

PAUTAS PARA EL LLAMADO A CONCURSO DE ANTEPROYECTOS PARA UN EDIFICIO ADMINISTRATIVO CON
SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE ENERGIA SOLAR Y DISEÑO PARA EL AHORRO
DE ENERGIA. CRITERIOS PARA EL ANALISIS DE LOS ANTEPROYECTOS

J.R. Fucaraccio*, J.A. Moragues°, R.O. Nicolás°
A. Rapallini†, W. Scheuer† y A.A. Elisei*

- *) CNEA - Div. Energía Solar - Av. del Libertador 8250 - 1429 Buenos Aires
°) INTI - Div. Habitabilidad - Av. Gral. Paz e/Albarellos y Constituyentes - 1650 San Martín
†) CNIE - Depto. Energía No Convencional - Av. Mitre 3100 - 1663 San Miguel

RESUMEN:

Para un edificio administrativo de 2200 m² a ser erigido en Villa Carlos Paz (Córdoba), se describen los requerimientos y las pautas incluidas en el llamado a Concurso de Anteproyectos tanto en lo concerniente al aprovechamiento de energía solar para la provisión de agua caliente y el acondicionamiento ambiental cuanto para la envolvente del edificio, destinadas estas últimas a convertir a éste en un prototipo de construcción energéticamente conservativa.

De acuerdo con lo establecido en las bases del concurso, el Jurado preseleccionó 13 de los anteproyectos presentados, los que fueron analizados cuantitativamente en lo referente al aprovechamiento solar y al ahorro de energía. Los resultados numéricos obtenidos fueron tenidos en cuenta por el Jurado como elemento de juicio para su dictamen final.

1. INTRODUCCION

En los campos de aprovechamiento de energía solar y del ahorro de energía, en la Argentina urge intensificar la realización de proyectos de utilización experimental a escala real; son estos proyectos los que permiten la rápida incorporación de conocimientos tecnológicos de avanzada. La Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC) contribuye a fortalecer este enfoque mediante su iniciativa de dotar al futuro edificio administrativo de la empresa en Villa Carlos Paz de sistemas de energía solar y de diseños destinados a la conservación de energía. La clara comprensión por parte de EPEC de la necesidad de concretar proyectos de demostración en estas áreas permitirá no sólo experimentar las características operativas de una instalación que utiliza ampliamente sistemas de energía no convencional sino tam-

bién adquirir, mediante la medición de sus parámetros de funcionamiento, experiencia e información directa que sugieran las modificaciones a realizar en proyectos futuros para hacerlos cada vez más competitivos y confiables.

2. ANTECEDENTES

Para todo lo atinente a la incorporación de técnicas energéticas no convencionales al mencionado edificio, EPEC contrató la Asistencia Técnica de la Comisión Nacional de Energía Atómica (Departamento de Prospectiva y Estudios Especiales). La CNEA, a su vez, subcontrató la participación de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (Grupo de Energía no Convencional) y, en lo referente a ahorro de energía, la del Instituto nacional de Tecnología Industrial (División Habitabilidad). Las obligaciones de la Asistencia Técnica cubrían el asesoramiento en el llamado a concurso de anteproyectos para el edificio (etapa ya cumplida) y los aspectos técnicos de diseño, instalación y puesta en operación de los sistemas solares para provisión de agua caliente, calefacción y refrigeración, como también la supervisión de todo lo relacionado con el diseño y la realización de los elementos constructivos destinados a la conservación de energía, previéndose en todos los casos la adquisición de materiales, componentes y equipos disponibles comercialmente.

Como primer paso de su programa respecto de este edificio, EPEC decidió llamar a un concurso nacional de anteproyectos, cuya organización corrió por cuenta de la Sociedad de Arquitectos de Córdoba. Las Bases del mismo fueron elaboradas por la División Obras Civiles de la Gerencia de Ingeniería de la empresa, con excepción del capítulo referente

al sistema de aprovechamiento de energía solar y al diseño para el ahorro de energía, redactado por la Asistencia Técnica. Las Bases, aparte de detallar el programa del edificio, consignar la ubicación privilegiada del terreno, y especificar las normas y procedimientos de aplicación en el concurso, también indicaban que la dotación inicial de personal sería de alrededor de 50 personas, que el horario de atención al público sería matutino, que el personal jerárquico y sus colaboradores inmediatos concurrían además en horas de la tarde sin horario fijo y que el personal de guardia cubría las 24 horas del día. Por otra parte, la concurrencia de público fue estimada por EPEC en 500 personas diarias, con 250-300 personas en las horas pico. Este conocimiento de la distribución temporal de la ocupación del edificio es de importancia para la correcta toma de decisiones referentes al equipamiento solar y a los diseños conducentes al ahorro de energía.

3. ESPECIFICACIONES PARA EL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR Y EL DISEÑO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA

En el país existen viviendas familiares, terminadas y en construcción, provistas de los sistemas y diseños mencionados en el título. Pero, a la fecha de redacción de las Bases del concurso de anteproyectos para el edificio de EPEC en Villa Carlos Paz, no era conocido el proyecto de ningún otro edificio de tamaño cercano o superior para el cual se previera incorporarlos. Sin embargo, a nivel mundial, ya son numerosos los edificios públicos, fábricas, escuelas, centros de recreación, etc., de tamaño importante en los que las técnicas de aprovechamiento de energía solar y de ahorro de energía se han aplicado con éxito. En consecuencia, en esta sección se darán especificaciones para sistemas y técnicas que, sin bien recientes, ya han mostrado ser confiables y efectivas.

Entendemos que, en nuestro medio, el aspecto que más distingue a este concurso de anteproyectos de otros del mismo tipo consiste en que, sobre la base de las especificaciones preparadas por la Asistencia Técnica, se efectuó una posterior evaluación cuantitativa de los méritos de los anteproyectos preseleccionados por el Jurado en lo referente a ahorro de energía y aprovechamiento de energía solar, evaluación que el Jurado tuvo en cuenta como elemento de juicio para elaborar su dictamen final.

Por otra parte, con miras a afectar lo menos posible la libertad de diseño arquitectónico, se limitaron al mínimo las especificaciones que debía cumplir la envolvente del edificio en cuanto a hacerlo energéticamente conservativo y aquellas otras referidas a las instalaciones solares. La diversidad

arquitectónica de los anteproyectos presentados al concurso, atestigua que se logró el objetivo.

3.1. Consideraciones generales

Desde el punto de vista termodinámico, un edificio con sistemas termomecánicos de climatización ambiental es un sistema abierto que intercambia energía y material. Se libera energía en su interior y se intercambia energía con el medio ambiente exterior a través de los límites del edificio (envolvente). La energía que se aporta al edificio en forma controlada es utilizada para establecer una determinada condición sicrométrica en el aire interior y el objetivo de especificaciones de diseño para el ahorro de energía es minimizar ese consumo energético cualquiera sea el origen de su fuente (convencional o no convencional). Para concretar ese objetivo, lo cual se logra fundamentalmente con un adecuado diseño de la envolvente, es necesario disponer de información sobre las condiciones climáticas detallada del lugar de emplazamiento del edificio, el número de sus habitantes y el régimen de trabajo dentro del mismo. Con estos datos y las características físicas de la envolvente, se puede realizar el balance térmico detallado en régimen variable de transmisión de calor, teniendo en cuenta todas las interacciones energéticas, y obtener la demanda de energía para lograr una climatización adecuada. Permitiendo dimensionar los sistemas termomecánicos y sus controles, el acuerdo total con el esquema de uso del edificio y el comportamiento dinámico de su envolvente. Con esta metodología, salvo casos muy particulares, se obtienen valores de demanda energética para climatización considerablemente inferiores a los que resultan de realizar balances térmicos en régimen estacionario, con el consiguiente beneficio de requerirse equipos de menor tamaño y lograr un funcionamiento más eficiente, por trabajar la mayor parte del tiempo a plena carga.

