
13	P1 OF13	0	0.0	0	0.0	20	263	962	75.4	98
22,142										
18	P2 OF18	0	0.0	0	0.0	94	1,667	4,027	75.4	459
64,135										
19	P2 OF19	0	0.0	0	0.0	47	603	2,244	75.4	229
24,451										
20	P2 OF20	0	0.0	0	0.0	91	1,183	4,328	75.4	442
62,217										
25	P3 OF25	0	0.0	0	0.0	201	3,931	8,629	75.4	983
151,435										
30	P4 OF30	0	0.0	0	0.0	55	710	2,645	75.4	270
64,681										
31	P4 OF31	0	0.0	0	0.0	50	657	2,404	75.4	246
54,098										
36	P5 OF36	0	0.0	0	0.0	68	872	3,246	75.4	332
75,240										
37	P5 OF37	0	0.0	0	0.0	49	642	2,351	75.4	240
47,560										
42	P6 OF42	0	0.0	0	0.0	68	872	3,246	75.4	332
75,240										
43	P6 OF43	0	0.0	0	0.0	40	526	1,923	75.4	197
46,972										
48	P78 OF48	0	0.0	0	0.0	134	1,722	6,412	75.4	655
151,175										



COOLING LOADS AT SPACE PEAK - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

----- B U I L D I N G E N V E L O P E C O O L I N G L O A D S -----											
(Exposed Floor - Partitions - Infiltration) (At time of Space Peak)											
Envelope Room	Exposed Floor		Partition		Part.		Infiltr.		Infiltr.		Plenn Dry B
Total Number (Btuh)	Sensible (Btuh)		Sensible (Btuh)		CLTD (F)		Airflow (Cfm)		Sensible (Btuh)		Latent Temp. (F)
Description											Load (Btuh)
49 P78 OF49	0	0.0	0	0.0	0	0.0	70	920	3,366	75.4	344
92,567	0	0.0	0	0.0	0	0.0	134	1,722	6,412	75.4	655
54 P910 OF54	0	0.0	0	0.0	0	0.0	70	920	3,366	75.4	344
151,175	0	0.0	0	0.0	0	0.0	161	2,067	7,694	75.4	786
55 P910 OF55	0	0.0	0	0.0	0	0.0	94	1,530	4,488	75.4	459
92,567	0	0.0	0	0.0	0	0.0	106	1,356	5,049	75.4	516
60 P11A13 OF60	0	0.0	0	0.0	0	0.0	86	932	4,114	75.4	421
208,158	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2,038	29,096	94,982	75.4	9,948
61 P11A13 OF61	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2,038	36,142	87,316	75.4	9,949
85,068	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2,038	29,096	94,982	75.4	9,948
66 P1415 OF66	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2,038	29,096	94,982	75.4	9,948
155,690	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2,038	29,096	94,982	75.4	9,948
67 P1415 OF67	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2,038	29,096	94,982	75.4	9,948
105,367	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2,038	29,096	94,982	75.4	9,948
Zone	5,470	7.2	0	0.0	0	0.0	2,038	29,096	94,982	75.4	9,948
1 Total/Ave.	5,470	7.2	0	0.0	0	0.0	2,038	29,096	94,982	75.4	9,948
2,032,981	7,555	10.0	0	0.0	0	0.0	2,038	29,096	94,982	75.4	9,948
Zone	7,555	10.0	0	0.0	0	0.0	2,038	29,096	94,982	75.4	9,948
1 Block	7,555	10.0	0	0.0	0	0.0	2,038	29,096	94,982	75.4	9,948
1,654,975	5,470	7.2	0	0.0	0	0.0	2,038	29,096	94,982	75.4	9,948
System	5,470	7.2	0	0.0	0	0.0	2,038	29,096	94,982	75.4	9,948
2,032,981	5,470	7.2	0	0.0	0	0.0	2,038	29,096	94,982	75.4	9,948

System 1 Block 7,555 10.0 0 0.0 2,038 36,142 87,316 75.4 9,949

1,654,975

HEATING LOADS AT COIL PEAK - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