Más abajo, sobre la base de la información mencionada, se dan las especificaciones formuladas para la etapa de anteproyecto, previendo las Bases un ajuste durante la etapa de elaboración del proyecto definitivo. Se considera que, para climas como el de Carlos Paz, estableciendo condiciones y requerimientos de diseño que contemplen la situación de verano, desde el punto de vista de ahorro de energía, esto asegura un óptimo comportamiento en el invierno.

3.2. Características climáticas de Villa Carlos Paz

En la estación meteorológica La Suela, cercana a Villa Carlos Paz, se disponía de datos experimentales de radiación solar aún no procesados. Para reducir el tiempo de elaboración, se seleccionó el mínimo de meses a procesar de la siguiente forma: a) de la

datos diarios de heliofonía efectiva del período 1972-1979, se obtuvieron los promedios mensuales de heliofonía relativa utilizando los 8 años de información disponible; b) a continuación se confeccionó un año y medio compuesto por los meses del período considerado, provenientes de diversos años, con heliofonías relativas medias mensuales experimentales aproximadamente iguales a los promedios mencionados; c) finalmente, procesando los datos correspondientes a estos 12 meses, se obtuvieron valores horarios para la radiación solar total.

Para establecer los días tipo para verano y para invierno, se requieren los datos horarios de temperatura de bulbo húmedo y de bulbo seco. Se los obtuvo a partir de mediciones de temperatura ambiente efectuadas desde 1966 en la estación meteorológica Costa Azul, ubicada en Villa Carlos Paz. Dado que las mediciones se efectuaron solamente a tres horas durante el día, se desarrolló un programa de computación que, partiendo de ellas, elabora razonablemente distribuciones horarias diarias. A partir del conjunto de datos sobre los 15 años existentes, se confeccionó un año medio siguiendo el criterio expuesto en el párrafo precedente. En cuanto a los días tipo, fueron elegidos de forma tal que en el año no hubiera más de 10 días con temperaturas superiores en verano o inferiores en invierno, a sus respectivos valores extremos.

Con los datos de radiación solar total y de temperatura de bulbo seco para los días de diseño, usando el programa TRNSYS (Ref. 1) se confeccionaron tablas de temperatura solar y de distribución horaria de radiación total, directa y difusa para planos verticales con ocho orientaciones, plano horizontal y plano a 30°. Asimismo, para efectuar los cálculos de la carga térmica a través de cerramientos no opacos, se obtuvieron valores horarios de radiación solar incidente corregida para techos y planos verticales con ocho orientaciones siguiendo el procedimiento recomendado por ASHRAE (Ref. 2).

3.3. Especificaciones para el ahorro de energía

Al formular especificaciones para el ahorro de energía a través de exigencias y requisitos sobre el diseño de la envolvente se precisó que éstos fuesen lo suficientemente específicos como para no despertar dudas sobre lo solicitado y que cumplieran una función orientadora para aquellos no familiarizados con las técnicas a utilizar. Por ello, se prefirió detallar los límites impuestos para cada componente de la envolvente en lugar de indicar solamente el coeficiente de pérdida global del edificio o el consumo energético máximo permitido.

Se adoptó el criterio general de que un edi-

ficio, en el que se hayan tomado recaudos especiales de conservación, no debe permitir una carga térmica a través de su envolvente que sea superior al 35-40% de la misma en un edificio no conservativo. Para asegurarlo, se fijaron los siguientes límites para las componentes de la envolvente.

3.3.1. Muros opacos: a) Transmitancia térmica: $\leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{°C}$; b) color exterior: reflectancia en el espectro solar visible $\geq 0,5$ (colores claros); c) puentes térmicos: se evitará al máximo la aparición de puentes térmicos; no deberá existir condensación superficial interior ni intersticial en el muro, tomando como temperaturas y humedades de diseño: $T_{\text{exterior}}: -4\text{°C}$; 80% HR; $T_{\text{interior}}: 24\text{°C}$; 80% HR; d) peso por metro cuadrado de las paredes exteriores: se recomienda que sea $\geq 350 \text{ kg/m}^2$; e) capa de máxima resistencia térmica: si el muro estuviese constituido por varios materiales, aquel que tenga máxima resistencia térmica se colocará a $\leq 7 \text{ cm}$ de la cara externa del muro; f) barrera de vapor: en caso de ser necesario, para evitar la condensación intersticial, se colocará una barrera de vapor del lado interno del muro.

3.3.2. Techos: a) Transmitancia térmica: $\leq 0,5 \text{ W/m}^2\text{°C}$; b) color exterior: se recomienda reflectancia $\geq 0,5$ (por ejemplo, color claro o pintura asfáltica con aluminio incorporado); c) valen todas las demás especificaciones que se efectuaron para los muros exteriores.

3.3.3. Piso: Resistencia térmica (incluyendo la resistencia superficial de convección interna): $\geq 1 \text{ m}^2\text{°C/W}$.

3.3.4. Cerramientos no opacos: a) Coefficiente de sombra (shading coefficient): 0,40-0,52; b) transmitancia térmica: $\leq 3 \text{ W/m}^2\text{°C}$; c) estanqueidad al agua e infiltraciones de aire: la estanqueidad al agua deberá ser perfecta para, por lo menos, una presión diferencial de 10 mm de columna de agua, equivalente a un viento de 46 km/h; la infiltración de aire deberá ser la más baja posible, admitiéndose, para la misma presión diferencial, un máximo de 3 m³ de aire por metro lineal de junta de cerramiento y por hora; d) carga de viento: la flecha máxima de la longitud mayor (L) del cerramiento debe ser $\leq L/125$, a una presión diferencial de 150 mm de columna de agua; e) porcentaje de fachadas exteriores no opacas: para definirlo se adoptó la convención de ángulos dada en la Figura 1, los valores aceptados son: (1) cerramientos orientados entre los 160° y los 200°: hasta un 50% de la superficie de la correspondiente fachada; (2) cerramientos orientados entre los 200° y los 225° y entre los 135° y los 160°: hasta un 30% de la superficie de la correspondiente fachada; (3) cerramientos orientados entre los 0° y los 135° y entre

PAUTAS PARA EL LLAMADO A CONCURSO DE ANTEPROYECTOS PARA UN EDIFICIO ADMINISTRATIVO CON
SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE ENERGIA SOLAR Y DISEÑO PARA EL AHORRO
DE ENERGIA. CRITERIOS PARA EL ANALISIS DE LOS ANTEPROYECTOS

J.R. Fucaraccio*, J.A. Moragues°, R.O. Nicolás°
A. Rapallini†, W. Scheuer† y A.A. Elisei*

- *) CNEA - Div. Energía Solar - Av. del Libertador 8250 - 1429 Buenos Aires
°) INTI - Div. Habitabilidad - Av. Gral. Paz e/Albarellos y Constituyentes - 1650 San Martín
†) CNIE - Depto. Energía No Convencional - Av. Mitre 3100 - 1663 San Miguel

RESUMEN:

Para un edificio administrativo de 2200 m² a ser erigido en Villa Carlos Paz (Córdoba), se describen los requerimientos y las pautas incluidas en el llamado a Concurso de Anteproyectos tanto en lo concerniente al aprovechamiento de energía solar para la provisión de agua caliente y el acondicionamiento ambiental cuanto para la envolvente del edificio, destinadas estas últimas a convertir a éste en un prototipo de construcción energéticamente conservativa.