----- B U I L D I N G E N V E L O P E H E A T I N G L O A D S -----													
		(Wall - Window) (At time of Coil Peak)											
Glass Air R.A. Room Conduction CLTD Number Description (Btuh) (F)	Glass	Wall		Wall		Wall		Glass		Glass		Glass	
		Plenum		Plenum		Space		Space		Return Air			
		Load		CLTD		Load		CLTD		Solar			
		(Btuh) (F)		(F)		(Btuh) (F)		(Btuh) (F)		(Btuh) (F)			
20	P2 OF20	1,265	15.5			1,356	16.6	0	0.000			12,525	16.6
0	0.0												
25	P3 OF25	2,541	12.4			2,288	16.6	0	0.000			35,027	16.6
0	0.0												
30	P4 OF30	1,100	15.0			590	16.6	0	0.000			13,230	16.6
0	0.0												
31	P4 OF31	948	15.1			799	16.6	0	0.000			10,411	16.6
0	0.0												
36	P5 OF36	1,237	15.1			588	16.6	0	0.000			14,965	16.6
0	0.0												
37	P5 OF37	889	15.1			1,005	16.6	0	0.000			8,892	16.6
0	0.0												
42	P6 OF42	1,237	15.1			588	16.6	0	0.000			14,965	16.6
0	0.0												
43	P6 OF43	871	14.8			1,005	16.6	0	0.000			8,892	16.6
0	0.0												
48	P78 OF48	2,529	15.1			1,276	16.6	0	0.000			30,473	16.6
0	0.0												
49	P78 OF49	1,663	14.7			1,841	16.6	0	0.000			17,460	16.6
0	0.0												

136

54	P910 OF54	2,529	15.1	1,276	16.6	0	0	0.000	30,473	16.6
0	0.0									
55	P910 OF55	1,663	14.7	1,841	16.6	0	0	0.000	17,460	16.6
0	0.0									
60	P11A13 OF60	3,458	14.8	1,767	16.6	0	0	0.000	42,293	16.6
0	0.0									
61	P11A13 OF61	2,298	14.6	3,790	16.6	0	0	0.000	20,333	16.6
0	0.0									
66	P1415 OF66	1,920	11.7	1,175	16.6	0	0	0.000	29,931	16.6
0	0.0									
67	P1415 OF67	1,439	11.8	1,736	16.6	0	0	0.000	19,520	16.6
0	0.0									
	Zone 1 Total/Ave.	35,889	14.5	32,195	16.6	0	0	0.000	407,452	16.6
0	0.0									
	Zone 1 Block	36,113	14.6	32,195	16.6	0	0	0.000	407,452	16.6
0	0.0									
	System 1 Total/Ave.	35,889	14.5	32,195	16.6	0	0	0.000	407,452	16.6
0	0.0									
	System 1 Block	36,113	14.6	32,195	16.6	0	0	0.000	407,452	16.6
0	0.0									

HEATING LOADS AT SPACE PEAK - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

B U I L D I N G E N V E L O P E H E A T I N G L O A D S												
(Wall - Window) (At time of Space Peak)												
Glass Glass		Wall	Wall	Wall	Wall	Glass	Glass	Glass	Glass	Glass	Glass	
Air R.A.		Plenum	Space	Space	Space	Return	Air	Solar	CLF	Conduction	Space	Return
Room		Load	Load	CLTD	CLTD	Solar	Solar	Solar				
Conduction CLTD		(Btuh)	(Btuh)	(F)	(F)	(Btuh)	(Btuh)	(Btuh)				(F)
Number Description												
(Btuh) (F)												
20	P2 OF20	1,335	16.3	1,356	16.6	0	0	0.000		12,525		16.6
0	0.0											
25	P3 OF25	3,354	16.3	2,288	16.6	0	0	0.000		35,027		16.6
0	0.0											
30	P4 OF30	1,198	16.3	590	16.6	0	0	0.000		13,230		16.6
0	0.0											
31	P4 OF31	1,027	16.3	799	16.6	0	0	0.000		10,411		16.6
0	0.0											
36	P5 OF36	1,335	16.3	588	16.6	0	0	0.000		14,965		16.6
0	0.0											
37	P5 OF37	958	16.3	1,005	16.6	0	0	0.000		8,892		16.6
0	0.0											
42	P6 OF42	1,335	16.3	588	16.6	0	0	0.000		14,965		16.6
0	0.0											
43	P6 OF43	958	16.3	1,005	16.6	0	0	0.000		8,892		16.6
0	0.0											
48	P78 OF48	2,738	16.3	1,276	16.6	0	0	0.000		30,473		16.6
0	0.0											
49	P78 OF49	1,848	16.3	1,841	16.6	0	0	0.000		17,460		16.6
0	0.0											