De acuerdo con lo establecido en las bases del concurso, el Jurado preseleccionó 13 de los anteproyectos presentados, los que fueron analizados cuantitativamente en lo referente al aprovechamiento solar y al ahorro de energía. Los resultados numéricos obtenidos fueron tenidos en cuenta por el Jurado como elemento de juicio para su dictamen final.

1. INTRODUCCION

En los campos de aprovechamiento de energía solar y del ahorro de energía, en la Argentina urge intensificar la realización de proyectos de utilización experimental a escala real; son estos proyectos los que permiten la rápida incorporación de conocimientos tecnológicos de avanzada. La Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC) contribuye a fortalecer este enfoque mediante su iniciativa de dotar al futuro edificio administrativo de la empresa en Villa Carlos Paz de sistemas de energía solar y de diseños destinados a la conservación de energía. La clara comprensión por parte de EPEC de la necesidad de concretar proyectos de demostración en estas áreas permitirá no sólo experimentar las características operativas de una instalación que utiliza ampliamente sistemas de energía no convencional sino tam-

bién adquirir, mediante la medición de sus parámetros de funcionamiento, experiencia e información directa que sugieran las modificaciones a realizar en proyectos futuros para hacerlos cada vez más competitivos y confiables.

2. ANTECEDENTES

Para todo lo atinente a la incorporación de técnicas energéticas no convencionales al mencionado edificio, EPEC contrató la Asistencia Técnica de la Comisión Nacional de Energía Atómica (Departamento de Prospectiva y Estudios Especiales). La CNEA, a su vez, subcontrató la participación de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (Grupo de Energía no Convencional) y, en lo referente a ahorro de energía, la del Instituto nacional de Tecnología Industrial (División Habitabilidad). Las obligaciones de la Asistencia Técnica cubrían el asesoramiento en el llamado a concurso de anteproyectos para el edificio (etapa ya cumplida) y los aspectos técnicos de diseño, instalación y puesta en operación de los sistemas solares para provisión de agua caliente, calefacción y refrigeración, como también la supervisión de todo lo relacionado con el diseño y la realización de los elementos constructivos destinados a la conservación de energía, previéndose en todos los casos la adquisición de materiales, componentes y equipos disponibles comercialmente.

Como primer paso de su programa respecto de este edificio, EPEC decidió llamar a un concurso nacional de anteproyectos, cuya organización corrió por cuenta de la Sociedad de Arquitectos de Córdoba. Las Bases del mismo fueron elaboradas por la División Obras Civiles de la Gerencia de Ingeniería de la empresa, con excepción del capítulo referente

al sistema de aprovechamiento de energía solar y al diseño para el ahorro de energía, redactado por la Asistencia Técnica. Las Bases, aparte de detallar el programa del edificio, consignar la ubicación privilegiada del terreno, y especificar las normas y procedimientos de aplicación en el concurso, también indicaban que la dotación inicial de personal sería de alrededor de 50 personas, que el horario de atención al público sería matutino, que el personal jerárquico y sus colaboradores inmediatos concurrían además en horas de la tarde sin horario fijo y que el personal de guardia cubría las 24 horas del día. Por otra parte, la concurrencia de público fue estimada por EPEC en 500 personas diarias, con 250-300 personas en las horas pico. Este conocimiento de la distribución temporal de la ocupación del edificio es de importancia para la correcta toma de decisiones referentes al equipamiento solar y a los diseños conducentes al ahorro de energía.

3. ESPECIFICACIONES PARA EL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR Y EL DISEÑO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA

En el país existen viviendas familiares, terminadas y en construcción, provistas de los sistemas y diseños mencionados en el título. Pero, a la fecha de redacción de las Bases del concurso de anteproyectos para el edificio de EPEC en Villa Carlos Paz, no era conocido el proyecto de ningún otro edificio de tamaño cercano o superior para el cual se previera incorporarlos. Sin embargo, a nivel mundial, ya son numerosos los edificios públicos, fábricas, escuelas, centros de recreación, etc., de tamaño importante en los que las técnicas de aprovechamiento de energía solar y de ahorro de energía se han aplicado con éxito. En consecuencia, en esta sección se darán especificaciones para sistemas y técnicas que, sin bien recientes, ya han mostrado ser confiables y efectivas.

Entendemos que, en nuestro medio, el aspecto que más distingue a este concurso de anteproyectos de otros del mismo tipo consiste en que, sobre la base de las especificaciones preparadas por la Asistencia Técnica, se efectuó una posterior evaluación cuantitativa de los méritos de los anteproyectos preseleccionados por el Jurado en lo referente a ahorro de energía y aprovechamiento de energía solar, evaluación que el Jurado tuvo en cuenta como elemento de juicio para elaborar su dictamen final.

Por otra parte, con miras a afectar lo menos posible la libertad de diseño arquitectónico, se limitaron al mínimo las especificaciones que debía cumplir la envolvente del edificio en cuanto a hacerlo energéticamente conservativo y aquellas otras referidas a las instalaciones solares. La diversidad

arquitectónica de los anteproyectos presentados al concurso, atestigua que se logró el objetivo.

3.1. Consideraciones generales

Desde el punto de vista termodinámico, un edificio con sistemas termomecánicos de climatización ambiental es un sistema abierto que intercambia energía y material. Se libera energía en su interior y se intercambia energía con el medio ambiente exterior a través de los límites del edificio (envolvente). La energía que se aporta al edificio en forma controlada es utilizada para establecer una determinada condición sicrométrica en el aire interior y el objetivo de especificaciones de diseño para el ahorro de energía es minimizar ese consumo energético cualquiera sea el origen de su fuente (convencional o no convencional). Para concretar ese objetivo, lo cual se logra fundamentalmente con un adecuado diseño de la envolvente, es necesario disponer de información sobre las condiciones climáticas detallada del lugar de emplazamiento del edificio, el número de sus habitantes y el régimen de trabajo dentro del mismo. Con estos datos y las características físicas de la envolvente, se puede realizar el balance térmico detallado en régimen variable de transmisión de calor, teniendo en cuenta todas las interacciones energéticas, y obtener la demanda de energía para lograr una climatización adecuada. Permitiendo dimensionar los sistemas termomecánicos y sus controles, el acuerdo total con el esquema de uso del edificio y el comportamiento dinámico de su envolvente. Con esta metodología, salvo casos muy particulares, se obtienen valores de demanda energética para climatización considerablemente inferiores a los que resultan de realizar balances térmicos en régimen estacionario, con el consiguiente beneficio de requerirse equipos de menor tamaño y lograr un funcionamiento más eficiente, por trabajar la mayor parte del tiempo a plena carga.