138

54	P910 OF54	2,738	16.3	1,276	16.6	0	0 0.000	30,473	16.6
0	0.0								
55	P910 OF55	1,848	16.3	1,841	16.6	0	0 0.000	17,460	16.6
0	0.0								
60	P11A13 OF60	3,799	16.3	1,767	16.6	0	0 0.000	42,293	16.6
0	0.0								
61	P11A13 OF61	2,567	16.3	3,790	16.6	0	0 0.000	20,333	16.6
0	0.0								
66	P1415 OF66	2,669	16.3	1,175	16.6	0	0 0.000	29,931	16.6
0	0.0								
67	P1415 OF67	1,985	16.3	1,736	16.6	0	0 0.000	19,520	16.6
0	0.0								
	1 Total/Ave.	40,418	16.3	32,195	16.6	0	0 0.000	407,452	16.6
0	0.0								
	1 Block	40,419	16.3	32,195	16.6	0	0 0.000	407,452	16.6
0	0.0								
	1 Total/Ave.	40,418	16.3	32,195	16.6	0	0 0.000	407,452	16.6
0	0.0								
	1 Block	40,419	16.3	32,195	16.6	0	0 0.000	407,452	16.6
0	0.0								

----- B U I L D I N G E N V E L O P E H E A T I N G L O A D S -----

(Exposed Floor - Partitions - Infiltration)
(At time of Space Peak)

Envelope Room Total Number (Btuh)	Description	Exposed Floor		Partition		Infiltr.		Infiltr.		Plenum		Ceiling Sensible
		Sensible (Btuh)	CLTD (F)	Sensible (Btuh)	CLTD (F)	Airflow (Cfm)	Sensible (Btuh)	Sensible (Btuh)	Latent (Btuh)	Dry B Temp. (F)	Load (Btuh)	
1	PB OF1	5,073	16.6	0	0.0	0	0	0	0	68.3	293	
17,734												
2	PB OF2	2,537	16.6	0	0.0	0	0	0	0	68.3	147	
8,420												
3	PB OF3	4,932	16.6	0	0.0	0	0	0	0	68.3	285	
22,631												
9	P1 OF9	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	367	
18,189												

10	P1 OF10	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	293
14,442											
11	P1 OF11	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	61
5,669											
13	P1 OF13	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	73
4,397											
18	P2 OF18	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	342
17,320											
19	P2 OF19	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	171
4,377											
20	P2 OF20	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	330
15,546											
25	P3 OF25	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	733
51,810											
30	P4 OF30	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	202
15,220											
31	P4 OF31	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	183
12,420											
36	P5 OF36	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	248
17,135											
37	P5 OF37	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	179
11,035											
42	P6 OF42	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	248
17,135											
43	P6 OF43	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	147
11,003											
48	P78 OF48	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	68.3	489
34,976											



COOLING LOADS AT COIL PEAK - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

----- AIR FLOW COOLING LOADS -----

(At time of Coil Peak)

----- Ventilation ----- Optional Ventilation --- Bypass -----

Ov/Undr Room	Description	Airflow (Cfm)	Sensible (Btuh)	Latent (Btuh)	Airflow (Cfm)	Sensible (Btuh)	Latent (Btuh)	Airflow (Cfm)	Sensible (Btuh)	Latent (Btuh)
1	PB OF1	775	13,823	48,399	0	0	0	0	0	0
0										
2	PB OF2	387	6,480	24,199	0	0	0	0	0	0
0										
3	PB OF3	753	11,339	35,962	0	0	0	0	0	0
0										
9	P1 OF9	968	16,199	60,498	0	0	0	0	0	0
0										
10	P1 OF10	775	13,823	48,399	0	0	0	0	0	0
0										
11	P1 OF11	161	2,700	10,083	0	0	0	0	0	0
0										
13	P1 OF13	194	2,916	9,247	0	0	0	0	0	0
0										
18	P2 OF18	904	15,119	56,465	0	0	0	0	0	0
0										
19	P2 OF19	452	8,064	28,233	0	0	0	0	0	0
0										
20	P2 OF20	871	15,551	54,449	0	0	0	0	0	0
0										