Más abajo, sobre la base de la información mencionada, se dan las especificaciones formuladas para la etapa de anteproyecto, previendo las Bases un ajuste durante la etapa de elaboración del proyecto definitivo. Se considera que, para climas como el de Carlos Paz, estableciendo condiciones y requerimientos de diseño que contemplen la situación de verano, desde el punto de vista de ahorro de energía, esto asegura un óptimo comportamiento en el invierno.

3.2. Características climáticas de Villa Carlos Paz

En la estación meteorológica La Suela, cercana a Villa Carlos Paz, se disponía de datos experimentales de radiación solar aún no procesados. Para reducir el tiempo de elaboración, se seleccionó el mínimo de meses a procesar de la siguiente forma: a) de la

datos diarios de heliofonía efectiva del período 1972-1979, se obtuvieron los promedios mensuales de heliofonía relativa utilizando los 8 años de información disponible; b) a continuación se confeccionó un año y medio compuesto por los meses del período considerado, provenientes de diversos años, con heliofonías relativas medias mensuales experimentales aproximadamente iguales a los promedios mencionados; c) finalmente, procesando los datos correspondientes a estos 12 meses, se obtuvieron valores horarios para la radiación solar total.

Para establecer los días tipo para verano y para invierno, se requieren los datos horarios de temperatura de bulbo húmedo y de bulbo seco. Se los obtuvo a partir de mediciones de temperatura ambiente efectuadas desde 1966 en la estación meteorológica Costa Azul, ubicada en Villa Carlos Paz. Dado que las mediciones se efectuaron solamente a tres horas durante el día, se desarrolló un programa de computación que, partiendo de ellas, elabora razonablemente distribuciones horarias diarias. A partir del conjunto de datos sobre los 15 años existentes, se confeccionó un año medio siguiendo el criterio expuesto en el párrafo precedente. En cuanto a los días tipo, fueron elegidos de forma tal que en el año no hubiera más de 10 días con temperaturas superiores en verano o inferiores en invierno, a sus respectivos valores extremos.

Con los datos de radiación solar total y de temperatura de bulbo seco para los días de diseño, usando el programa TRNSYS (Ref. 1) se confeccionaron tablas de temperatura solar y de distribución horaria de radiación total, directa y difusa para planos verticales con ocho orientaciones, plano horizontal y plano a 30°. Asimismo, para efectuar los cálculos de la carga térmica a través de cerramientos no opacos, se obtuvieron valores horarios de radiación solar incidente corregida para techos y planos verticales con ocho orientaciones siguiendo el procedimiento recomendado por ASHRAE (Ref. 2).

3.3. Especificaciones para el ahorro de energía

Al formular especificaciones para el ahorro de energía a través de exigencias y requisitos sobre el diseño de la envolvente se precisó que éstos fuesen lo suficientemente específicos como para no despertar dudas sobre lo solicitado y que cumplieran una función orientadora para aquellos no familiarizados con las técnicas a utilizar. Por ello, se prefirió detallar los límites impuestos para cada componente de la envolvente en lugar de indicar solamente el coeficiente de pérdida global del edificio o el consumo energético máximo permitido.

Se adoptó el criterio general de que un edi-

ficio, en el que se hayan tomado recaudos especiales de conservación, no debe permitir una carga térmica a través de su envolvente que sea superior al 35-40% de la misma en un edificio no conservativo. Para asegurarlo, se fijaron los siguientes límites para las componentes de la envolvente.

3.3.1. Muros opacos: a) Transmitancia térmica: $\leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{°C}$; b) color exterior: reflectancia en el espectro solar visible $\geq 0,5$ (colores claros); c) puentes térmicos: se evitará al máximo la aparición de puentes térmicos; no deberá existir condensación superficial interior ni intersticial en el muro, tomando como temperaturas y humedades de diseño: $T_{\text{exterior}}: -4\text{°C}$; 80% HR; $T_{\text{interior}}: 24\text{°C}$; 80% HR; d) peso por metro cuadrado de las paredes exteriores: se recomienda que sea $\geq 350 \text{ kg/m}^2$; e) capa de máxima resistencia térmica: si el muro estuviese constituido por varios materiales, aquel que tenga máxima resistencia térmica se colocará a $\leq 7 \text{ cm}$ de la cara externa del muro; f) barrera de vapor: en caso de ser necesario, para evitar la condensación intersticial, se colocará una barrera de vapor del lado interno del muro.

3.3.2. Techos: a) Transmitancia térmica: $\leq 0,5 \text{ W/m}^2\text{°C}$; b) color exterior: se recomienda reflectancia $\geq 0,5$ (por ejemplo, color claro o pintura asfáltica con aluminio incorporado); c) valen todas las demás especificaciones que se efectuaron para los muros exteriores.

3.3.3. Piso: Resistencia térmica (incluyendo la resistencia superficial de convección interna): $\geq 1 \text{ m}^2\text{°C/W}$.

3.3.4. Cerramientos no opacos: a) Coefficiente de sombra (shading coefficient): 0,40-0,52; b) transmitancia térmica: $\leq 3 \text{ W/m}^2\text{°C}$; c) estanqueidad al agua e infiltraciones de aire: la estanqueidad al agua deberá ser perfecta para, por lo menos, una presión diferencial de 10 mm de columna de agua, equivalente a un viento de 46 km/h; la infiltración de aire deberá ser la más baja posible, admitiéndose, para la misma presión diferencial, un máximo de 3 m³ de aire por metro lineal de junta de cerramiento y por hora; d) carga de viento: la flecha máxima de la longitud mayor (L) del cerramiento debe ser $\leq L/125$, a una presión diferencial de 150 mm de columna de agua; e) porcentaje de fachadas exteriores no opacas: para definirlo se adoptó la convención de ángulos dada en la Figura 1, los valores aceptados son: (1) cerramientos orientados entre los 160° y los 200°: hasta un 50% de la superficie de la correspondiente fachada; (2) cerramientos orientados entre los 200° y los 225° y entre los 135° y los 160°: hasta un 30% de la superficie de la correspondiente fachada; (3) cerramientos orientados entre los 0° y los 135° y entre

los 0° y los 225°: hasta un 10% de la superficie de la correspondiente fachada a fin de regular convenientemente el aporte solar, los cerramientos no opacos orientados entre los 135 y 225° deberán poseer un parasol fijo o móvil cuyo dimensionamiento deberá asegurar que la radiación solar que, de no colocarse parasol, incidiría sobre aquellos cerramientos sea reducida, en promedio, en no menos del 70% durante el lapso 15/11 - 15/3 y en no más del 35% durante el lapso 15/5 - 15/9; en ambos casos debiera considerarse solamente el intervalo 9-15 horas de tiempo solar (actualmente equivalente al de 10-16 horas de tiempo civil de la República Argentina); f) cerramientos no opacos en el techo: en el techo sólo se admitirán cerramientos no opacos tales como tragaluces, claraboyas o similares, si corresponden a ambientes no climatizados, ya sean exteriores o patios y pasillos interiores; el área total de los mismos no deberá superar el 10% del área total de techos.

Las limitaciones establecidas para los cerramientos no opacos tienen en cuenta el hecho de no comprometer en demasía el ahorro de energía frente a la necesidad de hacer uso de la iluminación natural. Es importante aclarar, sin embargo, que el tamaño óptimo de cerramientos no opacos que minimiza el consumo total de energía para acondicionamiento de aire y para iluminación artificial sólo se podrá determinar cuando se disponga del proyecto definitivo del edificio. Asimismo, si bien no fue especificado en las Bases, pues no correspondía para el concurso de anteproyectos, se prevé un sistema de control zonal para la iluminación artificial de manera de utilizarla solamente cuando la luz natural sea insuficiente en cada lugar del edificio.

3.3.5. Puertas exteriores: a) La transmitancia térmica de las placas de las puertas exteriores deberá ser $\leq 3 \text{ W/m}^2\text{°C}$; b) deberán ser giratorias o del tipo doble puerta con cámara de aire entre ellas (exceptuando las puertas de emergencia) y poseer adecuado burleteado para minimizar las infiltraciones de aire.

3.3.6. Elementos divisorios que separan un ambiente acondicionado de otro no acondicionado: Transmitancia térmica: $\leq 1 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

3.4. Especificaciones de áreas y volúmenes reservados para el sistema de aprovechamiento de energía solar

La especificación, selección y adquisición de los equipos destinados al aprovechamiento de la energía solar serán efectuadas por EPEC con el asesoramiento contratado a la Asistencia Técnica. La especificación definitiva de los equipos se hará una vez avanzado el proyecto final del edificio, dado que, como ya fuera mencionado, su dimensio-

namiento depende de las características de este último. Por otra parte, los programas tecnológicos constantes en el campo del aprovechamiento de la energía solar también aconsejan que la selección de los equipos se realice lo más tarde posible, mientras ello no retrase la concreción del proyecto. En consecuencia, las Bases del concurso se limitan a estipular áreas y volúmenes reservados para la instalación de los componentes del sistema de aprovechamiento solar; además contienen recomendaciones para su ubicación relativa e interconexión.

Para obtener valores indicativos de dichas áreas y volúmenes, se partió de los datos ambientales y de radiación correspondientes a las 6 horas centrales del día tipo de diseño de verano, ya que es éste el que plantea los mayores requerimientos del equipamiento solar. Los valores de interés son: temperatura ambiente media $T_a = 29^\circ\text{C}$ y radiación solar global media incidente sobre el plano horizontal $I_H = 850 \text{ Kcal (m}^2\cdot\text{h)} = 3550 \text{ kJ(m}^2 \text{ h)}$. Además de considerarse las características de la máquina de refrigeración apropiada para el volumen a climatizar mediante uso de energía solar; teniendo en cuenta que se trata de un edificio energéticamente conservativo, y que necesariamente debe utilizarse un ciclo de refrigeración por absorción, se la supusieron 25 toneladas con un caudal de $\approx 20.000 \text{ l/h}$, temperatura de entrada $\approx 88^\circ\text{C}$ y temperatura de salida $\approx 82^\circ\text{C}$. Con estos datos y las eficiencias térmicas de dos tipos de colectores solares adecuados para el sistema solar en consideración, uno con tratamientos selectivos en las placas planas absorbentes y otro sin él, se estimaron las áreas totales de los colectores a instalar resultando $\approx 200 \text{ m}^2$ y $\approx 20 \text{ m}^2$, respectivamente.

3.4.1. Área para la ubicación de colectores solares: A partir del cálculo de colectores solar dado y teniendo en cuenta que el edificio tiene la característica de proyecto de demostración a escala real, se reservaron aproximadamente 700 m^2 para la instalación de dispositivos colectores de radiación solar. Esta superficie, aún tras descontar las circulaciones para tareas de mantenimiento, representa un exceso que evita limitaciones a priori si EPEC deseara extender el acondicionamiento de ambiente mediante energía solar a partes del edificio que inicialmente usarán métodos convencionales para este fin y/o satisfacer requerimientos eléctricos mediante conversión fotovoltaica. En cuanto a la distribución de los colectores para los circuitos de agua caliente, calefacción y refrigeración, dado dicho carácter demostrativo por el cual se desea que parte de ellas sea visto desde la calle, se estableció que los mismos serán ubicados en áreas especificadas como sigue, debiendo medirse todas las alturas desde el punto más bajo de las

lles adyacentes.

Área principal: Es horizontal, de superficie total no inferior a 600 m², pudiendo estar dividida en subáreas no menores de 150 m² cada una colocadas en la zona de techos, a una misma o a diversas alturas, pero ninguna de ellas menor que 6 metros. La ubicación de las subáreas debe ser tal que a) toda subárea esté a una distancia ≤ 3 m de alguna de las otras subáreas; b) ninguna sea afectada por sombras de otras partes del edificio en ninguna época del año durante las 8 horas centradas alrededor del mediodía solar. Por otra parte, debe preverse acceso y circulación de público para visitas guiadas a los colectores solares.

Área norte: Específicamente destinada a la visualización de una fracción de los colectores por parte de los transeúntes. Tiene inclinación de 30° hacia el Norte y superficie total entre 70 y 110 m², ubicada a altura mayor que 5 m. La orientación general de la superficie debe ser hacia el Norte y no debe estar a más de 3 m de algún punto del área principal. Los condicionamientos en cuanto a sombras, son idénticos a los establecidos para el área principal.

Además, se incluye un "área de exhibición" ubicada de manera que las personas que ingresen al edificio puedan observar los detalles constructivos de los colectores, con una superficie no superior a los 10 m².

3.4.2. Sala de máquinas y tanques de acumulación: La sala de máquinas ubicable a cualquier nivel, tendrá 80 m², lo cual permite instalar a) la unidad de refrigeración destinada al equipo específicamente solar, b) la destinada a refrigeración convencional, c) los dos tanques de acumulación (uno para agua caliente y otro para fría), necesarios para el sistema de climatización solar, para cada uno de los cuales se prevé un volumen de 430 m³ y d) las bombas y demás dispositivos requeridos para la operación de los circuitos de agua caliente, calefacción y refrigeración del edificio. Si bien por razones operativas es conveniente que los componentes mencionados se encuentren próximos, los tanques de acumulación podrán ubicarse fuera de la sala de máquinas, siempre que estén suficientemente cerca de la unidad de refrigeración solar. La totalidad o parte de este equipamiento técnico podrá ser visualizado por el público concurrente y por los transeúntes.

3.4.3. Sala de instrumental: Dentro del hall para público se ubicarán una de instrumental de 415 m², destinada a alojar una microcomputadora que controlará el funcionamiento del sistema de aprovechamiento solar y a equipos de registros de datos sobre el comportamiento energético del edificio; asimis-

mo, se colocará un panel de 42 m x 43 m, en el cual se ilustrarán dicho funcionamiento y las características constructivas del sistema de aprovechamiento solar. Tanto el contenido de la sala de instrumental cuanto el panel deben ser visibles sin obstrucciones desde una amplia zona del hall para público y también desde el foyer del auditorio.