0	25	P3 OF25	1,937	34,558	120,997	0	0	0	0	0	0	0
0	30	P4 OF30	533	8,909	33,274	0	0	0	0	0	0	0
0	31	P4 OF31	484	7,290	23,119	0	0	0	0	0	0	0
0	36	P5 OF36	654	10,934	40,836	0	0	0	0	0	0	0
0	37	P5 OF37	473	7,128	22,605	0	0	0	0	0	0	0
0	42	P6 OF42	654	10,934	40,836	0	0	0	0	0	0	0
0	43	P6 OF43	387	5,832	18,495	0	0	0	0	0	0	0
0	48	P78 OF48	1,291	21,599	80,665	0	0	0	0	0	0	0
0	49	P78 OF49	678	10,205	32,366	0	0	0	0	0	0	0
0	54	P910 OF54	1,291	21,599	80,665	0	0	0	0	0	0	0
0	55	P910 OF55	678	10,205	32,366	0	0	0	0	0	0	0
0	60	P11A13 OF60	1,549	25,918	96,798	0	0	0	0	0	0	0
0	61	P11A13 OF61	904	14,716	43,155	0	0	0	0	0	0	0
0	66	P1415 OF66	1,017	17,009	63,523	0	0	0	0	0	0	0
0	67	P1415 OF67	828	12,473	39,558	0	0	0	0	0	0	0
0	Zone	1 Total/Ave.	19,596	325,323	1,145,192	0	0	0	0	0	0	0
0	Zone	1 Block	19,596	327,850	1,224,421	0	0	0	0	0	0	0
0	System	1 Total/Ave.	19,596	325,323	1,145,192	0	0	0	0	0	0	0
0	System	1 Block	19,596	327,850	1,224,421	0	0	0	0	0	0	0

ROOM PSYCHROMETRICS - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

----- PSYCHROMETRIC STATE POINTS -----

Room	1											
		Dry Bulb (F)	Wet Bulb (F)	Relat. Humid. (%)	Humid. Ratio (GR)	Enthalpy (Btu/Lb)	Temp. Diff. (F)					
Space		75.0	62.6	50.0	64.9	28.1						
Main System												
Return Air Heat Pickup												
Return Fan												
Return Air		75.4	62.7	49.3	64.9	28.2						0.4
Outdoor Air		91.0	82.3	69.3	154.0	46.1						0.0
Return/Outdoor Air Mix		77.9	66.5	55.3	79.3	31.1						
Blow Through Fan												
Entering Coil		77.9	66.5	55.3	79.3	31.1						0.0
Leaving Coil		55.3	54.2	93.2	60.9	22.7						
Draw Through Fan												
Duct Frictional Heat												
Supply Duct Heat Gain												
Cold Deck Supply Air		55.3	54.2	93.2	60.9	22.7						0.0
Supply Air		55.3	54.2	93.2	60.9	22.7						0.0
Percent Outside Air			16.16 (%)									
Sensible Heat Ratio (SHR)			0.873									
Percent Supply Air Bypassing Coil			0.00 (%)									
Coil Airflow			4,792 (Cfm)									

ROOM PSYCHROMETRICS - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

----- PSYCHROMETRIC STATE POINTS -----

Room	2	Dry Bulb (F)	Wet Bulb (F)	Relat. Humid. (%)	Humid. Ratio (GR)	Enthalpy (Btu/Lb)	Temp. Diff. (F)
Space		75.0	62.6	50.0	64.9	28.1	
Main System							
Return Air Heat Pickup							0.4
Return Fan							0.0
Return Air		75.4	62.7	49.3	64.9	28.2	
Outdoor Air		90.0	82.0	71.6	154.0	45.8	
Return/Outdoor Air Mix		77.6	66.3	55.3	78.6	30.9	
Blow through Fan							0.0
Entering Coil		77.6	66.3	55.3	78.6	30.9	
Leaving Coil		55.3	54.2	93.4	61.0	22.7	
Draw Through Fan							0.0
Duct Frictional Heat							0.0
Supply Duct Heat Gain							0.0
Cold Deck Supply Air		55.3	54.2	93.4	61.0	22.7	
Supply Air		55.3	54.2	93.4	61.0	22.7	
Percent Outside Air			15.35 (%)				
Sensible Heat Ratio (SHR)			0.876				
Percent Supply Air Bypassing Coil			0.00 (%)				
Coil Airflow			2,524 (Cfm)				