4. EVALUACION DE LOS ANTEPROYECTOS DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL DISEÑO PARA AHORRO DE ENERGIA Y DE PREVISIONES PARA LA INSTALACION DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE ENERGIA SOLAR

De acuerdo con lo establecido en las Bases del concurso de anteproyectos, del total de estos presentados, el Jurado debía preseleccionar una cantidad limitada a fin de que - en un plazo de 15 días corridos - fueran analizados por la Asistencia Técnica en todo lo concerniente al ahorro de energía y el aprovechamiento de la energía solar, incluyendo en esto un cálculo de balance térmico en régimen dinámico para cada uno de ellos. La Asistencia Técnica debía establecer un orden de méritos expresado cuantitativamente, fundamentando por escrito sus conclusiones y asistiéndole la facultad de rechazar los anteproyectos técnicamente inaceptables en los temas mencionados. Una vez recibido el dictamen de la Asistencia Técnica, el Jurado, en su segunda etapa, debía reevaluar los anteproyectos seleccionados no rechazados por aquella teniendo en cuenta, además de los usuales elementos de juicio arquitectónico especificados en las Bases, la funcionalidad técnica del edificio propuesto en relación con los métodos energéticos arriba referidos.

Para poder establecer el orden de méritos fue necesario definir previamente una metodología de análisis que permitiese calificar, numéricamente, a los proyectos preseleccionados. El análisis se dividió en dos campos, correspondiente a las dos técnicas energéticas en consideración, aplicándose, en ambas, expresiones numéricas para la cuantificación de las características de los anteproyectos. En total se analizaron aproximadamente 50 ítems, diferenciando entre aquellos que están directamente vinculados al grado de cumplimiento de los requerimientos mencionados en las Bases y los que corresponden a otros factores tenidos en cuenta en la evaluación (por ejemplo; "Acceso a la sala de máquinas", "Distancia entre sala de máquinas y torre de enfriamiento"); para ningún anteproyecto estos últimos contribuyeron en más del 20% del puntaje total. La descripción detallada de los ítems evaluados y su peso relativo implicaría, por su extensión, superar los límites impuestos por la ASADES para la publicación de trabajos en Actas. Los interesados deberán remitirse a los autores en caso de serles necesaria in-

formación específica al respecto.

4.1. Evaluación del diseño para el ahorro de energía

En esencia se analizó lo referente a la envolvente del edificio, considerándose los seis ítems principales que encabezan las columnas segunda y séptima de la Tabla I.

4.1.1. Método del cálculo del balance térmico en régimen variable: En relación con la primera columna (Carga térmica) de la Tabla I, el método utilizado para efectuar los balances térmicos en régimen no estacionario de transmisión de calor para cada uno de los trece anteproyectos preseleccionados por el Jurado, está basado en la resolución de la ecuación de Fourier unidimensional de difusión de energía en una pared multicapa, mediante la utilización del análisis armónico de Fourier y una analogía eléctrica de parámetros RC distribuidos, para representar cada una de las capas de los muros opacos. Las ecuaciones de contorno, de la ecuación de Fourier, en las superficies límites interior y exterior del muro opaco son una combinación lineal del flujo de calor y la temperatura superficial, representando la contribución de la radiación solar incidente en la superficie exterior mediante la temperatura sol-aire.

Para el análisis, se tomaron los días típicos de verano, ya que se puede demostrar que la carga térmica total de ese período resulta superior a la del invierno. De acuerdo con lo especificado en la Sec. 3.3.1, se tomó la temperatura interna de 24°C, constante durante las 24 horas del día. La carga térmica total resulta de la suma de todas las contribuciones de cada muro opaco y de la energía que penetra por los cerramientos no-opacos.

La Energía que penetra por los cerramientos no-opacos es calculada teniendo en cuenta las características propias del cerramiento, es decir, transmitancia térmica, estanqueidad, factor de sombra y modificación de la radiación solar incidente por la presencia de parasoles. El término correspondiente a la radiación solar penetrante por los cerramientos no-opacos se suma a la carga térmica total mediante el método de corrección de la radiación instantánea recomendado por la ASHRAE.

En la Figura 2 se muestran las cargas térmicas totales instantáneas a través de la envolvente de los trece anteproyectos seleccionados en función de la hora del día para el día típico de verano. Al pie de la misma se consigna la energía total diaria que es necesario extraer del edificio para mantener la condición de temperatura de 24°C ya mencionada.

4.2. Determinación del orden cuantitativo de méritos

Para calificar numéricamente los proyectos seleccionados se dividió el análisis en dos aspectos: diseño para el ahorro de energía y previsiones para la instalación del sistema de aprovechamiento de energía solar. Con referencia al primero se analizaron factores tales como: carga térmica por la envolvente, características físicas de los muros opacos y cerramiento no opacos, porcentaje de fachadas vidriadas, factor de forma del edificio, y uso de espacios tapones. En la Tabla I se resumen los valores obtenidos para cada proyecto explicitándose, al tope de cada columna, el peso relativo de cada uno de los ítems considerados.

En cuanto a las previsiones para la instalación del sistema de aprovechamiento de energía solar se analizaron: tamaño, distribución y ubicación de las áreas reservadas para los colectores solares, ubicación y tamaño de la sala de máquinas y tanque de acumulación, ubicación de la torre de enfriamiento y características de la sala de instrumental. En la Tabla II se resumen los valores obtenidos figurando, al tope de las columnas respectivas el peso relativo de cada ítem.

Para establecer el orden de méritos en cuanto al diseño para ahorro de energía y previsiones para las instalaciones destinadas al aprovechamiento de la energía solar hallado, para cada anteproyecto, el promedio geométrico de los índices normalizados dados en las últimas columnas de las Tablas I y II. Dicho orden figura en la primera columna de la Tabla III y su expresión numérica en la tercera columna. Se asignó el mismo número de orden a dos anteproyectos sucesivos cuando sus valorizaciones cuantitativas difirieron en menos de 5%; adicionalmente se dio preferencia a los anteproyectos cuyos índices normalizados estuviesen más balanceados (se dio preferencia a los anteproyectos D y E frente a los J y M y al anteproyecto I frente al E). Por otra parte, la Asistencia Técnica consideró que lograr un elevado ahorro de energía a expensas de convertir los edificios en excesivamente cerrados y oscuros era inducir una "demostración" negativa en vez de positiva, sumamente contraproducente para la finalidad del proyecto en lo referente a innovaciones tecnológicas en el campo energético. Por ello, al pie de la Tabla III se hace referencia a este aspecto, junto a consideraciones sobre la previsión de área principal para colectores como sobre-elevación por encima del techo del edificio (ver nota (b) al pie de la tabla).

5. CONCLUSIONES

Como ya se mencionó, las restricciones y

modificaciones establecidas en las Bases en lo referente a los aspectos energéticos del edificio motivo de este trabajo, no impidieron que los anteproyectos presentados fuesen altamente diversos desde el punto de vista arquitectónico.

Por otra parte, si se consideran los resultados consignados en las Tablas I y III, se concluye que las Bases fueron suficientemente explícitas en su formulación ya que: a) desde el punto de vista de ahorro de energía, la carga térmica a través de la envolvente fue para todos los anteproyectos analizados inferior al 35% de la correspondiente a un edificio convencional, con casos en que fue de sólo 15% (si bien en éstos resultaron edificios demasiados oscuros y cerrados); b) desde el punto de vista solar, sólo el anteproyecto analizado se apartó de lo establecido en las Bases en más del 30%. Por lo tanto la "calidad" general de los anteproyectos analizados fue altamente satisfactoria.

En la tercera columna de la Tabla III se puede concluir que, entre el peor y el mejor anteproyecto desde el punto de vista conjunto solar y de ahorro de energía hay un factor 1,7. Por otra parte, en lo referente al balance entre los aspectos de ahorro de energía y de aprovechamiento de la energía solar, éste puede expresarse para cada anteproyecto como el cociente entre sus índices normalizados: en seis casos no supera el valor 1,2, indicando excelente balance (esto se cumple en particular para los cuatro anteproyectos con mayor valorización cuantitativa); en otros cuatro casos no excede de 2,3 y para los dos restantes vale 1,9 y 2,2. La suma de los índices correspondientes a ahorro de energía supera en 21% a la correspondiente al aprovechamiento de energía solar, indicando, en cierta manera, una mayor dedicación al tratamiento del primer aspecto, lo cual es razonable al nivel de anteproyecto puesto que de la parte solar sólo se solicitó prever lugares para futuras instalaciones de equipos.

Como resumen, podemos afirmar que por ser la primera vez que se aplican condicionamientos específicos en temas energéticos en "bases de concursos de anteproyectos arquitectónicos", éste despertó el suficiente interés como para que se presentara un número apreciable de concursantes (37) con un resultado, en nuestra opinión, altamente satisfac-

torio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de J.C. Durán (Div. Energía Solar, CNEA), quién efectuó el procesamiento de los datos de humedad y temperatura correspondientes a la región de emplazamiento del edificio; de A. Fabris, M. García y H. Grossi Gallegos (Div. Energía Solar, CNIE), y M.E. Merediz y V. Volantino (Div. Habitabilidad, INTI), quienes intervinieron en la evaluación de anteproyectos. N. Volantino, además, mejoró los métodos de simulación numérica aplicados en la evaluación. Asimismo, agradecen al Dr. Martín B. Crespi (Jefe Dpto. de Prospectiva y Estudios Especiales, CNEA) el apoyo entusiasta y permanente prestado a nuestra tarea en este aspecto.

Por otra parte, los autores desean dejar constancia de la estimulante experiencia que constituyó tener al Ing. Fabio J. Olivero (Gerencia de Ingeniería, EPEC), como interlocutor constante en su carácter de Coordinador General del Proyecto por parte de EPEC; fue quien propuso inicialmente la idea de que el edificio de la empresa en Villa Carlos Paz se convirtiese en un proyecto de demostración de nuevas tecnologías energéticas y contribuyó en todo momento a impulsar su desarrollo. Con similar afán actuó el Arq. Daniel E. Trippel (Jefe Div. Obras Civiles, EPEC), nuestro interlocutor en lo referente específicamente a los aspectos arquitectónicos y constructivos en sí, en particular en su función de Arquitecto Consultor durante la implementación del Concurso de Anteproyectos.

REFERENCIAS

- 1) S.A. Klein et al., "TRNSYS, A Transient System Simulation Program", editado por el Solar Energy Laboratory, Universidad de Wisconsin-Madison, Madison, EE.UU. de N.A. (junio 1979).
- 2) "ASHRAE 1977 Fundamentals Handbook, editado por ASHRAE (1977).
- 3) Bases del Concurso Nacional de Anteproyectos para el Edificio de la Sede Administrativa de la Empresa Provincial de Energía de Córdoba en la Ciudad de Villa Carlos Paz (Córdoba) (1981) y correspondientes informativos publicados por la Asesoría del concurso.

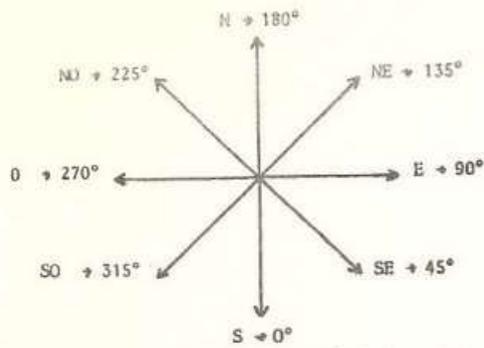
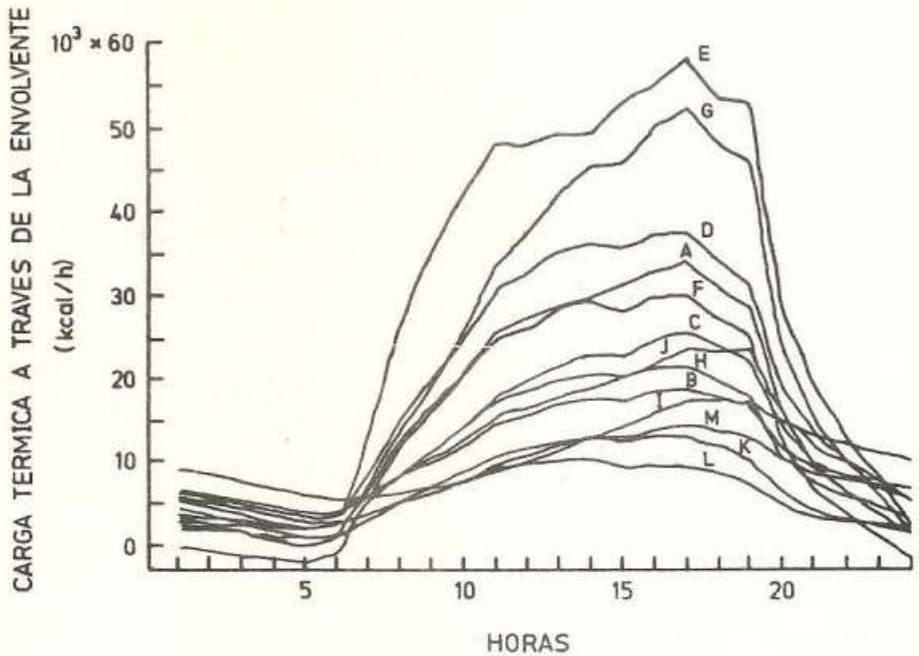


Fig. 1: Convención de ángulos para la definición de los porcentajes permitidos de fachadas exteriores no opacas.



Anteproyectos	Energía Total Diaria (kcal)
A	360417
B	259887
C	307050
D	446375
E	657367
F	314515
G	522708
H	258639
I	251458
J	275828
K	155780
L	134475
M	197402

Fig. 2: Carga térmica a través de la envolvente en función de las horas del día, para los anteproyectos analizados, suponiendo una temperatura interna constante de 24°C durante todo el día; en la tabla se indica la energía total diaria que es necesario extraer del edificio para mantener la condición de temperatura mencionada.

Tabla 1: ANÁLISIS PARA EL AHORRO DE ENERGÍA POR LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

Ante-proyecto	Carga térmica (0,45) ^(a)	Muros opacos (0,20)	Porcentaje de fachada vidriada (0,20)	Cerramientos no opacos (0,10)	Factor de forma (0,025)	Espacios tapones (0,025)	Total (1,00)	Indice normalizado (b)
A	23,4	18,8	18,4	10,0	1,6	0,0	72,2	89
B	29,4	12,2	20,0	4,0	2,5	0,0	68,1	84
C	26,6	10,1	19,4	8,5	1,9	1,3	68,0	84
D	18,2	18,6	19,1	3,8	1,4	0,0	61,1	75
E	5,6	12,8	15,1	5,5	1,6	0,0	40,6	51
F	26,1	17,4	9,4	0,0	2,5	0,0	55,4	68
G	13,6	12,7	17,4	2,0	2,5	0,0	48,2	59
H	29,5	14,7	19,7	6,2	1,9	0,0	73,9	91
I	29,9	2,0	19,7	2,0	1,6	1,0	56,2	69
J	28,5	18,2	17,8	9,7	1,4	2,2	77,8	96
K	35,6	15,7	20,0	8,5	1,0	0,4	81,2	100
L	36,9	14,0	19,8	4,0	2,2	0,0	76,9	95
M	33,1	16,1	20,0	7,3	2,4	0,9	79,9	99

(a) Entre paréntesis se indica el peso relativo de cada uno de los ítems considerados.