ROOM PSYCHROMETRICS - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

----- P S Y C H R O M E T R I C S T A T E P O I N T S -----

Room 9

	Dry Bulb (F)	Wet Bulb (F)	Relat. Humid. (%)	Humid. Ratio (GR)	Enthalpy (Btu/Lb)	Temp. Diff. (F)
Space	75.0	62.6	50.0	64.9	28.1	
Main System						0.4
Return Air Heat Pickup						0.0
Return Fan						
Return Air	75.4	62.7	49.3	64.9	28.2	
Outdoor Air	90.0	82.0	71.6	154.0	45.8	
Return/Outdoor Air Mix	77.7	66.3	55.3	78.7	30.9	
Blow through Fan						0.0
Entering Coil	77.7	66.3	55.3	78.7	30.9	
Leaving Coil	55.3	54.2	93.5	61.1	22.8	
Draw Through Fan						0.0
Duct Frictional Heat						0.0
Supply Duct Heat Gain						0.0
Cold Deck Supply Air	55.3	54.2	93.5	61.1	22.8	
Supply Air	55.3	54.2	93.5	61.1	22.8	
Percent Outside Air		15.42 (%)				
Sensible Heat Ratio (SHR)		0.878				
Percent Supply Air Bypassing Coil		0.00 (%)				
Coil Airflow		6,280 (Cfm)				



Biblioteca Central

Trane Air Conditioning Economics
V 600
By: ENERGY SYSTEMS S.A.
PAGE 74

ROOM PSYCHROMETRICS - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

Trane Air Conditioning Economics
V 600
By: ENERGY SYSTEMS S.A.
PAGE 78

BUILDING AREAS - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

B U I L D I N G A R E A S										148	
Win Net Wall Room /Wl Number (%)	Description (sqft)	Number of		Floor	Total	Partition	Exposed	Skylight	Sk1	Net Roof	Window
		Duplicate	Rm	Area/Dupl	Floor	Area	Floor	Area	Area	/Rf	Area
				(sqft)	(sqft)	(sqft)	(sqft)	(sqft)	(%)	(sqft)	
1	PB OF1	1	1	3,098	3,098	0	3,100	0	0	0	439
32	949										
2	PB OF2	1	1	1,549	1,549	0	1,550	0	0	0	232
40	349										
3	PB OF3	1	1	3,012	3,012	0	3,014	0	0	0	818
54	699										
9	P1 OF9	1	1	3,873	3,873	0	0	0	0	0	942
71	381										
10	P1 OF10	1	1	3,098	3,098	0	0	0	0	0	697
60	465										
11	P1 OF11	1	1	646	646	0	0	0	0	0	310
80	77										

60	13	P1	OF13	1	1	775	775	0	0	0	0	0	213
	142												
74	18	P2	OF18	1	1	3,615	3,615	0	0	0	0	0	913
	313												
80	19	P2	OF19	1	1	1,807	1,807	0	0	0	0	0	232
	58												
59	20	P2	OF20	1	1	3,486	3,486	0	0	0	0	0	746
	513												
66	25	P3	OF25	1	1	7,746	7,746	0	0	0	0	3,486	2,085
	1,078												
70	30	P4	OF30	1	1	2,130	2,130	0	0	0	0	0	788
	342												
64	31	P4	OF31	1	1	1,937	1,937	0	0	0	0	0	620
	349												
71	36	P5	OF36	1	1	2,614	2,614	0	0	0	0	0	891
	368												
59	37	P5	OF37	1	1	1,893	1,893	0	0	0	0	0	529
	374												
71	42	P6	OF42	1	1	2,614	2,614	0	0	0	0	0	891
	368												
59	43	P6	OF43	1	1	1,549	1,549	0	0	0	0	0	529
	374												
70	48	P78	OF48	2	1	2,582	5,164	0	0	0	0	0	1,814
	768												
60	49	P78	OF49	2	1	1,356	2,711	0	0	0	0	0	1,039
	704												
70	54	P910	OF54	2	1	2,582	5,164	0	0	0	0	0	1,814
	768												
60	55	P910	OF55	2	1	1,356	2,711	0	0	0	0	0	1,039
	704												
70	60	P11A13	OF60	3	1	2,066	6,197	0	0	0	0	0	2,517
	1,065												
50	61	P11A13	OF61	3	1	1,205	3,615	0	0	0	0	0	1,210
	1,210												
71	66	P1415	OF66	2	1	2,033	4,067	0	0	0	0	2,033	1,782
	736												
62	67	P1415	OF67	2	1	1,657	3,314	0	0	0	0	1,657	1,162
	710												
64	Zone	1	Total/Ave.				78,386	0	7,664	0	0	7,176	24,253
	13,864												
64	System	1	Total/Ave.				78,386	0	7,664	0	0	7,176	24,253
	13,864												

Building

64 13,864

ASHRAE 90 ANALYSIS - ALTERNATIVE 1
PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

----- A S H R A E 9 0 A N A L Y S I S -----

Overall Roof U-Value = 0.183 (Btu/Hr/Sq Ft/F)
Overall Wall U-Value = 0.788 (Btu/Hr/Sq Ft/F)
Overall Building U-Value = 0.692 (Btu/Hr/Sq Ft/F)

Roof Overall Thermal Transfer Value (OTTVr) = 6.77 (Btu/Hr/Sq Ft)
Wall Overall Thermal Transfer Value (OTTVw) = 60.65 (Btu/Hr/Sq Ft)

□

BIBLIOGRAFIA

1. ASHRAE, ANSI / ASHRAE STANDAR 62-1989 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, Atlanta, Georgia, USA, 1990.
2. ASHRAE, ASHRAE Handbook of Fundamentals 1993, Atlanta, Georgia, USA.
3. ASHRAE, ASHRAE Handbook of Systems and Applications 1987, Atlanta, Georgia, USA.
4. ASHRAE, ASHRAE Handbook of Equipment 1988, Atlanta, Georgia, USA.
5. ASHRAE, Procedures for determining heating and cooling loads for computerizing energy calculations. Algorithms for building heat transfer subroutines., Atlanta, Georgia, USA. 1976.
6. ASHRAE, Simplified Energy Analysis Using the Modified Bin Method, Atlanta, Georgia, USA, 1983.
7. Carrier Corporation, Handbook of Air Conditioning System Design. (Carrier Corporation, Syracuse, New York, 1965)
8. Centro de Investigaciones Energéticas, Medio ambientales y Tecnológicas (CIEMAT, España), Desarrollo de Software para simulación y diseño solar. Aplicaciones Térmicas y Arquitectónicas. Guía de Seminario. Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1995.

9. Escuela Superior Politécnica del Litoral - Departamento de Ingeniería Mecánica, Fundamentos de Aire Acondicionado, Guayaquil, Ecuador, 1982.
10. EVAPCO Inc., Catálogo de Productos: Cooling Towers, Closed Circuit Coolers, Evaporative Condensers.
11. Flor Cadena, P. "Análisis Energético y Económico de Sistemas de Acondicionamiento de Aire: Comparación entre Volumen de Aire Variable y Paquetes Enfriados por Agua" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1987).
12. McQuiston F., Parker G., Heating, Ventilating and Air Conditioning. (2da. Edición: New York, John Wiley and Sons, 1982)
13. Pita, Edward. Air Conditioning Processes: An Energy Approach, (New York, John Wiley & Sons, 1983)
14. Stoecker, W. Design of Thermal Systems (3ra. Edición; New York: McGraw-Hill, 1989), pp. 111-113.
15. Stoecker, W. Refrigeration and Air Conditioning (2da. Edición; New York: McGraw-Hill, 1982)
16. Szokolay, S. V. Energía Solar y Edificación (Barcelona, España: Editorial Blume, 1978)
17. The Trane Company. TRACE 600: User's Manual. (The Trane Company, 3600 Pammel Creek Road, La Crosse, Wisconsin, USA, 1992)