(b) Se normalizó considerando el valor más alto de la columna "Total" igual a 100.

Tabla II: ANALISIS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGIA SOLAR

Ante-proyecto	Áreas para la ubicación de colectores			Sala de máquinas y tanques de acumulación (0,23)	Interconexión área colectores a tanques de acumulación (0,05)	Torre de enfriamiento (0,08)	Sala de instrumental y panel ilustrativo (0,16)	Total (b) (1,00)	Índice normalizado (c)
	Principal (0,26) ^(a)	Norte (0,17)	Exhibición (0,05)						
A	23,51	20,82	5,00	24,96	2,50	9,07	7,70	93,56 (83,04)	53
B	28,73	18,71	5,00	24,76	5,00	11,73	10,86	104,79 (93,95)	78
C	27,56	19,72	5,00	25,59	4,00	12,00	16,30	110,17 (96,07)	90
D	28,60	21,42	5,00	29,09	0,00	10,00	16,10	110,21 (91,85)	90
E	27,81	20,96	5,00	28,18	0,00	8,00	13,30	103,06 (87,31)	74
F	27,82	11,39	5,00	16,39 ^(d)	4,00	8,80	4,70	78,10 (67,27)	Rechazado ^(e)
G	27,92	13,26	5,00	25,42	0,00	8,00	14,18	94,48 (82,56)	55
H	28,42	19,90	5,00	28,75	4,00	12,00	16,80	114,87 (92,17)	100
I	27,56	19,06	5,00	25,87	5,00	2,13	12,60	97,22 (82,28)	61
J	28,60	17,60	5,00	25,30	5,00	8,00	8,76	98,26 (86,56)	63
K	26,62	10,54	5,00	26,56	0,00	10,67	11,40	90,79 (79,45)	46
L	26,62	20,74	5,00	25,76	0,00	2,00	11,90	92,02 (80,45)	49
M	22,14	17,64	5,00	25,64	5,00	5,20	15,40	96,02 (83,48)	58

(a) Entre paréntesis se indica el peso relativo de cada uno de los ítems considerados.

(b) Entre paréntesis se indica el total correspondiente exclusivamente a los puntos exigidos en las Bases.

(c) Se consideró que no son aceptables aquellos proyectos que no cumplen con el 70 por ciento de lo exigido en las Bases (valor ≤ 70 entre paréntesis en la columna precedente), a partir de lo cual se obtuvo el índice normalizado $I = \left[\frac{\text{Total}-70}{\text{Total}_{\text{máx}}-70} \right] \times 100$.

(d) No tiene en cuenta que solamente en este anteproyecto la Sala de máquinas propuesta tiene forma decididamente inadecuada para la instalación de una máquina de refrigeración del tamaño previsto en las Bases.

(e) Según llamada (c) de esta Tabla. Además, es opinión de la Asistencia Técnica que este anteproyecto, al expresarse como monumento-símbolo, está cercano a lo que ella considera como la antítesis de un proyecto de demostración, dado que puede inducir a la peligrosa conclusión de que el eficiente aprovechamiento de la energía solar en edificios necesariamente requiere diseños totalmente anticonvencionales y de costosa realización.

Tabla III: ORDEN CUANTITATIVO DE MERITOS

Anteproyecto	Valorización cuantitativa	Observaciones (b)	Índice normalizado	
			Solar	Ahorro
H	95	Area principal sobreelevada; bajable a nivel de techos con disminución a aprox. 500 m ² (menos de lo exigido en Bases). Proyecto definitivo debe proveer resolución correcta para juntas entre paneles aislantes exteriores.	100	91
C	87		90	84
D	82		90	75
B	81	Area principal sobreelevada; bajable a nivel de techos con disminución a aprox. 450 m ² (menos de lo exigido en Bases). Edificio excesivamente cerrado.	78	84
J	78	Area principal sobreelevada que constituye un elemento arquitectónico per se, difícilmente modificable.	63	96
M	76	Area principal sobreelevada; bajable a nivel de techos con disminución a 470 m ² (menos de lo exigido en Bases); modificando el área norte, pero manteniéndola dentro de lo exigido en Bases, se puede mantener el área principal en su valor actual de 560 m ² . Edificio excesivamente cerrado.	58	99
A	69	Requiere modificación para impedir el acceso libre del público al área principal para ubicación de colectores.	53	89
K	68	Area principal sobreelevada; bajable a nivel de techos sin disminuir la misma por debajo de lo exigido en Bases. Edificio excesivamente cerrado.	46	100
L	68	Area principal sobreelevada; bajable a nivel de techos sin disminuir la misma por debajo de lo exigido en Bases. Edificio excesivamente cerrado.	49	95
I	65		61	69
E	62		74	51
G	57	Area principal sobreelevada; bajable a nivel de techos sin disminuir la misma por debajo de lo exigido en Bases.	55	59
F	Rechazado	Area principal sobreelevada; no bajable a nivel de techos.	Rechazado (c)	68

Se asignó el mismo N° de Orden a dos anteproyectos sucesivos cuando sus Valorizaciones Cuantitativas difieren en menos del 5%. Adicionalmente, se dio preferencia a los anteproyectos cuyos méritos en los campos del aprovechamiento de la energía solar y del ahorro de la energía estuviesen más balanceados; así (ver dos últimas columnas de la Tabla) se dio preferencia a los numerados D y B frente a los numerados J y M y al anteproyecto I frente al I.

La Asistencia Técnica considera que lograr una buena conservación de energía a expensas de convertir el edificio en excesivamente cerrado y oscuro, de hecho induce a una "demostración" negativa en vez de positiva.

Por otra parte, considera que, si bien la calidad del sistema de aprovechamiento solar no es disminuida cuando el área principal para ubicación de colectores se ha previsto como una sobreelevación por encima del nivel de techos del edificio, debe tenerse presente lo siguiente. En primer lugar, la sobreelevación tiene la ventaja de que genera una visualización del total del área de colectores requerida, evitando la impresión errónea de que ésta se reduce a la denominada área norte; asimismo, disminuye la posibilidad de que futuras edificaciones proyecten sombras sobre ella. En segundo lugar, según lo indicado en II.3.3.1. de las Bases, es posible que el área principal a ocupar resulte menor que 800 m², lo cual puede llevar a disminuir el requerimiento real para la superficie de algunas de las mencionadas sobreelevaciones; si, en estos casos, para no afectar el diseño arquitectónico se recurre a disimular dichas reducciones mediante la inclusión de "falsos colectores" (p.ej. chapas planas), se genera la impresión negativa de que el sistema solar requiere mayores áreas que las realmente necesarias. Finalmente, la sobreelevación puede resultar en costos adicionales. Por todo lo precedente, en la columna Observaciones consignamos información referida a la posibilidad de que las citadas sobreelevaciones sean eliminadas.

Ver Nota (e) al pie de Tabla II.